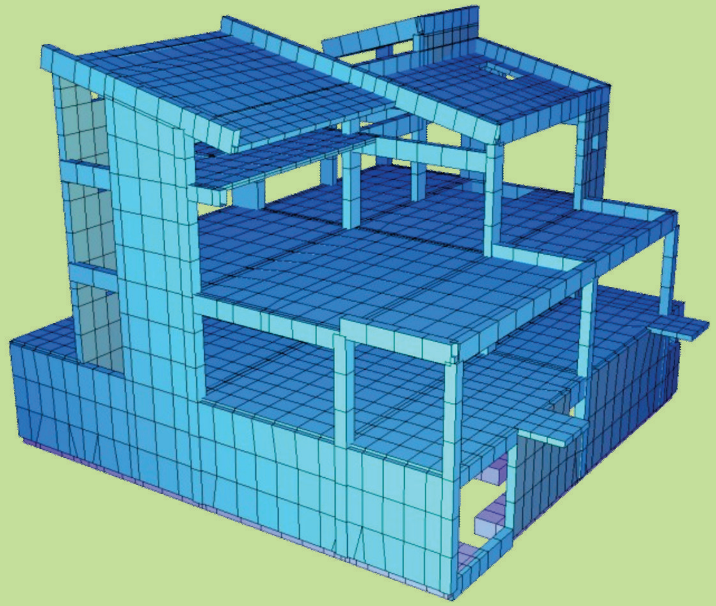
ننګرهار انجنیري پوهنځی

اوسپنیز کانکریټي عناصر (لومړی برخه)



پوهنوال ډیپلوم انجنیر عبادالرحمن مومند

۱۳۹۷

پلورل منع دی

اوسپنیز کانکریټي عناصر (لومړی برخه)

Reinforced Concrete Structure Design (First Part)

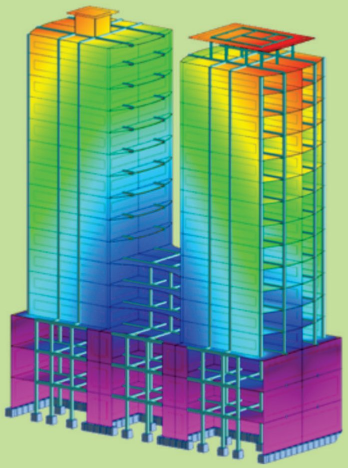
پوهنوال ډیپلوم انجنیر عبادالرحمن مومند

Nangarhar Engineering Faculty

Afghanic

Associate Prof Dipl Eng Ibad-ur-Rahman Momand

Reinforced Concrete Structure Design (First Part)



Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

ISBN 978-9936-633-22-3
9 789936 633223

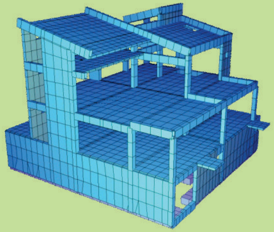
Not for Sale

2018

اوسپنیز کانکریټي عناصر (لومړی برخه)

پوهنوال دیپلوم انجنیر عبادالرحمن مومند

افغانیک
Afghanic



Pashto PDF
2018

Nangarhar Engineering Faculty
ننګرهار انجنیري پوهنځی

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

Reinforced Concrete Structure Design (First Part)

Associate Prof Dipl Eng Ibad-ur-Rahman Momand

www.ecampus-afghanistan.org

بسم الله الرحمن الرحیم

اوسپنيز کانکرېټي عناصر

(لومړی برخه)

پوهنوال ديپلوم انجنير عبادالرحمن مومند

لومړی چاپ

دغه کتاب په پي ډي ایف فارمټ کې په مله سي ډي کې هم لوستلی شئ:

د کتاب نوم اوسپنيز کانکرېټي عناصر (لومړی برخه)
لیکوال پوهنوال ديپلوم انجنير عبادالرحمن مومند
خپرندوی ننگرهار پوهنتون، انجنيری پوهنځی
وېب پاڼه www.nu.edu.af
د چاپ کال ۱۳۹۷، لومړی چاپ
چاپ شمېر ۱۰۰۰
مسلسل نمبر ۲۷۷
ډاونلوډ www.ecampus-afghanistan.org
چاپ ځای افغانستان تايمز مطبعه، کابل، افغانستان

دا کتاب د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمېټې، په جرمني کې د Eroes کورنۍ يوې خيريه ټولنې لخوا تمويل شوی دی.
اداري او تخنيکي چارې يې په آلمان کې د افغانيک لخوا ترسره شوي دي.
د کتاب د محتوا او ليکنې مسئوليت د کتاب په ليکوال او اړونده پوهنځي پورې اړه لري. مرسته کوونکي او تطبيق کوونکي ټولنې په دې اړه مسؤليت نه لري.

د تدريسي کتابونو د چاپولو لپاره له موږ سره اړيکه ونيسئ:
ډاکتر يحيی وردک، د لوړو زده کړو وزارت، کابل
تېليفون ۰۷۵٦۰۱٤٦٤۰
ايمېل textbooks@afghanic.de

د چاپ ټول حقوق له مؤلف سره خوندي دي.

ای اس بي ان ۹۷۸-۹۹۳٦-٦۳۳-۲۲-۳

د لوړو زده کړو وزارت پیغام

د بشر د تاریخ په مختلفو دورو کې کتاب د علم او پوهې په لاسته راوړلو، ساتلو او خپرولو کې ډېر مهم رول لوبولی دی. درسي کتاب د نصاب اساسي برخه جوړوي چې د زده کړې د کیفیت په لوړولو کې مهم ارزښت لري. له همدې امله د نړیوالو پېژندل شویو معیارونو، د وخت د غوښتنو او د ټولنې د اړتیاوو په نظر کې نیولو سره باید نوي درسي مواد او کتابونه د محصلینو لپاره برابر او چاپ شي.

له ښاغلو استادانو او لیکوالانو څخه د زړه له کومي مننه کوم چې دوامداره زیار یې ایستلی او د کلونو په اوږدو کې یې په خپلو اړوندو څانګو کې درسي کتابونه تألیف او ژباړلي دي، خپل ملي پور یې اداء کړی دی او د پوهې موتور یې په حرکت راوستی دی. له نورو ښاغلو استادانو او پوهانو څخه هم په درنښت غوښتنه کوم تر څو په خپلو اړوندو برخو کې نوي درسي کتابونه او درسي مواد برابر او چاپ کړي، چې له چاپ وروسته د ګرانو محصلینو په واک کې ورکړل شي او د زده کړو د کیفیت په لوړولو او د علمي پروسې په پرمختګ کې یې نېک ګام اخیستی وي.

د لوړو زده کړو وزارت دا خپله دنده بولي چې د ګرانو محصلینو د علمي سطحې د لوړولو لپاره د علومو په مختلفو رشتو کې معیاري او نوي درسي مواد برابر او چاپ کړي.

په پای کې د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمیټې او زموږ همکار ډاکتر یحیی وردک څخه مننه کوم چې د دی کتاب د خپرولو لپاره یې زمینه برابره کړېده.

هیله منده یم چې نوموړې ګټوره پروسه دوام وکړي او پراختیا ومومي تر څو په نیږدې راتلونکې کې د هر درسي مضمون لپاره لږ تر لږه یو معیاري درسي کتاب ولرو.

په درنښت

پوهنمل دوکتور نجیب الله خواجه عمری

د لوړو زده کړو وزیر

کابل، ۱۳۹۷

د درسي کتابونو چاپول

قدرمنو استادانو او ګرانو محصلینو!

د افغانستان په پوهنتونونو کې د درسي کتابونو کموالی او نشتوالی له لویو ستونزو څخه ګڼل کېږي. یو زیات شمیر استادان او محصلین نویو معلوماتو ته لاس رسی نه لري، په زاړه میتود تدریس کوي او له هغو کتابونو او چپترونو څخه ګټه اخلي چې زاړه دي او په بازار کې په ټیټ کیفیت فوتوکاپي کېږي.

تر اوسه پورې موږ د ننګرهار، خوست، کندهار، هرات، بلخ، البیروني، کابل،کابل طبي پوهنتون او کابل پولي تخنیک پوهنتون لپاره ۲۷۸ عنوانه مختلف درسي کتابونه د طب، ساینس، انجنیري، اقتصاد، ژورنالیزم او زراعت پوهنځیو (۹۶ طبي د آلمان د علمي همکاریو ټولنې DAAD، ۱۶۰ طبي او غیر طبي د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمېټې Kinderhilfe-Afghanistan، ۷ کتابونه د آلماني او افغاني پوهنتونونو ټولنې DAUG، ۲ کتابونه په مزار شریف کې د آلمان فدرال جمهوري جنرال کنسولګري، ۲ کتابونه د Afghanistan-Schulen، ۱ د صافی بنسټ لخوا، ۱ د سلواک ایډ او ۸ نور کتابونه د کانراد ادناور بنسټ) په مالي مرسته چاپ کړي دي.

د یادونې وړ ده، چې نوموړي چاپ شوي کتابونه د هېواد ټولو اړونده پوهنتونونو او یو زیات شمېر ادارو او مؤسساتو ته په وړیا توګه وېشل شوي دي. ټول چاپ شوي کتابونه له www.afghanistan-ecampus.org ویب پاڼې څخه ډاونلوډ کولای شئ.

دا کړنې په داسې حال کې تر سره کېږي چې د افغانستان د لوړو زده کړو وزارت د (۲۰۱۰ - ۲۰۱۴) کلونو په ملي ستراتیژیک پلان کې راغلي دي چې:

"د لوړو زده کړو او د ښوونې د ښه کیفیت او زده کوونکو ته د نویو، کره او علمي معلوماتو د برابرولو لپاره اړینه ده چې په دري او پښتو ژبو د درسي کتابونو د لیکلو فرصت برابر شي د تعلیمي نصاب د ریفورم لپاره له انګریزي ژبې څخه دري او پښتو ژبو ته د کتابونو او درسي موادو ژباړل اړین دي، له دې امکاناتو څخه پرته د پوهنتونونو محصلین او استادان نشي کولای عصري، نویو، تازه او کره معلوماتو ته لاس رسی پیدا کړي."

مونږ غواړو چې د درسي کتابونو په برابرولو سره د هیواد له پوهنتونونو سره مرسته وکړو او د چپټر او لکچر نوټ دوران ته د پای ټکی کېږدو. د دې لپاره دا اړینه ده چې د لوړو زده کړو د موسساتو لپاره هر کال څه نا څه ۱۰۰ عنوانه درسي کتابونه چاپ شي.

له ټولو محترمو استادانو څخه هیله کوو، چې په خپلو مسلکي برخو کې نوي کتابونه ولیکي، وژباړي او یا هم خپل پخواني لیکل شوي کتابونه، لکچر نوټونه او چپټرونه ایډېټ او د چاپ لپاره تیار کړي، زمونږ په واک کې یې راکړي چې په ښه کیفیت چاپ او وروسته یې د اړوند پوهنځیو، استادانو او محصلینو په واک کې ورکړو. همدارنګه د یاد شویو ټکو په اړوند خپل وړاندیزونه او نظریات له مونږ سره شریک کړي، تر څو په ګډه پدې برخه کې اغیزمن ګامونه پورته کړو.

د مؤلفینو او خپروونکو له خوا پوره زیار ایستل شوی دی، ترڅو د کتابونو محتویات د نړیوالو علمي معیارونو په اساس برابر شي، خو بیا هم کیدای شي د کتاب په محتوی کې ځینې تیروتنې او ستونزې ولیدل شي، نو له درنو لوستونکو څخه هیله مند یو تر څو خپل نظریات او نیوکې مؤلف او یا مونږ ته په لیکلي بڼه راولیږي، تر څو په راتلونکي چاپ کې اصلاح شي.

له افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمیټې او د هغې له مشر ډاکتر ایروس څخه ډېره مننه کوو چې د دغه کتاب د چاپ لګښت یې ورکړی دی، دوی تر دې مهاله د ننګرهار پوهنتون د ۱٦۰ عنوانه طبي او غیرطبي کتابونو د چاپ لګښت پر غاړه اخیستی دی.

د جي آی زیت (GIZ) له دفتر او CIM (Center for International Migration & Development) څخه، چې زما لپاره یې له ۲۰۱۰ نه تر ۲۰۱٦ پورې په افغانستان کې د کار امکانات برابر کړي وو، هم د زړه له کومې مننه کوم.

د لوړو زده کړو له وزیر پوهنمل دوکتور نجیب الله خواجه عمری، علمي معین پوهنمل دیپلوم انجنیر عبدالتواب بالاکرزی، مالي او اداري معین ډاکتر احمد سیر مهجور، مالي او اداري رئیس احمد طارق صدیقي، په لوړو زده کړو وزارت کې سلاکار ډاکتر ګل رحیم صافي، د پوهنتونونو رئیسانو، د پوهنځیو رییسانو او استادانو څخه مننه کوم چې د کتابونو د چاپ لړۍ یې هڅولې او مرسته یې ورسره کړې ده. د دغه کتاب له مؤلف څخه ډېر منندوی یم او ستاینه یې کوم، چې خپل د کلونو-کلونو زیار یې په وړیا توګه ګرانو محصلینو ته وړاندې کړ.

همدارنګه د دفتر له همکارانو هر یو حکمت الله عزیز او فهیم حبیبي څخه هم مننه کوم چې د کتابونو د چاپ په برخه کې یې نه ستړې کیدونکې هلې ځلې کړې دي.

ډاکتر یحیی وردک، د لوړو زده کړو وزارت سلاکار

کابل، جولای ۲۰۱۸

د دفتر ټیلیفون: ۰۷۵٦۰۱۴٦۴۰

ایمیل: textbooks@afghanic.de

د پـــيل خـــبرې

د لوي خداى (ج) ډېر شكرګزاريم چې ماته يې ددې وس او توان راكړ ،چې د ننګرهار پوهنتون د انجنيري پوهنځي د سيول انجنيري څانګې د درنو استادانود پريكړې سره سم د محصلينو اود هېواد انجنيرانو دستونزو د حل لپاره د اوسپنيزكانكرېټي عناصرو د لومړۍ برخې درسي كتاب تاليف كړم .

دا مهال د ټولو هېوادپالونكو مسلكي او اكاډميكو شخصيتونو دا دنده چې په خپله مسلكي برخه كې دخپل ګران هېواد افغانستان د ودانولو اوجوړولو لپاره نه ستړې كېدونكي هڅه او هاند وكړي. چې په دې لړ كي ما هم د خپل تاريخي رسالت او دندي د سرته رسولو لپاره دا درسي كتاب تاليف كړ.

د دې درسي كتاب په تيارولو او برابرولو كې ماسره په تخنيكي برخه كې دقدرمن استاد پوهاند ديپلوم انجنير محمد اجمل «صافي» او دسيول انجنيري څانګې ټولو استادانو مرسته كړې ده چې د مشورو څخه يې ډېره مننه كوم. همدارازد دې درسي كتاب د متن د ليكنې په برخه كې د ژبو او ادبياتو پوهنځي د پښتو څانګې قدرمنو استادانو هر يو پوهاند شاولي خان او پوهنوال جانس زړن ، له مرستو او همكاريو څخه د زړه له كومي منندوى يم ، چې په ډېر خلاص مټ او ورين تندي يې له ماسره مرسته كړې ده اود اثر ژبنې اړخ يې كره كړى دى. په پاى كې له ټولو هغو لوستونكو څخه چې دا درسي كتاب مطالعه كوي احترامانه هيله لرم چې د اثر د تېروتنو او نيمګړتياو په لېرى كولو كې ، خپل نظرونه او نيوكې له ماسره شريكې كړي .

په درنښت

پوهندوى ديپلوم انجينر عبادالرحمن مومند

لیکلړ

سرلیک	مخ
سریزه	1

لومړی فصل

د اوسپنیز کانکریټو ماهیت او پېژندګلوي

1.1 - پېژندنه	4
2.1- داوسپنیز کانکریټو تاریخي پس منظر	11
3.1- داوسپنیز کانکریټو د اجزاو مناسبوالی او اندولتیا	15
4.1- د اوسپنیز کانکریټو ګټورتیا	19
5.1- د اوسپنیز کانکریټو نیمګړتیاوې	21
6.1- داوسپنیز کانکریټو د طرحې کودونه او ستندردونه	22
لنډیز	28
پوښتنې	30
ماخذونه	31

دویم فصل

داوسپنیز کانکریټو لپاره مواد

1.2- پېژندنه	3
2.2- سمنټ او د هغې اجزاوو ي	44
3.2- ډکوونکې مواد	65

4.2- اوبـــه 95
5.2- کیمیاوي ګډونکي مواد 98
6.2- تازه کانکرېټ او د هغې خواص 101
7.2- د کانکرېټو د ارتجاعیت مودول 120
8.2 - د کانکرېټو د پواسون ضریب یا نسبت 121
9.2- د کانکرېټو کششي مقاومت 122
10.2- په کږېدنه (انحناء) کې د کانکرېټو کششي مقاومت 125
11.2- د کانکرېټو د مخلوط طرحه او محاسبه 126
12.2- د کانکرېټو انقباض 140
13.2- د کانکرېټو ځکیدنه (خزش) 143
14.2- فولادي سیخان او د هغوي خواص 145
لـــنډیـــز 160
پوښتنې 163
ماخذونه 165

دریـــم فـــصل

د اوسپـنیزو کانکرېټو د طرحې طریقې او بارېدنه

1.3- پـــېـــژنـــدنـــه 167
2.3- د طرحې او محاسبې موخې 168
3.3- د محاسبې مرحلې 169
4.3 - بارونه 170
5.3- د اوسپنیز کانکرېټو د محاسبې طریقې 181
6.3- د محاسبې یا ډیزاین بنسټیزه اړیکې 198
7.3- ساختماني ډاډمنتیا 203
8.3- د بارونو ضریبي کېدنه او د کوږوالی (انحنایي) مومنټ ډېرېدنه 209

9.3 - د اوسپنيز کانکرېټي ساختمانونو پلټنه 218
لــــنډيــز 220
پوښتنې 222
ماخذونه 226

څلـورم فـصـل

د اوسپنيز کانکرېټي انحنايي عناصرو محاسبه

1.4- پـــېـــژنـــدنـــه 228
2.4- د اوسپنيز کانکرېټو انحنايي خواص 229
3.4- د اوسپنيز کانکرېټو د انحنايي ويجاړېدنې خواصو ساده تحليل 238
4.4 - د يوګوني سيخبندي شويو کانکرېټي ګاډرونو تحليل او محاسبه 244
5.4- د اوسپنيز کانکرېټي ګاډرجزيات 252
6.4 - په کړېدنه کې د يوګوني سيخبندي شوی اوسپنيز کانکرېټي ګاډرونو تحليل..... 264
7.4- په کړېدنه کې د يوګوني سيخبندي شوی اوسپنيز کانکرېټي ګاډرونو محاسبه.. 272
لـنډيـز........ 293
پوښتنې 294
ماخذونه........ 303

پنځم فصل

د يولوريزه پوښښ تختو تحليل او محاسبه

1.5 - پـــېژنـــدنـــه 305
2.5- د يولوريزه پوښښ تختو تحليل او محاسبه 309
3.5- د يولوريزه پوښښ تختو مومنټونه او عرضي قوې 314
4.5- د يولوريزه پوښښ تختولپاره داساسي سيخانو محاسبه 324
5.5- د تودوخې او انقباضي سيخانو محاسبه 327

6.5- په یولوریزه پوښ تختو کې د سیخانو ځای په ځای کول................................ 329
لـــنـډیــز.. 382
پوښتنې.. 383
ماخذونه.. 387

شپږم فـــصل

د T - ډوله ګاډرونو تحلیل او محاسبه

1.6- پـــېـــژنــــدنـــه.. 389
2.6 - د T - ډوله ګاډر فعاله عرضاني مقطعه................................ 397
3.6 - د T - ډوله مقطعې لرونکو ګاډرونو تحلیل............................ 399
4.6- د T - ډوله ګاډرونو په مقطعو کې اعظمي او اصغري کششي سیخان............ 418
5.6- د T - ګاډرونو محاسبه.. 422
لـــنـډیــز.. 432
پوښتنې.. 433
ماخذونه.. 440

اووم فـــصل

د دوه ګونو سیخبندي شویو او سپنیز کانکریټي ګاډرونو تحلیل او محاسبه

1.7 - پـــېژنــدنــه.. 442
2.7- د ګاډر د مقطعې په مقاومت او خواصو د فشاري سیخانو اغېزه.................. 446
3.7 - د کوږوالي مومنټ د ظرفیت په ډېریدنه کې د فشاري سیخانو اغېزمنتیا........ 449
4.7 - د دوه ګونو سیخبندي شویو او سپنیزکانکریټي ګاډرونو تحلیل.................. 450
5.7 - د دوه ګونو سیخبندي شویو او سپنیز کانکریټي ګاډرونو محاسبه.............. 467
لـــنـډیــز.. 475
پوښتنې.. 476
ماخذونه.. 478

اتـم فصل

د اوسپنیز کانکرېټي ګاډرونو د پرېکښدنې خواص ، تحلیل او محاسبه

1.8 - پـــېژنـدنـه 480

2.8 - په متجانسو ارتجاعي ګاډرونو کې قطري کشش 481

3.8 - د پرېکښدنې او کوږوالي له امله د کانکرېټي ګاډرونو درز کېدنه 486

4.8- د ګاډرونو لپاره د (ACI) کود د عرضاني قوې د محاسبې معادله 492

5.8 - د اوسپنیز کانکرېټي ګاډرونو په پرېکښدنه کې تحلیل او محاسبه 499

6.8- د عرضاني سیخانو اړتیا 503

7.8- د عرضاني سیخانو تر منځ اعظمي فاصله 504

8.8- د اوسپنیز کانکرېټي ګاډرونو لپاره اعظمي عرضاني قوې 505

9.8- د عرضاني سیخانو اصغري مساحت 506

10.8- د عرضاني سیخانو اعظمي مساحت 507

11.8 - د عرضاني قوو په وړاندې د محاسبې کړنلاره 508

12.8- د قیچي موډل په واسطه د اوسپنیز کانکرېټي ګاډرونو د پرېکښدنې تحلیل 534

13.8- کوربلونه او د عرضاني قوو اصطکاک 540

14.8- د ژور ګاډرونو د عرضاني قوو د محاسبې لپاره معمولي طریقه 545

لـــنـډیـــز 548

پوښتنې 549

ماخذونه 552

نهـم فــصل

د فولادی سیخانو او کانکرېټو نښلېدنه او انکشافی اوږدوالی

1.9 - پـــېـژنـــدنـــه 554

2.9- د نښلېدنې ،کږېدنې د ښویېدنې له امله د کانکرېټو د چاودیدنې تخریب 555

3.9- د فولادي سیخانو د پرېکېدنې نقطو پېژندنه 558

4.9- په کشش کې د پراختیایې اوږدوالی یا غځېدنې په اړه د کود غوښتنې 563

5.9- په کشش کې د کود د غوښتنې له مخې د قات کېدونکې سیخ د پراختیایې یا غځېدنې اوږدوالی 574

6.9 - کششي پیوندونه 584
7.9- په فشار کې د غځېدنه او پیوندېدنه 587
8.9- د پایو یا ستنو پیوندونه 591
9.9- د افقي سیخبندۍ پراختیا یا غځېدنه 593
10.9- بنډل شوي (د څو سیخانو یو ځای کېدنه) سیخان 597
11.9- په کشش کې د سرلرونکو سیخانو په واسطه میخانکي کرېدنه 599
لـــنډیـــز 602
پوښتنې 603
ماخذونه 608

ســــــريـــــزه

له لوی او مهربان خدای (ج) ډېر شکر ادا کوم ،چې ما ته يې دا فرصت برابر کړ ، تر څو د اوسپنيزو کانکرېټو د تدريس او د اوسپنيزو کانکرېټو د بنسټيزو مفاهيمو سره د پېژندګلوۍ لپاره د اوسپنيزکانکرېټي عناصر ، تر سرليک لاندې د درسي کتاب لومړۍ برخه تاليف کړم. د دې کتاب په ليکنه کې کوښښ شوی دی ، چې يوازې د محاسبو کړنو په ښوولو بسنه ونه شي، بلکې هڅه شوې چې د هرې برخې مفاهيم په ژوره توګه ، خو په ډېره ساده او په يوه مناسبه ډول توضيح او تشريح شي. له دې امله په دې درسي کتاب کې ډېری تشريح شوي مطالب او مفاهيم د محصلانو د زده کړو د بشپړېدنې او د ښه درک لپاره هم ډېر ګټور دي . د درسي کتاب د کيفيت د لاښه کولو لپاره زيار شوی دی چې ټول شکلونه او فورمولونه په ډېر دقت سره په متن کې په ښه ډول ځای په ځای شي.

د درسي کتاب په برابرولو کې د لوړو ، معتبرو او ډېرو نويو ماخذونو سره په ځانګړې توګه له (2008)، (2011) او (2014) کلونو (ACI Code) ستنډرد څخه ګټه اخيستل شوې ده. يعنې دا درسي کتاب د (ACI Code) د (2014) کال پر مبنا تاليف شوې دی. په دې معنی چې د دې درسي کتاب په تيارولو کې له (1383) هل او له (2003) ز کلونو څخه پخوانې ماخذونه نه دي کارېدلي ، نو له دې امله په پښتو ژبه کې لومړنې درسي کتاب دی.

د دې درسي کتاب د هر فصل په پای کې لنډيز او د محصلينو له خوا د ځوابولو او حلولو لپاره د پوښتنو مجموعه په پام کې نيول شوې ده. دا مجموعه د هماغه فصل د اړونده تشريح شوو موضوعګانو پورې تړلې له يو لړ پوښتنو څخه ترکيب مومي ، چې زما په اند د محصلينو په مسلکي زده کړو به مثبته اغېزه وکړي.

د اوسپنيزکانکرېټي عناصرو په لومړۍ برخه کې د دې مضمون د مفرد لومړي سمستر د مفرداتو سره سم نهه فصلونه ځای په ځای شوي دي ، لومړنې فصل يوازې د کانکرېټو او اوسپنيزو کانکرېټو پېژندګلوۍ ته ځانګړې شوې دی . په دويم فصل کې کانکرېټ ، د کانکرېټو مسالې ، د کانکرېټو ترکيبي اجزاو او د هغوې کيمياوي ، فزيکي او ميخانيکي خواص او د فولادي سيخانو فزيکي او ميخانيکي خواص په ډېره ساده او روانه ژبه تشريح

شوي دي. په دې فصل کې هڅه شوې ده ،چې د کانکريټو مسالې د کارېدنې نوې کړنلارې هم په پام کې ونیول شي.

د درسي کتاب په درېیم فصل کې د اوسپنيزوکانکريټو د محاسبې طريقې او ستندردونه تشريح شوي دي. په دې فصل کې په ترتيب سره د هرې محاسبوي طريقې د بارېدنې ، د تشنجاتو او قوود تحليل شرايط چې په ننني وخت کې يې انجنيران او متخصصين کاروي ، په ځانګړې توګه داوسپنيزوکانکريټو د محاسبې لپاره په ښه توګه تشريح شوي دي.

په څلورم فصل کې د اوسپنيزوکانکريټو انحنايي خواص، تحليل او محاسبه ، د اوسپنيزکانکريټي ګاډر سيخبندۍ نسبت اوجزيات ،په کږېدنه يا انحناء کې ديوګوني سيخبندي شوی اوسپنيز وکانکريټي ګاډرونو تحليل او ارزونه تشريح شوې ده. په دې فصل کې کوښښ شوې دي ، چې په اسانه او ساده ډول د مستطيلي مقطعې طرحه او محاسبه ګام په ګام د بار او مقاومت د محاسبوي (LRFD) او حدي حالت طرېقوپه واسطه د (ACI318-14) کود پر بنسټ سرته رسيدلي دي.

په پنځم فصل کې د يو لوريزه پوښښ تختو پېژندنه ، د يولوريزه پوښښ تختو تحليل او محاسبه،د بارونوله اغېزې مومنټونه او عرضي قوې ، داساسي سيخانو محاسبه ، د تودوخې او انقباضي سيخانو محاسبه او د سيخانو ځای په ځای کول د بار او مقاومت د محاسبوي (LRFD) او حدي حالت طرېقوپه واسطه د (ACI318-14) کود پر بنسټ سرته رسيدلي دي.

په شپږم فصل کې د T - ډوله ګاډرونو تحليل او محاسبه تر سرليک لاندې د T - ډوله ګاډرونو پېژندنه، د ځانګړې او د پوښښ تختو سره نښتي T- مقطعه لرونکي ګاډرونه، دT - ډوله مقطعې لرونکو ګاډرونو دمثبت او منفي مومنټونوپه شتون کې تحليل او ارزونه د بار او مقاومت د محاسبوي (LRFD) او حدي حالت طرېقوپه واسطه د (ACI318-14) کود پر بنسټ توضيح او تشريح شوي دي.

په اووم فصل کې د دوه ګونو سيخبندي شوو اوسپنيز وکانکريټي ګاډرونو تحليل او محاسبې تر سر ليک لاندې د د دوه ګونو سيخبندي شوو اوسپنيز کانکريټي ګاډرونوپېژندنه، د کوږوالي مومنټ د ظرفيت په ډېريدنه کې د فشاري سيخانو

اغېزمنتیا، تحلیل ، محاسبه او ارزونه د بار او مقاومت د محاسبوي (LRFD) او حدي حالت طریقو په واسطه د (ACI318-14) کود پر بنسټ توضیح او تشریح شوي دي.

په اتم فصل کې د اوسپنیز کانکرېټي ګاډرونو د پرېکېدنې خواص، تحلیل او محاسبې تر سر لیک لاندې ،پېــــژنــدنــه په متجانسو ارتجاعي ګاډرونو کې قطري کشش، د پرېکېدنې او کوږوالي له امله د کانکرېټي ګاډرونو درز کېدنه، د ګاډرونو لپاره د (ACI)کود د عرضاني قوې د محاسبې معادله، د اوسپنیز کانکرېټي ګاډرونو په پرېکېدنه کې تحلیل او محاسبه، د عرضاني سیخانو اړتیا، د عرضاني سیخانو تر منځ اعظمي فاصله، د اوسپنیز کانکرېټي ګاډرونو لپاره اعظمي عرضاني قوې او د عرضاني قوو په وړاندې د محاسبې کړنلاره تشریح او توضیح شوې ده.

په نهم فصل کې د فولادی سیخانو او کانکرېټو نښلېدنه او پراختیایي اوږدوالي تر سر لیک لاندې، د نښلېدنې پېژندنه، د نښلېدنې ،کرېدنې د ښویېدنې له امله د کانکرېټو د چاودیدنې تخریب، د فولادي سیخانو د پرېکېدنې د نقطو پېژندنې، په کشش او فشار کې د پراختیایې اوږدوالی یا غځېدنې په اړه د کود غوښتنې، په کشش او فشار کې د کود د غوښتنې له مخې دقات کېدونکې سیخ د پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالی ، په کششي او فشاري اجزاوو کې د سیخانو د پیوندونو په هکله څرګندونې شوې دي.

هیله من یم چې دا درسي کتاب د محصلینو، ساختماني انجنیرانو ، متخصصینو او درنو استادانو لپاره یوه مناسبه او وړ درسي مجموعه وي ، چې دوی وکړای شي ، د دې پر بنسټ د ګران هېواد افغانستان په جوړونه او بیا رغونه کې ترې اغېزمنه ګټه واخلي.

لومــړی فصل

د اوسپنــیز کانکــرېــټو مــاهــیت او پــېژنــدګلــوي

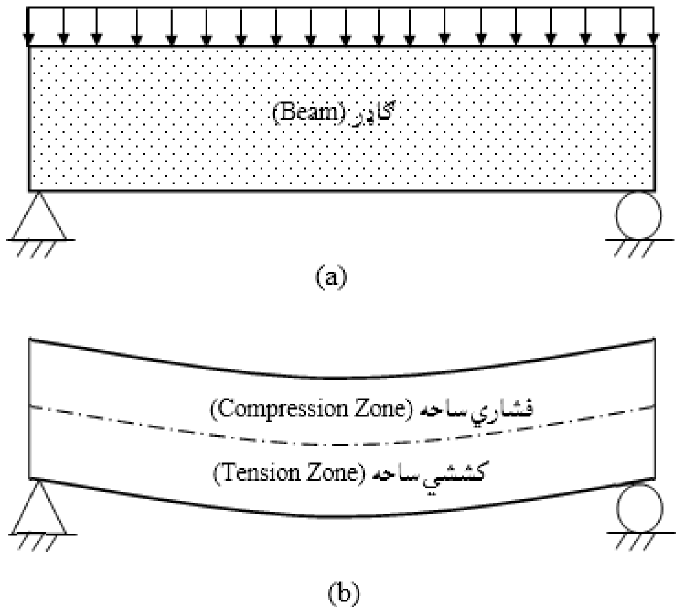
1.1- پــــــېژنــدنــه (Introduction)

او سپنیز کانکرېټ هغه ساختماني ماده چې له دوو نورو ساختماني مادو (کانکرېټو اوفولادي سیخانو) څخه ترکیب مومي او د هغه قوو او تشنجاتو په وړاندې چې د بارونو او یابارېدنې له امله پرې عمل کوي مقاومت او محکمیت ښیي. له ډېرې پخوا زمانې را په دې خوا د انسانانو په واسطه ساختماني مواد اومساله د ساختمانونود جوړولو لپاره کارېږي. د دې ساختمانونو د جوړولو لپاره د ټولو ساختماني موادو اومسالو څخه کولی شو د ارزښت له کبله لرګي ، ډبرې ، فولاد او کانکرېټ لوړ ارزښت لرونکي ساختماني مواد او له هغې څخه جوړېدونکې مساله یاده کړو. په حقیقت کې کانکرېټ د بشر په واسطه یوه لاسي جوړېدونکې ډبره ده ، چې د قبلېدنې وړ یا لوړ فشاري مقاومت لري او د فشاري مقاومت په پرتله ډېر ټیټ کششي مقاومت (د فشاري مقاومت د 10% سلنې تر برېده) لري. داچې په ساختماني عناصرو کې کشش په مستقیمه توګه او یا د کږېدنې یا انحناء له امله رامنځته کېږي ، نو د او سپنیزکانکرېټو (Reinforced Concrete) بنسټیزه نظریه په کشش کې د کانکرېټو د کمزورۍ د جبران له امله رامنځته شوې ده ، چې له کانکرېټو په فشار او له فولادي سیخانو څخه په کشش کې ګټه اخیستل کېږي.

داو سپنېزو کانکرېټو د خواصود ځانګړتیاد پیژندګلوۍ لپاره د یو شانته بار شوېو ګراویټي یا ثقلي (ستاتیکي) بارونو لاندې ، چې د کږېدنې یا انحناء مثبت مومنټ ولري ، یو ساده اتکاء لرونکي ګاډر ، د یو ې بېلګې په توګه په پام کې نیسو . په (1.1- شکل) کې دغه فرض شوی ګاډر د بارېدنې د شرایطو او د شکل بدلون له ډول سره ښودل شوي دي. په شکل کې لیدل کېږي ، چې د ګاډر له غېر فعال (خنثی) محور (Neutral Axis) څخه پاسنۍ برخه د فشار(Compression) لاندې چې فشاري ساحه (Compression Zone)

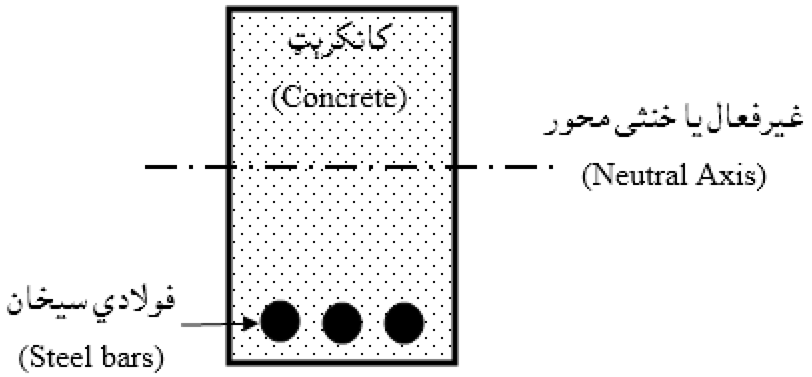
نومبړي واقع کېږي ، پر همدې مهال د ګاډر له غېر فعال (خنثی) محور (Neutral Axis) څخه لاندېنۍ برخه د کشش (Tension) لاندې چې کششي ساحه (Tension Zone) نومېږي واقع کېږي ، چې په پایله کې پرې دبار له امله د کږېدنې یا انحناء مومنټ عمل کوي.

د کږېدنې مومنټ په کشش کې د کانکرېټي ګاډر د کمزوري مقاومت له امله په کششي ساحه کې د درزونو د پیداکېدنې لامل کېږي او دا درزونه په چټکۍ سره د غیر فعال (خنثی) محور په لوري ادامه پیداکوي ، چې په پایله کې ګاډر د ویجاړېدنې یا تخریب سره مخ کېږي. خو که دا سې یو ګاډر چې د هغې په کششي ساحه کې فولادي سیخان (Steel bars) په پام کې و نیول شي (لکه په 1.2- شکل کې د ګاډر بنودل شوي مقطعي په څېر) ، نو په کششي ساحه کې د درزونو د پیداکېدنې څخه مخنیوي کېږي. یانې دا چې د ګاډر په کششي ساحه کې د فولادي سیخانو په شتون کې د هغې کششي مقاومت لوړېږي او د کږېدنې او انحناء له امله رامنځته شوي کششي قوه فولادي سیخان زغمي او د درزونو له پیداکېدنې څخه مخنیوي کوي [1 : 4].



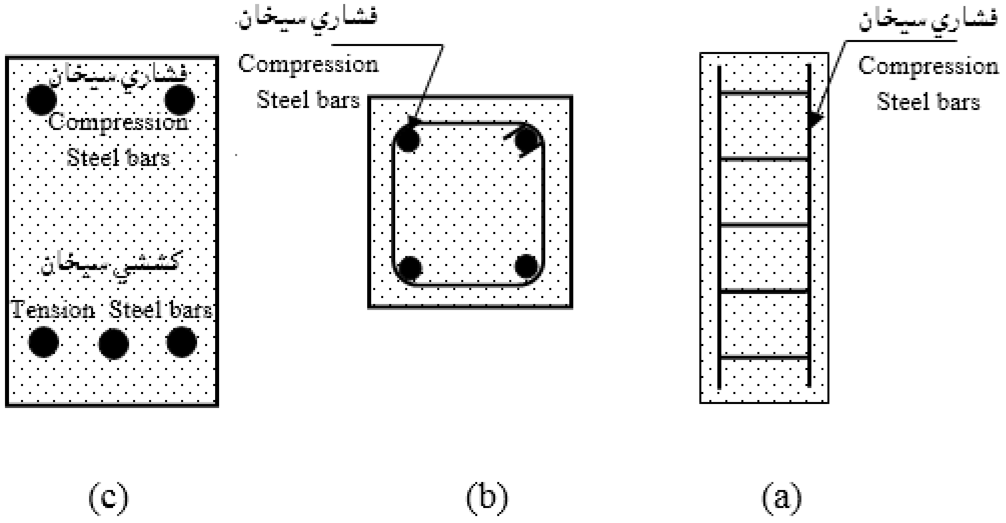
1.1- شکل: په یوشانته بارشوي کانکرېټي یامتجانس ګاډر کې کشش او فشار. (a)- یوشانته بار شوی کانکرېټي ګاډر. (b)- دباربدنې له امله د ګاډر بدل شوی شکل[5 : 1].

دا چې کانکرېټ د چاپېریال ساتنې لاملونو سره ځان جوړونکي دي، د دې وړاند ېز شوې ګډې کارکونې لومړنۍ ګټه دا ده چې کانکرېټ کولی شي فولادي سیخان د زنګ خوړنې او اور په وړاندې خوندي وساتي. د همدې پرنسیپونو پر بنسټ د اوسپنیز کانکرېټي ګاډر مقطعه په (2.1- شکل) کې ښودل شوې ده ، چې په هغې کې کانکرېټ په ډېره پیمانه کاریږي ، تر څو فشاري تشنجات و زغمي او فولادي سیخان خوندي کړي، خود کششي تشنجاتو په وړاندې د مقاومت د وړتیا لپاره فولادي سیخان په لږ نسبت کاریږي.



2.1 - شکل: د ټیپیک اوسپنیز کانکرېټي ګاډر مقطعه [1:5].

د پورتنۍ نظریې سره سره چې د فولادي سیخانو څخه په کششي ساحه کې د کششي قوو د زغم لپاره ګټهور ثابت شو ، خو د کانکرېټو سره یو ځای د فشاري قوو په زغم کې هم له ځانه پوره وړتیا ښیي ، له همدې امله په پایو یا ستنو او یا هم د ګاډرونو په فشاري ساحه کې کانکرېټو سره یو ځای د فشاري قوو په وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره کارېږي لکه په لاندېني (3.1- شکل) کې چې ښودل شوي دي.



3.1- شکل: په پايو يا ستنو او د ګاډرونو په فشاري ساحه کې کارېدلي فولادي سيخان ، (a)- د پايې سيخبندي، (b)- د پايې عرضي مقطع ، (c)– د ګاډر عرضي مقطع[2:2].

د يادونې وړ ده ، چې په ځينو حالتونو کې د اوسپنيز کانکريټي عنصر په کششي ساحه کې ممکن د کششي تشنجاتو د عمل په لوري داسې درزونه پيدا شي ، چې له فولادي سيخانو څخه تير شي او د غيرفعال محور نژدې ساحې ته ورسېږي ، خو د دې ډوله درزونو عرض ډېر محدود (د 0.3mm ملي مترو څخه کوچنی) وي، نو له دې امله د اوسپنيزکانکريټي عنصر په کړنه کومه اغېزه نه لري [3 :2] .

له همدې امله اوسپنيز کانکريټ په نړيواله کچه په ټولو هيوادونو کې د ساختمانونو او ودانيو د جوړولو لپاره کارېږي او د بېلا بېل ډوله ساختمانونو په جوړولو کې اوسپنيزکانکريټ د هغې د تيارېدنې او محاسبې د توپير له مخې په لاندېنيو دوو ډولونو وېشل کېږي:

1- عادي اوسپنيز کانکريټ (Ordinary Reinforced Concrete): هغه اوسپنيزکانکريټ دي چې په معمولي ډول د کانکريټو او فولادي سيخانو د يو ځای کارېدنې له مخې او پرته له کومو اضافي قوو او يا تشنجاتو د واردېدنې په پام کې نيولو څخه ، په لاس راځي .

2- مخکني متشنج شوي اوسپنيز کانکريټ (Priestesses Reinforced Concrete): مخکني تشنج په يوه جسم کې د داخلي تشنج پيداکول دي، تر څو د هغه تشتج په وړاندې چې د بيروني قوو د اغېزو له امله رامنځته کېږي ، د اړتيا په اندازه خنثی کړي او يا هم مخکنی

تشنج د هغه تشنجاتو په وړاندې چې په عناصرو کې د ګټې اخیستنې بارونو له امله پیداکیږي د دایمي مخالفو تشنجاتو رامنځته کول دي ، چې همدا د مخکنیو متشنج شویو کانکریټو بنسټیز کار دی [1 : 161].

د یوې مرکبې مقطعې او په کششي ساحه کې د کمزورۍ د جبران کېدنې د تولید لپاره بله طریقه د مخکنیو متشنج شویو او سپنیزو کانکریټو د تیارولو طریقه ده ، چې د هغې اصلي او بنسټیزه نظریه د عادي او سپنیزو کانکریټو د نظریې سره توپیر لري. د عادي او سپنیزو کانکریټو په مقطعو کې د کششي تشنجاتو په وړاندې مقاومت د کششي سیخانو په غاړه دی او په کششي ساحه کې د مجازي عرض په لرلو سره د درزونو پیداکېدنه مجوزه ګڼل کیږي. خو په مخکنیو متشنج شویو او سپنیزو کانکریټو کې ، په کانکریټي مقطعو کې د لومړنې فشاري تشنجاتو په پیداکېدو سره داسې شرایط برابرېږي، چې د کړېدنې له امله را پیدا شوي تشنجات ، لومړنې فشاري تشنجات خنثی کوي او په دې ډول په مقطعه کې بیخې کششي تشنجات نه را پیداکیږي او یا هم که کششي تشنجات را پیداکیږي، نو هغه په ډېر لږ او اندکه وي او د کانکریټو له کششي مقاومت څخه به نه ډېرېږي. نو له دې امله په مخکنیو متشنج شویو او سپنیز کانکریټو کې هیڅ مهال درزونه نه رامنځته کیږي او د په یوه کانکریټي عنصر کې د هغې د مخکني متشنج کېدنې څخه موخه د بارونو له اغیزې د را پیدا شویو کړېدنې یا انحنایي مومنټ له امله د کششي تشنجاتو او درزونو د پیداکېدنې محدودیت دی [3 : 9].

مخکني متشنج شوي او سپنیز کانکریټ په دوو طریقو د مخکنۍ کششي قوې د واردېدنې (Pre-Tensioned) او وروستنۍ کششي قوې د واردېدنې (Post-Tensioned) په واسطه تر سره کیږي. د مخکنۍ کششي قوې د واردېدنې په طریقې کې لومړی مخکني واردېدونکي کیبلونه چې لوړ مقاومت لري او د مقاومت اندازه یې د تسلیمېدنې په تشنجاتو کې د (1,200MPa) څخه تر (2,000MPa) وي غوره کیږي او د قالب له دننه څخه تېریږي ، کله چې د کانکریټو د مقاومت (معمولاً د اوو ورځو څخه وروسته) کیبل خلاصېږي. په دې ډول په کیبل کې د لومړنۍ کششي قوې عکس العمل او غبرګون د کانکریټو په مقطعې د فشاري قوې په ډول اغیزه کوي. همدارنګه وروسته کششي قوي

وارديدنه کې غوره شوی کیبل د یوه پوښ سره د قالب په یوه مناسب او ور ځای کې ځای په ځای کېږي او بیا په قالب کې کانکرېټ اچول کېږي. د کانکرېټو د یو څه سختی د حاصلولو څخه وروسته کانکرېټي عنصر ټاکلي موقیعیت ته انتقالېږي او په ټاکل شوي ځای کې اېښودل کېږي. بیا ځای په ځای شوی کیبل یو لوري ته تړل شوی وي او بل لوري ته د کشش کوونکي دستګاه په واسطه په لازمي اندازه کشش کېږي او د کش کېدنې څخه وروسته د کیبل دا لوری هم تړل کېږي. د کیبل د تړ کېدنې څخه وروسته د کیبل د کششي قوي عکس العمل او غبرګون د کانکرېټي جز په مقطعه د فشاري قوې په ډول اغېزه کوي . نو په دې ډول مخکې متشنج شوي او سپنیز کانکرېټ تیارېږي [2:7].

د مخکني متشنج شویو او سپنیز کانکرېټو مهم خواص د دایمي درزونو نه لرل دي ، چې همدا مسئله ده چې عمر یې په هر ډول چاپیریال کې ډېروي او د عادي او سپنیز کانکرېټو په پرتله یې ګټورتیا په دې کې ده چې درزونه نه لري. همدارنګه د عادي او سپنیز کانکرېټو په پرتله یې وزن څو ځلې لږ دی [1 : 163,164] .

او سپنیز کانکرېټ او د او سپنیز کانکرېټی ودانۍ د جوړښت له مخې په لاندې نیو درېو ګروپونو وېشل کېږي:

1- یو ریخت او سپنیز کانکرېټ (Monolithically Reinforced Concrete) عناصر او ودانۍ.

2- فابریکوی (مخکې تولید شوي) او سپنیز کانکرېټ (Precast Reinforced Concrete) عناصر او ودانۍ.

3- مرکب او سپنیز کانکرېټ (Combined Reinforced Concrete) عناصر او ودانۍ.

1- هغه او سپنیز کانکرېټی عناصر او ودانۍ چې کانکرېټ یې مستقیماً د ودانۍ د جوړیدلو په ساحه کې تیار په قالبونو کې اچول کېږي ، د یو ریخت او سپنیز کانکرېټی عناصرو او ودانیو له ډول څخه دي. د دې ډول ودانیو جوړولو لپاره قالبونو او هغو تجهیزاتو ته چې قالبونه په خپل ټاکلی ځای کې محکم ساتي اړتیا ده، خو قالبونه باید دلندو کانکرېټو د وزن او هایدروستاتیکي فشار سربېره د هغو بارونو په وړاندې چې د کانکرېټ اچولو پر مهال د هغې له پاسه عمل کوي ، مقاوم او ځواکمن وي. د غه قالبونه او

تجهیزات یو ائحې هغه وخت لیری کېږي ، چی کانکرېټ خپل اړین مقاومت لاسته راوي [9 : 17].

په دې ډول ودانیو کی د کانکرېټ د اچولو څخه مخکې په قالبونو کې فولادي سیخان او کرکاسونه په ټاکلو ځایونو کې ځای پر ځای کېږي او بیا کانکرېټ اچول کیږی. په سړو (ژمي) او تودو (اوړي) موسمونو کې د دې ډول او سپنیز کانکرېټي عناصرو او ودانیو د کانکریټو تیارول او اچول ډېر ستونزمن وي، نو ښه به دا وي چی له دې ډول عناصرو او ودانیو څخه په هغه ځایونو کی ګټه واخیستل شي چی هلته ساختماني فابریکي او تولیدي زېرمې شتون ونه لري.

2- هغه او سپنیز کانکرېټی عناصر او ودانۍ چې د هغې اجزا په مخصوصو ساختماني فابریکو کې تیارېږی او د ساختمان محل یا ځای کې یو ازې هغه تړل کېږی ، د مخکنیو تیارو شویو یا فابریکوي ودانیو له ډول څخه دي. د فابریکوی او سپنیز کانکرېټی ودانیو د کار زیار او زحمت دیو ریخت او سپنیز کانکرېټي عناصرو او ودانیو په پرتله (3-4) ځلې لږ وي. د قالبونو او له هغه تجهیزاتو څخه چې قالبونه پرې محکم نیول کېږي لګښت یې کمېږي او په ځینو حالتونو کی بیخې له منځه ځي ، له بلې خوا د ودانۍ د جوړیدلو وخت او مهال په پوره اندازه کمېږي ، د دې ډول ودانیو ساختماني کارونه د کال په اوږدو کې په ټولو موسومونو کې نه تم کېږي.

3- هغه اوسپنیز کانکرېټي عناصر او ودانۍ چې دهغې ځینې برخې د فابریکوي اوسپنیز کانکرېټو او ځینې برخې یې له یو ریخت اوسپنیز کانکرېټو څخه تیارېږی د مرکب اوسپنیز کانکرېټي عناصرو او ودانیو له ډول څخه شمېرل کیږي [2 : 4].

2.1- د اوسپنیز و کانکریټو تاریخي پس منظر

(Historical Development of Reinforced Concrete)

د ساختمانو د جوړېدنې په ساحو کې د اوسپنیزو کانکریټو د اوسنۍ حالت پرمختګ په دې وروستنیو (150) کلنو کې د عالمانو او انجینرانو د نه ستړې کېدونکو هلو ځلو او د پرله پسې څېړنو پایله ده ، چې په ساحو کې یې سرته رسولې دي.

د لومړي ځل لپاره په (1824) ز کال کې جوزف اسپدین (Joseph Aspdin) انګلیسي عالم پورتلنډ سمنټ (Portland Cement) تولید کړل ، چې تر ډېري مودې پورې له سیخانو پرته د ساختماني مسالې په توګه کارېده [6 : 3].

له دې وروسته ایساک جانسن (Isaac Johnson) لومړنی شخص وو چې په (1850) ز کال کې یې تر کلینکر (Clinker) تر بربده د متینې ختې او تباشیر د وربتولو او پخولو په پایله کې سمنټ (Cement) په لاس راوړل چې د شلمې پېړۍ له پیل څخه مخکې یې نړیوال د ښه باکیفیته سمنټو د تولید شاهدان وو . اوسني بېلابېل مقاومت لرونکي ,C-33) (C-34 او (C-53) پورتلنډ سمنټ (Portland Cement) د بېلابېلو ساختمانونو د جوړولو لپاره د نړۍ په هره برخه کې د لاس رسي وړ دي. چې د ځانګړو مشخصاتو او خواصو لرلو سره سره یې ډولونه د لویولارو ، د بحري ساختمانونو، د لوړپوړیزو ودانیو او صنعتي ساختمانونو د جوړولو لپاره کارېږي. د لرغوني روم اوسیدونکو (Romans) د لومړي ځل لپاره د لومړۍ پېړۍ په اوږدو کې د اوسپنې په واسطه معموري ځواکني کړلي ، همدغه راز د فرانسی جوزوف لمبوت (Joseph Lambot) له سمنټو څخه د اوسپنې او سیمانو د جالونو د چوکاټ د پلستر یا د اوسپنیز کانکریټو په کارولو سره د (3.3 m) مترو په اوږدوالي څمڅۍ لرونکي کانکریټي کشتۍ جوړه کړه ، سره له دې چې د دې ډول اوسپنیز کانکریټو اختراع (Joseph Monier) جوزیف مونیر فرانسوي عالم ته نسبت ورکول کېږي او هم نوموړي په (1867) زکال کې د کانکریټو او سیمي جالیو د اوبو اوسپنیزکانکریټی مخزن جوړ کړ، له هغې څخه وروسته جوزیف مونیر(Joseph Monier) تر (1881) زکال پورې په بېلابېلو ساختماني عناصرو لکه د نلونو، ټانکونو، هوارو او مسطحو پوښښ تختو، د پلیو د تګ لپاره د پلونو، کمانونو او د اوسپنې پټلیو د ساختمانونو په جوړولو کې له اوسپنیز کانکریټو

ځخه ګټه اخستې وه ،خو سره د دې چې نوموړي د اوسپنز کانکرېټو د محاسبې لپاره مناسبې طريقې او کړنلارې نه لرلی [9 : 15].

فرانسوي عالم کويګنيټ (Coignet) او د هغې هم مهاله عالمان او انجنيران په (1855) زکال کې په انګلستان کې د اوسپنيز کانکرېټو لومړني اختراع کوونکي وو.

په (1855) زکال کې په انګلستان کې ويلکينسن (Wilkinson) په پوره ډاډمنتيا سره د لومړي ځل لپاره د ګڼډمکي سيخانو (Tie bars) سره کانکرېټي کمان ته او سپنيز کانکرېټي پوښښ او فرش جوړېدنه اختراع کړه. دا مهال په بېلابېل هېوادونو کې د ډېرو عالمانو په واسطه دبېلابېل ډوله ساختماني عناصرو لپاره د اوسپنيزکانکرېټو کارېدنه اختراع او عملی کړه. د نولسمې پيړۍ په ورستيو کې اوسپنيزکانکرېټ د بېلابېلو متخصصينو له خوا په برياليتوب سره د ساختمانونو د بېلابېلو عناصرو لپاره وکارېدل.

په (1875) زکال کې ويليام وارد (Wiliam E. Ward) په لومړی ځل د امريکا د نيويارک په ښار کې اوسپنيزکانکرېټي ودانۍ جوړه کړ.

د شلمې پيړۍ په سر کې د اوسپنيزوکانکرېټوکارېدنه په څرګنده توګه پراختيا ومونده ،چې په پايله کې يې د کانکرېټو او فولادو د توليد د کيفيت پر لوړولو هم اغېزه وکړله.

امريکايي قانون پوه او حقوق پوه تاډيوس هيات (Thaddeus Hyatt) د (1850) زکال په وروستيو لسيزوکې د اوسپنيز کانکرېټي ګاډر په اړه تجربی ترسره کړی ، نوموړي د ګاډر په کششي ساحه يا ناحيه کې د اوسپنې ميله ځای په ځای کړې او د اتکاوو په خوا کې يې پورته خواته کړې او په فشاري ساحه کې يی غوځې کړي او د اتکاء په برخوکې يې ولاړې ميلې د عرضاني قوو د زغملو لپاره وکارولی. نوموړي په (1877) زکال کې د کانکرېټو او فولادي سيخانو ترمنځ د نښلېدنې د نظريې د څرګندولو په واسطه په اوسپنيزکانکرېټو کې د تشنجاتو د تحليل بنسټ کېښود ،چې په اړه يې يو اته وېشت مخيزه راپور د دې موضوعګانو د څېړنو په اړه خپور کړ.

همدارازيې ايل رانسوم (E.L. Ransom) د (1870) زکال په لسيزو کې د سانفرانسيسکو په ښار کې له اوسپنيزوکانکرېټو ځخه ګټه اخيستنه تجربه کړه. نوموړي په (1884) زکال کې د رخې لرونکو ميلو ګردچاپير نورې اوسپنيزې ميلې د مربعي مقطعي

لرونکې سطحې څخه د فولادو او کانکرېټو د ښې نښلېدنې په موخه تاوې کړې او دا کارېې په خپل نوم سره په هماغه مهال ثبت کړ. همدغه راز نوموړي په (1890) زکال کې له اوسپنيزو کانکرېټو څخه د (95m) مترو په اوږدوالي يوه دوه پوړيزه ودانۍ جوړه کړه ، چې د دې ودانۍ ساختمان د سانفرانسيسکو د (1906) زکال د زلزلې او بيا د اور لګېدنې له امله ډېره لږه زيانمنه شوه ، همدا وه چې د دې ودانۍ جوړېدنه ، د ساختمانونو د جوړېدنې يو نوی سيستم ونومول شو .

په (1886) زکال کې جرمني عالم کوينين (Koenen) د اوسپنيزکانکرېټي مقطعو د تحليل لپاره د طرحې او ډيزاين قانون ته وده او پراختيا ورکړه. په همدې مهال فرانسوي عالم کويګنيټ (Coignet) هم د اوسپنيزو کانکرېټو ارتجاعيت محاسبې او ډېزاين نظريه او قانون خپور کړ.

په (1903) زکال کې د اوسپنيزو کانکرېټو د څېړنو مينه والو سازمانونو او ادارو په امريکا کې د اوسپنيزو کانکرېټو د طرحې او محاسبو د پوهې د شريکولو په موخه يوه ګډه کميټه جوړه کړه ، بيا د شلمې پيړۍ په لومړۍ لسيزه کې د امريکا يې او اروپا يې عالمانو په واسطه د کانکرېټو د فشاري مقاومت او ارتجاعيت مودول د پيدا کولو لپاره ډېرې څېړنې او ازمايښتونه تر سره شو [5:3] .

کله چې پريوشين (Prussian) په (1907) ز کال کې د اوسپنيزو کانکرېټو د محاسبې دقانون کړنلاره بشپړه کړه او په دې ساحه له شلمې پيړۍ څخه مخکې اختراعګانې او منل شوي قاعدې ختمې شوی . کله چې په (1906) زکال کې د فرانسی کميسيون د اوسپنيزو کانکرېټو د محاسبې او ډيزاين قوانين تيار او فورمولبندي کړل ، بيا په (1909) زکال کې په لومړۍ ځل تخصصي ټولنو لکه د امريکا د کانکرېټو انستيتوت (American Concrete Institute) يا (ACI) او د امريکا د ساختماني انجنيرانو ټولنې (Society of Civil Engineers) يا (ASCE) په ګډه د اوسپنيزکانکرېټو کود او سټندرد خپور او نړيوالو ته وروپېژنده.

د فلزي پلونو په پرتله د اقتصادي توب له پلوه په پلونو کې د اوسپنيزو کانکرېټو ډېره کارېدنه لومړيتوب حاصل کړی وو ، چې په دې مهال د محاسبو ارتجاعي طريقه په رسمي

توګه پرانیستل شوه او په پراخه کچه په دې موده کې کارېدله ، له جنګ څخه وروسته موده کې د پلونو او ودانیو د بیا رغونې او جوړونې په موده کې اوسپنیزکانکرېټ د بېلابېلو ساختماني عناصرو لپاره ارزانه اود قتصادي ساختماني موادو په توګه وپېژندل شو.

سره له دې د محاسبو د ارتجاعیت طریقي، نیمګړتیاوې د نهایي بارونو د محاسبوي طریقې په پرتله هم ثابتې شوې او د بارونود فکتور یا ضریب د پام کې نیولو پر بنسټ د اوسپنیزوکانکرېټو محاسبې د نهایي بارونو د طریقې پیل شوی دی.

د بری څېړونکو لکه په (1936) زکال کې ایمپریګر (Empreger) ، په (1937) زکال وېټني (Whitney) ، په (1943) زکال کې جینسن (Jenson) ، په (1949) زکال کې چمبوډ (Chambaud) او په (1951) زکال کې د هوګنیسټاد (Hognestad) په واسطه د اوسپنیزوکانکرېټو د نهایي بارونو تیوري ، چې د تشنجاتو په بېلابېل ډولوبلاکونو پربنسټ استواره وه ، وده او پراختیا وموندله. د (1916) زکال څخه تر (1935) زکال پورې د محوري بارلاندې د اوسپنیزوکانکرېټود پایو یا ستنو په هکله د بری څېړنې او ازمایښتونه سرته ورسیدل. له (1930) زکال څخه تر (1950) زکال پورې په دې دوو لسیزو کې څېړونکو له محور څخه بېرون بارونو لاندې اوسپنیزکانکرېټي پایو یا ستنو، داوسپنیزوکانکرېټو تهدابونو او د اوسبنیزکانکرېټي ګاډرونو د نهایي مقاومت په هکله د بری څېړنې او ازمایښتونه تر سره کړل.

په همدې ډول په روسیه کې هم په لومړي ځل په (1891) زکال کې د. ن. آ. بیلیلیوبسکوه (N.A Belileobskava) په واسطه کانکرېټي ساختمانونه چې په هغې کې فولادي سیخان کارېدلي وو ،جوړ شو. بیا وروسته د بېلابېلو روسي عالمانو په واسطه ډېر پرمختګونه تر سره شول ، خو په ځانګړې توګه په (1945- 1918) زکال کې د اوسپنیزکانکرېټو په اړه په پراخه کچه څېړنې او ازمېښتونه تر سره شو چې د اوسپنیزکانکرېټو د حدي حالت (Limit State) محاسبوي طریقې فلسفه هم په لومړی ځل د روسي (Russian) د (1955) زکال کود او ستېندرد سره ضمیمه شوه [4 : 11].

له اوسپنیزوکانکرېټو څخه د جوړېدونکو ساختماني عناصرو او د هغې د مقطعو د کړنې په هکله په پرله پسې توګه ډېري څېړنې او ازمایښتونه سرته رسیدلي او لا تر اوسه

پوري رواني دي. د اوسپنيزو کانکريټو په اړه د تخصص او د دوکتورا د اخيستلو لپاره په زرگونو رسالې او خپرونې په دې وروستيو لسيزو کې ليکل او خپرې شوي دي. د څېړونکو او نوښتگرو په باور او عقيده اوس لا هم نورو ډېرو څېړنو او ازمايښتونو ته اړتيا ده ،چې د اوسپنيزو کانکريټو د اجزاو د کړنو په هکله د نورو ډېرو مالوماتو د ترلاسه کولو لپاره بايد تر سره شي . له همدې امله په اوسنې وخت کې د نړۍ په معتبرو پوهنتونونو او څېړنيزو مرکزونو کې د اوسپنيزو کانکريټو د اجزاو او مقطعو په اړه ډېرې څېړنې او ازمايښتونه په پرله پسې توگه دوام لري [8 : 3] .

3.1- د اوسپنيزو کانکريټو د اجزاو تناسب او همغږي يا سازگاري

(Compatibility between Concrete and steel)

د اوسپنيزو کانکريټو ترکيبي اجزاوي (کانکريټ او فولادي سيخان) په طبيعي ډول په خپل منځ کې همغږي او سازگارې يا سازش لري ، چې د دې دواړو مادو جوړښتيز بنسټ د دوو فزيکي او ميخانيکي خواصو طبيعي يو شانته والی را منځته کړی دی. لومړی دا چې کانکريټ د سختېدنې له امله فولادي سيخان داسې يو له بل سره نښلوي چې د يو اوسپنيز کانکريټي عنصر په توگه د بار د اغېزې لاندې يو شانته شکل بدلوي او همدارنگه فولادي سيخان په ډېرې اسانۍ سره د کيمياوي خوړنې يا زنگ خوړنې سره مخ کېږي ، خود کانکريټو په دننه کې دهغه زنگ خوړلو څخه خوندي ساتل کېږي. د بلې خوا فولادي سيخان د اور په وړاندې ډېر کمزوی مقاومت لري ، خو د کانکريټو په دننه کې د اور له اغېزو څخه خوندي ساتل کېږي. دويم داچې کانکريټ او فولادي سيخان نژدې يو شانته د تودوخې انبساطي ضريبونه لري ، چې د تودوخې ، درجې د بدلون له امله په دې دواړو مادو کې يو شانته بدلون رامنځته کېږي او د ډېر لږ بدلون له امله په دواړو مادو کې هيڅ ډول بدلون نه رامنځته کېږي.

د دې دواړو حالتونو د ميخانيکيت په اړه په (1.3.1) او (2.3.1) برخو کې پوره توضيحات شوي دي. نو ځکه اوسپنيز کانکريټ د ساختمانونو او د ساختمانونو د عناصرو او اجزاوو په جوړېدنه کې د يو مرکب جسم په توگه له ځانه پوره وړتيا ښيي [2 : 3].

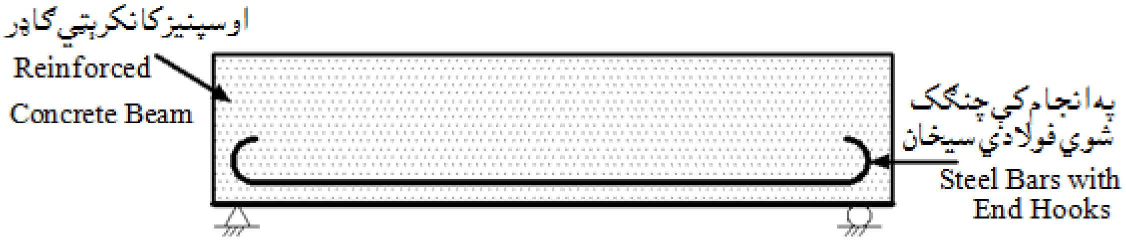
1- د فولادي سيخانو او کانکرېټو تر منځ نښلېدنه

(Bond between Steel and Concrete)

کانکرېټ او فولادي سيخان په طبيعي ډول يو له بل سره ډېر ښه نښلي او هيڅکله د هغوی تر منځ ښوئيدنه نه رامنځته کېږي. نو له دې امله د دې ځواک لري چې يو له بل سره په مرکبه توګه کړنه ولري او هم د يو جسم په ډول عمل وکړي. د کانکرېټو او فولادو تر منځ ښه نښلېدنه د دواړو مادو د کيمياوي سريښناکۍ او همدارنګه د فولادي سيخانو سطحې وتنې لامل دی، چې په يوه او سپنيزکانکرېټي جز او يا عنصر کې د بارونولاندې يې شکل يو شانته بدلون مومي. د فولادي سيخانو او کانکرېټو د نښلېدنې ميخانيکيت په لاندې ډول تر مطالعې لاندې نيسو:

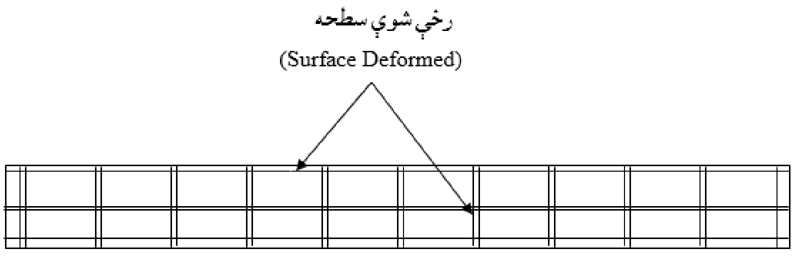
سيخبندي شوي فولادي سيخان (Steel Reinforcement) په کانکرېټو کې د سيخانو (Bars) په څېر په ساختماني عنصر کې په ستراتيژيکي ډول د کششي تشنجاتو په وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره ځای په ځای کېږي. څرنګه چې کانکرېټ د ساختماني عناصرو کتله جوړوي، نو کله چې په ساختماني عنصر باندې بار واقع شي، د فولادي سيخانو په موقعيت کې، چيرته چې فولادي سيخان د مقاوم کېدنې لپاره ځای په ځای شوي دي، کششي تشنجات عمل کوي. دغه کششي تشنجات د کانکرېټو او فولادي سيخانو د نښلېدنې له لارې فولادي سيخانو ته انتقالېږي، نو ځکه دا ډول نښلېدنه (Bond) بنستيزه او اړينه ده. په عمومي توګه د اوسپنيزکانکرېټي ساختماني عناصرو په تحليل کې د کانکرېټو او فولادي سيخانو ترمنځ بشپړه نښلېدنه (Bond) په پام کې نيول کېږي.

د فولادي سيخانو او کانکرېټو دا ترکيب او يو له بل سره د برخو د ګډون لامل کيمياوي، اصطکاکي يا فزيکي او ميخانيکي نښلېدنې دي. کيمياوي او اصطکاکي يا فزيکي نښلېدنې باوري نه دي، دا ځکه چې د فولادي سيخانو د شکل بدلون له پيل څخه مخکې، چنګکونه په تيپيک ډول سره د هوارو (ښويي) سيخانو او کانکرېټو تر منځ د ميخانيکي نښلېدنې د ترکيب د لارې نښلېدنه ځواکمنه او لوړوي، لکه په (4.1- شکل) کې چې ښودل شوي دي.



4.1- شکل: په اوسپنيز کانکريټي کې ګاډر ځای په ځای شوي فولادي سيخان ، مخکې له دې چې په فولادي سيخانو کې د شکل بدلون پيل شي [5 : 3].

که فولادي سيخان د شکل دبدلون د پيل لامل شي ، نو ځای په ځای شوي سيخان چنګک کېږي، ځکه چې د هغې په واسطه په څرګنده توګه د فولادي سيخانو د شکل بدلون کمښت مومي. د سيخانو د سطحې شکل پرې بدلېږي يا رخې رخې کېږي تر څو د کانکرېټو سره د هغې ښه ميخانيکي نښلېدنه را منځته شي. دا کړنه نه يوازې د فولادي سيخانو او کانکرېټو تر منځ د نښلېدنې مقاومت په ځواکمنتيا ډېره اغېزه کوي ، بلکې د اوسپنيز کانکرېټي عناصرو په ټولو خواصو ښه اغېزه کوي. دا ښه والی د سيخانو په اوږدو کې د يو شانته نښلېدنې لپاره ، په وروستېو کې د چنګکېدنې د محلي نښلېدنې پر ځای سرته رسيږي. بر سبېره پردې ، رخې رخې سيخان د محلي متمرکزو تشجاتو او په کانکرېټو کې د سيخانو په وروستېو برخو کې د چنګکېدنې له امله د شکل بدلون چې مخکې د وختې د ويجاړېدنې يا تخريب لامل کېږي ، هم راکموي. د بر عام ډوله کاربدونکي رخې رخې سيخان په (5.1- شکل) کی ښودل شوی دی [8:5] .



5.1 - شکل: د رخې لرونکي سيخانو شيماتيک دياګرام [5 : 4].

2- د تودوخې غځېدنه او افقي نسبتي اوږدېدنه
(Thermal Expansion and Lateral strain)

داچې د فولادي سيخانو او کانکرېټو د تودوخې د غځېدنې يا انبساطي ضريبونه يو له بل سره ډېر نژدې قيمتونه لري ، نو د همدې دليل له مخې په دواړو موادو د تودوخې له امله متفاوت او متداول د کتنې وړ تشنجات نه رامنځته کېږي، چې ميخانيکيت يې په لاندې ډول تر مطالعې لاندې نيسو :

د کانکرېټو او فولادو د تودوخې د غځېدنې ضريبونو (Thermal expansion coefficients) او دپواسون نسبتونو (Poisson's ratios) د يو شانوالي له امله ، د بيروني باراو همدارنګه د تودوخې د اغېزې لاندې د بنې او محتاطي محاسبې په سرته رسولو کې د يوې مادې (اوسپنيزکانکرېټ) په څېر فرضېږي. د فولادي سيخانو او کانکرېټو د تودوخې انبساطي يا غځېدنې ضريبونو سره يو شانته (5.5 x 10^{-6} in/in/F°) دي. د تودوخې د انبساطي يا غځېدنې ضريبونه دارنګه يو شانته والى ، په اوسپنيزکانکرېټو کې د تودوخې له امله تشنجات راکموي او يايې له منځه وړي ، چې په پايله کې د تودوخې بدلونونه د فولادي سيخانو او کانکرېټو د اميزش او جوړښت يا سازګارۍ (Compatibility) د لوړېدنې سره مرسته کوي.

فولادي سيخان او کانکرېټ يو شانته د پواسون نسبتونه (0.2) لري ، د دې يو شانته والي له امله په اوسپنيزوکانکرېټو کې جانبي يا افقي (اړخيزه) نسبتي اوږدېدنه (Lateral Strain) او تشنجات راپيداکوي ، چې له امله يې د فولادي سيخانو او کانکرېټوترمنځ د اميزش او جوړښت يا سازګار(Compatibility) اندازه ډېره لوړيږي [5 : 9].

4.1- د اوسپنيزو کانکريټو ګټورتيا

(The Advantage of Reinforced Concrete)

د يو ساختمان د جوړېدنې لپاره ممکن ډېر ساختماني مواد لکه فولاد ، لرګي ، کانکريټ او داسې نور مطرح او غوره شي. د ساختمانونو دا غوره شوي ډېرو اجزاوو لپاره په کارېږي ، خو د لوړو ساختمانونو اسکليټ يوازې د فولادو او د کانکريټو د کارېدنې پورې محدود ېږي. نو له دې امله او س مهال د ساختمانونو د لويو او کوچنيو اجزاوو او عناصرو د جوړولو لپاره اوسپنيز کانکريټ د باور وړ مادې په توګه حسابېږي.

اوس مهال ډېرى کوچني او لوى ساختمانونه لکه پلونه ، بندونه ، تونلونه ،کانالونه ، ذخيرې ، ټانکونه او استنادي ديوالونه او داسې نور له اوسپنيز کانکريټو څخه جوړېږي.

د نورو مسالو او په ځانګړې توګه د فولادو د کارېدنې په پرتله د اوسپنيزو کانکريټو په پراخه پيمانه د ساختماني موادو په توګه د کارېدنې برياوې د لاندېنيو ګټورتياوو له امله دي :

1- کانکريټ د نورو ساختماني موادو په پرتله د پام وړ لوړ فشاري مقاومت لري.

2- کانکريټ د چاپيريال د اغېزو په وړاندې د پايښت ډېره ښه وړتيا لري. دا ځکه چې د اور په وړاندې ښه مقاومت لري يانې دا چې يو اوسپنيز کانکريټي عنصر يا جز کولى شي ، چې د څو ساعتونو په اوږدو کې پرته له دې تخريب يا ويجاړ شي ، د اور په وړاندې مقاومت وکړي. د دې ساختماني مادې اجزا او عناصر د فلزي ساختماني اجزا او عناصرو په پرتله د اور لګېدنې پر مهال له ساختمانونو او ودانيو څخه د استوګنو او مالونو د لېږدېدنې او د اور وژنې لپاره ښه فرصت برابروي. همدارنګه کانکريټ او اوسپنيز کانکريټ د اوبو او لمدبل يا رطوبت په وړاندې ښه مقاومت لري. د کانکريټو سره په تماس کې هغه اوبه چې په خپل ترکيب کې د سلفاتو او کلورينو ايونونه ونه لري ، کانکريټ او د هغې په دننه کې فولادي سيخان نه زيانمن کوي [4 : 2].

3- کانکريټي او اوسپنيز کانکريټي اجزا او عناصر د نورو ټولو ساختماني اجزاوو او عناصرو په پرتله لږه ساتنه او څارنه غواړي يا نې د ګټې اخستنې پر مهال د ترمېم لپاره کم لګښت لري.

4- کانکریټ او اوسپنیز کانکریټ د نورو ټولو ساختماني مسالو په پرتله د اوږدې مودې د خدمت کولو یا ګټې اخستنې موده کې د بار وړنې یا زغم ظرفیت ډېر لږ کموي یانې دا چې عمر يې اوږد دی. نوله دې امله یو اوسپنیزکانکریټي جز یا عنصر د مشخصو شرایطو لاندې کولی شي ، پرته له بار وړلو د ظرفیت له کمېدنې څخه د تل لپاره د ګټې اخستنې وړتیا ولري. دا دهغه واقیعیت پر بنسټ یادېږي ، چې د کانکریټ مقاومت د وخت په تېرېدو د سمنټو د سختېدنې په ډېرېدنې سره لوړېږي. خو سره له دې هم د چاپیریال تخریببدونکي لاملونه ممکن د کانکریټو دوام او پایښت د خطر او زیان سره مخ کړي.

5- کانکریټ او اوسپنیز کانکریټ د ځېنیو اجزاوو او عناصرو لکه په ځانګړې توګه د تهدابونو (Footing) ، پوښښ تختو (Slabs) ، پایو (Piers) ، تهکویو (Basements) ، دیوالونو (Walls) ، بندونو (Dams) او نورو لویو ساختمانونو او یا ساختماني عناصرو د جوړولو لپاره ، د ارزښت له پلوه ډېر کم لګښته او اقتصادي دی.

6- د کانکریټ د محلي پیدا کېدونکو تیارو موادو لکه شګې او ډبرو پر کارونې سره لا ګټور ګڼل کېږي. دا ځکه چې د کانکریټو ټول ترکیبي مواد پرته له سمنټو څخه د محلي او ارزانه موادو څخه شمېرل کېږي ، یانې دا چې په هر ځای کې کولی شو اوبه ، شګه او کریږ یا جغل له ډېرو نژدې فاصلو څخه په ډېره اسانۍ سره د کانکریټ اچولو ځای ته ولېږدوو. نوله دې امله د کانکریټو تیارول په ډېره اسانۍ او ارزانه بیه تمامېږي

7- کانکریټ کولي شو چې د خپلې خوښې سره سم په بېلا بېلو ډولونو او شکلونو او ډولونو جوړ کړو. دا ځکه چې د مناسبو او وړو قالبونو په جوړولو سره کولی شو له اوسپنیزکانکریټو څخه د اجزاو او عناصرو هر ډول مقطعي او معماري شکل جوړ کړو.

8- د کانکریټ او د اوسپنیزکانکریټو د جوړولو لپاره د نورو ساختماني موادو په پرتله په ټیټ ډول د کارګرانو ډېر ي لږې روزنې ته اړتیا ده [3 : 6].

په اوسنیو وختونو کې د نړۍ په ټولو سېمو کې پرته له هغه سیمو څخه چې هلته پریمانه لرګي شتون لري ، اوسپنیزکانکریټ دیوې بنسټیزې ساختماني مادې په توګه کارېږي.

5.1- داوسپنېزوکانکرېټو نیمګړتیاوی

(The Disadvantages of Reinforced concrete)

په (4.1- برخه) کې د اوسپنیزوکانکرېټومثبت خواص او ګټورتیا جوته شوه، خوکانکرېټ او اوسپنیزکانکرېټ یو لړ منفی خواص او نیمګړتیاوې هم لري ، چې د نورو ساختماني موادو څخه د ګټې اخستنې لپاره موقع برابروي ،نو اړینه ده چې په لاندې ډول ترې یادونه وشي:

1- د کانکرېټو کشش مقاومت کمزوری دی چې د فشاري مقاومت په پرتله نژدې (1/10) لږ دی. نو له دې امله په اوسپنیز کانکرېټو کې په کششي ساحه او ناحیه کې د کششي قوو په وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره فولادي سیخان کارېږي.

2- کانکرېټ د انقباض داغیزو لاندې راځي.

3- په کشش کې د کمزورۍ او د انقباض دعمل لاندې د واقع کېدنې له امله ، په کانکرېټو کې درزونه پیدا کیږي ، چې په پایله کې د چاپیریال د لاملونود اغېزو په وړاندې کمزوري کېږي ، د ځارنې او ترمیمولو لګښت یې لوړیږي. نو داوسپنیز کانکرېټو په طرحه ، محاسبه او جوړونه کې ځانګړې پاملرنه پکارده ، چې له دې ډول نیمګړتیاو څخه مخنیوی وشي. سره له دې هم په کششي ساحه کې درزونه پیدا کیږي ، چې د ځانګړو چارو په پام کې نیولو سره اړینه ده ، چې د دې درزونو عرضونه محدود شي. دا ځکه چې دارنګه درزونه ممکن په ځانګړو حالتونو کې د اوبو یا لمدبل یا د زیانمنوونکو ایونونو د تېرېدنې لامل شي.

4- اوسپنیز کانکرېټ د عناصرو د جوړولو لپاره قالبونو ته اړتیا لري ، چې له دې امله یې لګښت لوړېږي. دا ځکه چې د قالبونو جوړول، د قالبونو نصبول یا تړل او بیا خلاصول او د هغې لپاره د موادو تیارول لګښت غواړي ، چې د اوسپنیز کانکرېټي ساختماني جزاو عنصر ټول مجموعي قیمت نژدې له (30%) سلنې څخه تر (50%) سلنې پورې لوړوي [8:2].

5- د فولادو په پرتله اوسپنیز کانکرېټ درنده ساختماني ماده ده ، چې حجمي وزن یې ($145 lb/ft^3$) یا ($2.3\ Ton/m^3$) دی.

6- د کانکرېټو مقاومت په واحد حجم کې نسبتاً لږ دی ، چې په ټیپیک ډول سره په پایله کې یې د عناصرو ابعاد غټېږي.

7- د کانکرېټو خواص کېدی شي د خامو موادو د خواصو د بدلون په څېر بدلون ومومی او کېدی شي چې د وړ کیفیت په نه شتون سره د مخلوط کېدنې ، ځای په ځای کېدنې او څارنې لپاره ناوړه تمام شي.

د اوسپنیز وکانکرېټوپورتنی نیمګړتیاوې کېداي شي چې ،تر ډېره بریده د وړ او مناسبې محاسبي او طرحې او په احتیاط سره د جوړنې له امله محدودې شي . دارنګه احتیاط د کانکرېټو د نیمګړتیاو او منفی خواصو د اغېزود کمولو سره مرسته کوي او د ساختماني موادو په څېر یې د کارولو ساحه پراخوي [5 : 2].

6.1- داوسپنیزو کانکرېټو د طرحې کودونه او سټندردونه

(Codes and Standards for Design of Reinforced Concrete)

د ساختمانونو او ودانیو طرحې ، محاسبې او جوړېدنه دیوې اصولنامې یا کړنلارې په واسطه تنظمېږي ، چې هغې ته ساختماني نورم ، کود او سټندرد ویل کېږي. دا کودونه او سټندردونه د دې لپاره په پام کې نیول کېږي ، چې د عامه خلکو روغتیا او زیانمنتیا مخنیوې ډاډمن شي. نو اړینه ده چې د اوسپنیزکانکرېټو طرحه او محاسبه د یوې اصولنامې یا کړنلارې، نورم ، کود او سټندرد پر بنسټ باید سرته ورسېږي. قوانین ، نورمونه ، کودونه او سټندردونه د هغه سرته رسیدلو څېړنو او مخکنیو تجربو پر بنسټ ،چې د ډاډمنتیا لپاره د یو لړ مقررو ټولګه تنظیموي ، چې هر انجنیر وکولی شی چې مناسبې او وړ طرحې د نورمونو ، کودونو او سټندردونو د قوانینو ، اصولو او پرنسیپونو د رعایت کولو په رڼا کې په ډاډ منه توګه وړاندې کړي [9 : 26].

د اوسپنیزوکانکرېټو د مقررو لومړنی ټولګه په (1904) زکال کې د پروفیسور مورش (Professor Morsh) دالمان په اشتوتګارت پوهنتون کې خپره شوه . همداراز د اوسپنیزوکانکرېټو په اړه د طرحې دا ډول مقررې په ترتیب سره د (1907) زکال څخه تر (1909) زکال پورې د انګلستان ، فرانسی ، اطریش او سویس هیوادونو کې هم خپرې شوی . په امریکا کې په لومړی ځل په (1904) زکال کې د اوسپنیزکانکرېټو د طرحې او محاسبې د کودونو او سټندردونو په اړه د څلورو اړونده ادارو ګډه کمیټه جوړه شوه . همداراز په (1910) زکال په امریکا کې له اوسپنیزوکانکرېټو څخه د ګټې اخیستنې لپاره د ساختماني

ستهندرد مقرره (National Association of Cement Users) د سمنټود کارکونکو د ملي ادارې ، چې بیا وروسته د امریکا د کانکرېټو انستیتوت (American Concrete Institute) یا (ACI) په ادارې باندې د بدلېدو وروسته، خپره شوه . په (1904) زکال کې د اوسپنیزوکانکرېټو د طرحې او محاسبې د کودونو او ستهندردونو په اړه د څلورو اړونده ادارو ګډه شوی دا کمیټه هم د امریکا د کانکرېټو انستیتوت (ACI) ادارې سره یو ځای شوه ، چې د اوسپنیزکانکرېټو د طرحې او محاسبې په اړه یې وروستنې راپور په (1916) ز کال کې خپور کړ.

په تیرو کلونو کې شپږ یا اووه کاله او په دې نژدې کلونو کې هر درې کاله وروسته د (ACI318) کود او ستهندرد اداره د کانکرېټي ساختمانونو لپاره د ودانیو د کود غوښتنو اوا ړتیاو (Building Code Requirements for Structural Concrete) تر عنوان لاندې د اوسپنیزکانکرېټي ساختمانونو یوه مقرره خپروي. د دې کود او ستهندرد ډېری تشریح او توضیح د هغې په شرحه (Commentary) کې د اصلي کود او ستهندرد سره مل خپرېږي. د دې ادارې خپرونې په دې وروستنیو لسیزو کې (ACI 381-95، ACI 381-99، ACI 381-02)، (ACI381-05)، (ACI 381-08)، او (ACI 381-11) خپرې شوې دي. اوس مهال د (ACI) کود او ستهندرد د نړۍ د ډېری هیوادونو لکه د کاناډا د کانکرېټو کود (Canadian Standard A23.3) یا (CSA) ، د استرالیا د کانکرېټو کود (Australian Standard) یا (AS 3600) ، د نیوزیلنډ د کانکرېټو کود ، د لاتین امریکا ډېری هیوادونو او د منځنې ختیځ په ځینو هیوادونو کې د کودونو او ستهندردونو اساس او بنسټ جوړوي.

د (ACI 318) کود د اوسپنیز کانکرېټو د ساختمان بشپړه ځانګړتیاوو په هکله په لاندې ډول لارښووني کوي:

1- په کانکرېټو کې د فولادي سیخانو ځای په ځای کېدنې د کانکرېټو په واسطه پوښل شوې یا محافظوي طبقه (Cover) د (ACI 318) کود د اصغري ستهندرد له مخې په پام کې نیول کېږي.

2- د کانکرېټو محاسبوی مقاومت (f'c) د (ACI 318) کود په واسطه تعریف شوي دي ، چې باید د تهداب لپاره (17 MPa) میګا پاسکال او د ګاډرونو او پایو (ستنو) لپاره (21 MPa) میګا پاسکال څخه باید لږ نه شي.

3- په سیخبندۍ کې د اصغري فولادو د تفصیل سټندردونه د (ACI 318) کودسره سم هرومرو باید وکارول شي.

4- د ودانیو لپاره د عناصرو بشپړي خانګړتیاوی هم د (ACI 318) کود له محتویاتو څخه اقتباس او اخیستل کېږي.

5- د جوړښت مشخصات او ځانګړتیاوې په ټیپیک ډول سره د پروژې د ساختماني ډیزاین یا محاسبې د اسنادو او یا پلان د ترکیب په لومړۍ پاڼه کې ځای په ځای کېږي.

په امریکا کې پرته له (ACI 318) کود او سټندرد څخه د امریکا د ساختماني انجینرانو لپاره ټولنه /د ساختماني انجنیری انستیتوت (American Society for Civil Engineers/Structures Engineering Institute) یا(ASCE/SEI) د ودانیو او نورو ساختمانونو لپاره اصغري محاسبوي بارونو سټندرد (ASCE/SEI 7) د ودانېو او نورو ساختمانونود محاسبې لپاره د اصغري بار غوښتنې برابروي ، سربېره پر دې د محاسبې لپاره د کارېدونکو بارونو ترکیب هم د (ASCE 7)سټندرد په واسطه برابرېږي.

په عمومي توګه ودانۍ د بېلابېل ډوله بارونو لکه د خپل وزن ، د ودانۍ د اشغالوونکو وزن، د خاوری فشار، هایدرولیکی فشار، د باد بار ، د زلزلې بار ، د واورې بار او داسې نورو بارونو لاندې واقع کېږي. له دې بارونو څخه ځیني کېداي شي د ډیزاین یا محاسبه کوونکو انجنیرانو په واسطه پیدا شي ، لکه خپل وزن چې د ترکیبي اجزاؤ د حجمي وزنونو پربنسټ پیدا کېږي. لکه د خاورې فشار د انجنیری اصولو له مخې د خاوری د خواصو د کارېدونکو نسبتونو پر بنسټ پیدا کېږي ، د هایدرولیک بارونه کولی شو د انجنیری اصولو او طریقو مطابق پیدا کړو ، سره له دې چې په ودانۍ کې د اشغالېدونکو بارونو (د ژوندي بار له مخې) ، دباد بار ، د زلزلې بار او همدانګه د واورې بار محاسبه کول د محاسبه کوونکی یا ډیزاین انجنیر په وړاندې یو ستونزمن کار دی ، چې د پام وړ څېړنې ته اړتیا لري. برسېره پر دې، محاسبه کوونکی یا دډیزاین انجنیر د اړین بار په اړه په ډېرې اسانۍ سره ونه شي کړی چې

يې په لاس راوړي. نو د همدې لپاره د (ASCE/SEI 7) سټنډرد د دوو موخو لپاره خدمت کوي . دا سټنډردونه د دې بارونو په پيداکولوکې په پراخه پيمانه د محاسبه کوونکو انجنيرانو سره مرسته کوي ، د دې سټنډردونو په واسطه محاسبه کوونکي انجنيران د ژوندي بار ،باد ،زلزلې او واورې بارونو د ښه قيمت په لاسته راوړلو کې پوره مرسته کوي. همدارازد دې بارونو د قيمتونو د پيداکولو لپاره د انجنيرانو ترمنځ د نظر ديووالې يوازېنې حل کوونکي مرجع ده.

د ودانېو د محاسبې لپاره د بارونو يو ځاى کېدنه کې ډېره مهمه ده، چې هغه په ډېر احتياط ، واقعي او علمي ډول سره انتخاب شي. دا به له واقعيته ليري وي ،چې د ودانۍ لپاره وزنونه فرضي قبول شي ، لکه ژوندی بار په بشپړ ډول ونېول شي، دباد بار په جدا ډول (لکه د تند بار په ډول ونېول شي) ، د زلزلې بار په جدا ډول(د قوی زلزلې په ډول) او د واورې بار بشپړ د خاورى له پاسه او د اوبو فشار دا ټول بارونه پر يوه مهال په پام کې ونېول شي. ځکه نو د (ASCE/SEI 7) سټنډرد په واقعي ډول سره د ودانېو په پام کې نيولو سره د بارونو يو ځاى کېدنه تعريفوي ، خو په ټيپيک ډول د زلزلې او د باد بارونه هم په کې شامليږي. همدانګه د بارونو د بحراني يو ځاى کېدنې د پيداکولو په اړه د دقيقو علمي اصولی پرنسيپونو پر بنسټ د احصائيوي محاسبو په کارولو سره ځېنې بارونه ډېرېږي او ځېنې نور بارونه لږ يا کميږي.

همدارنګه د ودانيو نړيوال کود او سټنډرد (International Building Code) يا (IBC) د دې کود په لړ ليک کې د بېلا بېلو مأخذونو څخه راټول شوي ، د ودانېو د کود غوښتنې ځاى په ځاى شوي دي ، چې په کې د (ASCE/SEI 7) سټنډرد ، د امريکا د موادو د ازماينښتونو ټولنه (American Society for Testing of Materials) يا (ASTM) سټنډرد ، د (ACI 318) کود ، (American Institute for Steel Constructions) د فولادي ساختمانونو لپاره د امريکا انستيتوت يا(AISC) ، د معموري ټولنې د (The Masonry Society) يا (TMS) سټنډرد ، (Occupational Safety and Hazards Administration) د وظيفوى ډاډمنتيا او د خطرونو ادارې يا (OSHA) او نوري ګډون لري.

په دې درسي کتاب کې د اوسپنیزکانکرېټي عناصرو محاسبه او ډیزاین د ودانېو نړیوال کود(IBC) له مخې سرته رسیدلی دی. همدارازد ودانېو د محاسبې لپاره کېدای شي له بېلا بېلو کودونو او سټندردونو څخه کار واخېستل شي ، خو د دې درسي کتاب بنسټېز مأخذ د (ACI318) کود دی. په ځینو مرحلو کې د ودانېو د نړیوال کود(IBC) سر بېره د محاسبو د لاښه بشپړېدنې لپاره نورو مأخذونو او منابعو ته اړتیا پېښېږي. د مثال په ډول په ځینو کې محاسبوي بارونه نه دي شامل ، دا به ښه وي چې د محاسبوي بارونو د پیداکېدنې لپاره په کې د د ودانېو نړیوال کود(IBC) پر ځای د (ASCE 7) سټندرد څخه ګټه واخېستل شي. د امریکا متحده ایالاتونو په ټولو ایالاتونو او ځېنې نورو هېوادونو کې د ودانېو نړیوال کود(IBC) د نوروکودونو لپاره د مورني کود په ډول کارول کېږي. په هر اړخېزه او بنسټېزه توګه د ودانېو نړیوال کود(IBC) د ودانېو له پاره د تندو بادونو، قوي زلزلو ، ډېرې توخې او په ډېرې سړې هوا کې د بېلابېلو محاسبو شرایط د پوښښ لاندې راولي [6 : 7].

د امریکا د موادو د ازمایښتونو ټولنه (ASTM) سټندرد د موادو ځانګړتیاوی او د ازمایښتونو کړنلارې او طرېقې د خپل پوښښ لاندې نیسي ، خو د ساختمان په تحلیل یا محاسبې او ډیزاین یا د کانکرېټو د مخلوط د طرحی محاسبی سره سر او کارنه لري. لکه چې څرګنده ده د (ASTM) سټندرد د موادو لکه پورټلند سمنټو ، دلویو ډکوونکوانتخابولواو سورت کولو، د کوچنېو ډکوونکو اتنخابولو او سورت کولو ، د کانکرېټو د علاوه کوونکو او همدارازد فولادي سیخانو مشخصات او ځانګړتیاوی برابروي. د موادو پر مشخصاتو او ځانګړتیاو سربېره په (ASTM) سټندردکې د ازمایښتونو د سټندرد طرېقې او د موادو د ازمایښت د عملیو اجراء کول شامل دي ،چې مواد د سټندرد د غوښتنې سره سم یې پرتله کوي، کوم چې د اوسپنیزکانکرېټو لپاره د موادو ټیپیکي ځانګړتیاوې ولري ، څو د هغې له مخې د کانکرېټو مواد باید د (ASTM) سټندرد سره سم او برابر وي.

ښایي پوښتنه وشي ، که چېرې په ودانۍ کې ټول اټکل شوي بارونه پر یوه مهال عمل وکړي ، څه به پېښ شي ؟کله چې ودانۍ د دغه بارونو لپاره نه وی محاسبه شوی ، نو په یقینې توګه دا به له منځه ځی او ویجاړېږی به، خو سره له دې که چېرې د محاسبې پر مهال نورې

ډاډمنتیاوې او اطمنانیت په پام کې نیول شوی وي ، نو کېدای شي چې ودانۍ په بشپړه توګه ویجاړه نه ، بلکه په پاېله کې یې عمر راکم شي [5 : 30].

همدارنګه سربېره له (ACI Code) کود څخه د لارو، لویو لارو او ډګرونو لپاره د اوسپنیزکانکرېټو مشخصات او ځانګړتیاوې د لویو لارود حالت او ترانسپورت لپاره د امریکا یې ټولنې اداره (American Association of State Highway and transportation Officials) یا (AASHTO) او (American Railway Engineering Association) د امریکا د اورګاډوانجنیري ټولنې یا (AREA) په واسطه د لارو ، سرکونو ، هوایې ډګرونو او د اورګاډو د لارو په انجنیري کارونو کې د اوسپنیزکانکرېټو د کارېدنې لپاره توضیح او تشریح شوي دي [7:7] .

اروپایي هېوادونه د کانکرېټو او اوسپنیزوکانکرېټو د طرحې او محاسبې لپاره هم اوس مهال د ځانګړو کودونو او ستندردونو کمیټې، د کانکرېټو لپاره د اروپا نړیواله کمیټه (Committee Eru-International du Beton) یا (CEB) او د (The Federation International de la Precontrainte) یا (FIP) دوو کمیټو په ګډه په (1978) زکال کې د کانکرېټو کود اوستندرد د کانکرېټو د ساختماني عناصرو موډل (Model for Concrete Structures) یا (CEB-FIB) ترعنوان لاندې د اوسپنیزکانکرېټي عناصرو د طرحې د یو کولو لپاره خپره کړه ، چې بیا ځلې په (1990) زکال کې خپره شوه [3 : 11].

لـــــنډيــز

اوسپنيزکانکرېټ ساختماني ماده ده ، چې د کانکرېټو او فولادي سيخانو د يوځای کېدنې څخه په لاس راځي . اوسپنيز کانکرېټ په عادي اوسپنيزکانکرېټو او د مخکنيو متشنج شويو اوسپنيزکانکرېټو وېشل کېږي . هغه ودانۍ او عناصر چې د عادي اوسپنيزکانکرېټو څخه جوړېږي ، په دربو ډولونو وېشل کېږي: يو ريخت اوسپنيزکانکرېټي ودانۍ او عناصر چې ټولې اجزاوي يې په ساحه کې قالب بندي، سيخبندي او کانکرېټ ريزي کېږي. خو هغه اوسپنيزکانکرېټي ودانۍ او عناصر چې د هغوی اجزاوي قسماً په ساحه کې او قسماً په فابريکو او توليدي مرکزونو کې جوړېږي د مختلطو اوسپنيزکانکرېټي ودانيو او عناصرو په نوم نومول کېږي. خو هغه اوسپنيزکانکرېټي ودانۍ او عناصر چې د هغوی اړونده ټولې اجزاوي په فابريکو يا توليدي مرکزونو کې جوړېږي او بيا په ساحه کې د هغوي اتصال او نښلېدنه تر سره کېږي د فابريکه يي اوسبنيزکانکرېټي ودانيو او عناصرو په نوم نومول کېږي.

مخکـني متشنج شوي اوسپنيزکانـکـرېټ د مخکـنيو کششي قـوود واردېدنې (Pre-Tensioned) او وروستـه دکششي قـوو د واردېدنې (Post-Tensioned) له امله د تشنجاتو د را پيداکېدنې په پايله کې جوړېږي.

په نړيواله کچه د اوسپنيزکانکرېټو کارېدنه اوږد تاريخي پس منظر لري ، چې په کې د تاريخ په اوږدو کې د کانکرېټو او په کانکرېټو کې د فولادي سيخانو د يو ځای کارولو د پرمختګ او پر خپل مهال د نړۍ د بېلابېلو هېوادونو عالمانو څېړنې او لاس ته راوړنې سرته رسيدلی دي. چې د دې په پايله کې اوسپنيزکانکرېټ په هره برخه د کارېدنې له مخې په بشپړه ډاډمنتيا سره د هغې د محکميت استوارۍ په پام کې نيولو سره د بېلابېل ډوله ودانيو او ساختمانونو لپاره کارول کېږي.

اوسپنيزکانکرېټ ګټرتيا او نيمګړتياوي لري ، چې په ټوله کې يې هغه څه نيمګړتياوې يې چې لريې تر ډېره بريده رفع شوي دي ، نو له دې امله ګټورتياوي يې ډېري دي. نو ځکه هم د ودانيو ساختمانو په جوړلو کې ترې ډېره ګټه اخيستل کېږي.

همداراز د اوسپنيزکانکرېټو د ترکيبي موادو د ازمايښت او د اوسپنيزکانکرېټو د محاسبو لپاره يو لړ قوانين او مقررې شته ، چې د اوسپنيز کانکرېټي ساختمانونو د عناصرو او اجزاوو محاسبې او طرحې د هغې پر بنسټ تر سره کېږي.

د اوسپنيزوکانکرېټو د محاسبې او تحليل لپاره د نړۍ په بېلابېلو هېوادونو کې د خپلو ځانګړو کميټو ، ټولنو او سټندرد ادارو په واسطه د ځېړنو او لاس ته راوړنو په هکله خپلې خپرونې کوي ، چې د اوسپنيزکانکرېټو د محاسبې او تحليل لپاره ترې د کودونو او سټندردونو په څېر محاسبه کوونکې انجنيران ګټه اخلي. د دې درسي کتاب بنسټ د امريکا کانکرېټو انستيتوت کود او سټندرد (ACI Code) جوړوي ، چې ټولې محاسبې او طرحې د همدې کود پر بنسټ تر سره کېږي.

پــــوښــــــتنې

1-اوسپنیز کانکریټ څه ته ویل کېږي؟

2-د کومو اړتیاو له مخې په اوسپنیزکانکریټو کې کانکریټ او فولاد یو ځای کارېږي ؟

3-د تیارېدنې له مخې اوسپنیزکانکریټ په څو دولونو وېشل کېږي ؟

4-عادي اوسپنیزکانکریټ کوم ډول اوسپنیزکانکریټ دي ؟

5-مخکني متشنج شوي اوسپنیزکانکریټو ته ولې مخکني متشنج شوي اوسپنیزکانکریټ ویل کېږي ؟

6-مخکني متشنج شوي اوسپنیزکانکریټ له عادي اوسپنیزکانکریټو څخه څه توپیر لري؟

7-په مخکنیو متشنج شویو اوسپنیزکانکریټو کې مخکنۍ وارد ېدونکي کششي قوه څه ته ویل کېږي ؟

8-په مخکنیو متشنج شویو اوسپنیزکانکریټو کې وروستنۍ وارد ېدونکي کششي قوه څه ته ویل کېږي ؟

9-اوسپنیزکانکریټي عناصر او ودانۍ په څوډوله جوړېږي د هرې یوې په اړه یې څرګندونې وکړئ ؟

10- د اوسپنیزو کانکریټو اجزا په خپل منځ کې څه همغږي (سازګاري) لري ؟

11- دکانکریټو او فولادي سیخانو نښلېدنه څه اغېزه لري ، په اړه یې څرګندونې وکړئ؟

12- د کانکریټو او فولادي سیخانو د تودوخې غځېدنه او افقي نسبتي اوږدېدنه څه اغېزه لري ؟ په اړه یې څرګندونې وکړئ.

13- اوسپنیزکانکریټ کومې ګټورتیاوې لري ؟

14- اوسپنیزکانکریټ کومې نیمګړتیاوې لري ؟

15- کود یا ستنډرد څه ته ویل کېږي ؟

16- د (ACI) کود په اړه خپلې څرګندونې وکړئ ؟

مـــاخـــــذونـــه

1- زندی ،یوسف . سهرابی ،قاسم . (1385) ش . تکنولوژی پیشرفته بتن . ایران: انتشارات فروزش تهران.ص ص(161-165).

2- کی نیا ،امیرمسعود . (1389) ش. آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه.اصفهان: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی اصفهان ، مرکز انتشارات.ص ص(2 -4) .

3- مستوفی نژاد ،داود. (1383) ش. سازه های بتن آرمه جلد اول. اصفهان: انتشارات ارکان ص ص. (2- 9) .

4 -Байков, В. Н. и Сигалов Э. Е. (1985). Железобетонные Констрокции. Стройиздат. Москва. pp (12-13).

5 -Bayasi, M.Z. (2010). Introduction to Reinforced Concrete Design. Montezuma Publishing Aztec Shops Ltd. San Diego State University. San Diego California 92182-1701. pp (1-30).

6 -McCormac, Jack, C. and Nelson, James K. (2008). Design of einforced Concrete. New Yark. pp (3-7).

7 -Nilson, H., David, Darwin and Charles, dolan W. (2010). Design of Concrete Structures, Fourth Editions. McGran-Hill companies inc. New York. p (2)

8 -Raju, Krishna, N. and Pranesh, R. N. (2006). Reinforced Concrete Design. New Age International (P) Limited publishers 4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 10002. P(3).

9 -Wight, James K. and MacGregor. (2009). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Fifth Edition. Pearson Education prentice Hall, Inc. Upper Saddle River New Jersey 07458. pp (17-26).

دویم فـــصل

داوسپنیزو کانکرېټولپاره مــواد

(Materials for Reinforced Concrete)

1.2- پـــــــېـژنـــدنــه (Introduction)

لکه په لومړي فصل کې چې تشریح شو، اوسپنیزکانکرېټ د کانکرېټو او فولادي سیخانو یو ځای کارېدنې څخه په لاس راځي ، نو له دې کبله اړینه ده چې په ترتیب سره د کانکرېټو او فولادي سیخانود خواصو او ځانګړتیاوو په هکله مالومات حاصل کړو.

کانکریټ د ډبرې په څېر یوه غیر متجانسه ساختماني ماده ده ، چې د سمنټو(Cement) ، دلویو(Coarse) او کوچنیو ډکوونکومو ادو (Fine Aggregates)، اوبو او کېمیاوي علاوه کوونکو(Chemical Admixtures) د مناسبې یو ځای کېدنې څخه په بېلابېلو ابعادو(اندازو) او شکلونو جوړېږي . د کانکرېټواصلی حجم ډکوونکي مواد جوړوي ، سمنټ او اوبه دکېمیاوي تعامل په پایله کې د خمیرې په ډول ډکوونکي موادو پوښي او هغه د ډبرې په څېر کلکوي [5: 2] .

کانکرېټ په اصـــل کې یوه پارچه ایزه کتله ده ، چې بنســـټیز ترکیبوونکي مواد یې د کانکرېټو د حجم له مخې په لاندې ډول دي:

1 - پورتلنډ سمنټ (Portland Cement)، د کانکرېټو د حجم د (7%) سلنې څخه تر (15%) سلنې پورې جوړوي.

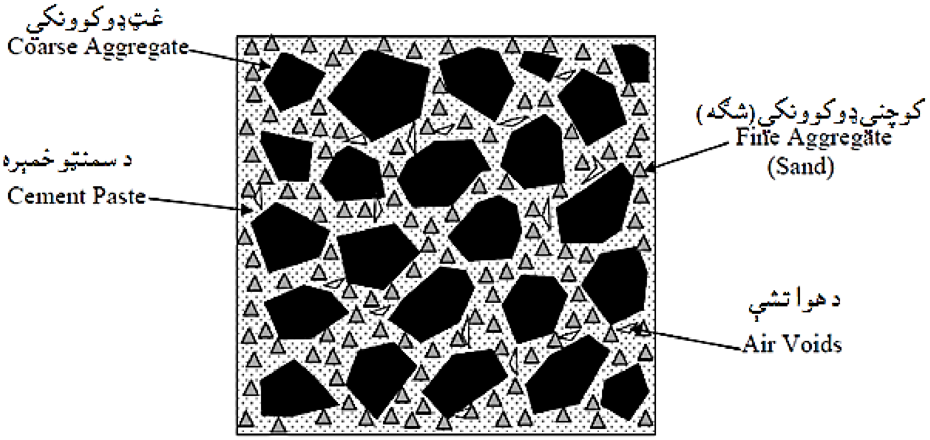
2 - اوبه د کانکرېټو د حجم د (14%) څخه تر (21%) سلنې پورې جوړوي .

3 - ډکوونکي مواد (Aggregates) ، د کانکرېټو د حجم د (65%) سلنې څخه تر (70%) سلنې پورې جوړوي . ډکوونکي مواد په دوه ډولونو وېشل کېږي: کوچنی ډکوونکي موادیا شګه (Fine Aggregates or Sand) ، د کانکرېټو د حجم د (24%) سلنې څخه تر (30%)

سلنې پورې جوړوي او (Coarse Aggregates) لوی یا غټ ډکوونکي مواد لکه ماتې شوې ډبرې یا کرېږ یا **جغل** ، د کانکرېټو د حجم د (31%) سلنې څخه تر (51%) سلنې پورې جوړوي.

کانکرېټ په بنسټیزه توګه دچسپېدونکي یا نښلوونکي مادې چې د سمنټو خمیره نومېږي او د کانکرېټو د حجم له (10%) سلنې څخه تر (30%) سلنې پورې جوړوي ، بندو شوېو دانو یا ډکوونکو موادو ، چې د کانکرېټو د حجم له (65%) سلنې څخه تر (85%) سلنې پورې جوړوي او د هوا تشه ، چې د کانکرېټو د حجم د (100%) سلنې اندولتیا له مخې ، حجم جوړوي او تشکیل مومي[19 : 15].

بندونکي یا د سمنټو خمیره د پورتلنډ سمنټو او اوبو له یو ځای کېدنې هغه بڼه او حالت دی ، چې د کیمیاوي تعامل یا هایدریشن په واسطه رامنځته کېږي. ډکوونکي مواد د بېلابېل ډوله دانو ګډولو یا مخلوطولو څخه په لاس راځي ، چې په دوو کټګوریو کوچنی ډکوونکو (شګه) او لوی یا غټ ډکوونکي (ماتې شوې ډبرې یا کرېږ یا **جغل**) وېشل کېږي. هر یو ترکیبوونکی د کانکرېټو د خواصو په طرحه او محاسبه یانې کاري وړتیا (Workability) ، مقاومت (Strength) ، پایښت (Durability) او اقتصاد (Economy) کې ځانګړې او مهم رول لوبوي [10 : 6]. په لاندینې (2.1 - شکل) کې د کانکرېټو ترکیبوونکي ښودل شوي دي.



1.2 - شکل: د کانکرېټو ترکیبوونکي [10 : 7].

په(1.2- شکل) کې لیدل کېږي ، هغه تشې (خالیګاوې) چې د غټو ډکوونکو ذرو ترمنځ شته ، د شګې او سمنټو د خمیرې (مسالې) د مخلوط په واسطه ډکېږي او هغه تشې (خالیګاوې) چې د شګې د ذرو تر منځ شته د سمنټو د خمیرې په واسطه ډکېږي ، نو ځکه کانکرېټ د سورت شوېو څو ډوله موادو د مخلوطېدونکو او ګډووونکو په څېر ښکاري ، چې د هوا د لږې تشې په شتون کې جامد مواد د یو شکل په ډول په خپل منځ کې په بشپړه توګه رانغاړي.

د سمنټو خمیره د کانکرېټو اجزاء یو بل سره نښلوي ، چې د پورټلنډ سمنټو او اوبو د غبرګون یا تعامل له مخې سرته رسیږي. پورټلنډ سمنټ یو ډول پوډر دي چې د چونې ډبرو او مټېښې خاورې (Clay) پخولو څخه حاصلیږي او د ذرو اندازه یې د(10µm) مایکرون متر څخه تر (60 µm) مایکرون مترو پورې یا د (0.4×10^{-3}in) انچو څخه تر(2.4×10^{-3}) انچوپورې وي. کلسیم سلیکا [(CaO)n.(SiO2)m] د سمنټو بنسټیزه ترکیبوونکی برخه ده ، چې د کلسیمو ، سلیکاتو او په ترتیب سره د چونې ډبرو او مټېښې خاورې (Clay) څخه لاس ته راځي . پورټلنډ سمنټ له اوبو سره یو ځای د کیمیاوي تعامل په پایله کې چې هایدریشن نومېږي ، د سمنټو خمیره جوړوي .

$$[(CaO)_n.(SiO_2)_m + LH_2O \rightarrow P(CaO).Q(SiO_2).R(H_2)) + S[Ca(OH)_2] \ldots\ldots\ldots (1.2)$$

پورټلنډ سمنټ + اوبه ← هایدریشن شوې د سمنټو خمیره (کلسیم هایدرایت + هایدریشن شوې چونه)

د سمنټو خمېرې د انډول له مخې کلسیم سلیکات هایدرایت (CSH) (60%) سلنه د هایدرایت شوې چونې نژدې (25%) سلنه د سمنټو د خمیرې د ټول حجم برخې برابروي ،همدارنګه د سمنټو د خمیرې او د کانکرېټو د مقاومت (Strength) او پایښت (Durability) لپاره (CSH) بنسټیزه مرستندویه دي. د چونې هایدرایت د (CSH) په پرتله د سمنټو د خمیرې نسبتأ کمزوري ترکیبوونکی دی او د سمنټو د خمیرې د مقاومت (Strength) او پایښت(Durability) لپاره ډېر زیانمن دي [10 : 7].

1 - د کانکرېټو مرحلي يا حالتونه (Phases of Concrete)

د شکل جوړېدنې له مخې کانکرېټ د درېو مرحلو يا حالتونو څخه تېرېږي:

الف - د کانکرېټو تازه حالت (Fresh State of Concrete) : په وچو ګډ شوېو يا مخلوط شويو ترکيبي اجزاوو و کې د اوبو له اچولو سره سم دا مرحله يا پړاو پيلېږی او کله چې پورتلنډ سمنټ او اوبه سره يو ځای شي نو په پايله کې يې د دوې تر منځ هايدريشن پيلېږی.

د کانکرېټو په تازه مرحله يا پړاو او حالت کې په پورتلنډ سمنټو کې د اوبو له اچولو سره سم ، په لومړی ځل د هغې جوش خوړلو (Setting) ته پاملرنه کېږي. کله چې هايدريشن روان وي ، نو تازه کانکرېټ د دې وړتيا لري ، چې مواد يې په ډېره اسانۍ سره اخيستل کېدای شي ، ليږدول کېدای شي، ځای په ځای کېدای شي، بڼه او شکل ورکول کېدای شي ، چې کلک او هوار شي . په ټوليزه توګه د تازه کانکرېټو دارنګه خواص د کاري وړتيا (Workability) او سيال يا بهېدونکی حالت (Fluidity) په نوم يادېږي. تازه کانکرېټ د جوړېدنې په موده کې په قالبونو کې په مناسب ډول د سياليت وړتيا لري ، نو له دې امله دا پلاستيکي مواد ، په دې بڼه ډول په قالبونو کې اچول کېږي او په پايله کې کانکرېټ له سختېدنې څخه وروسته د قالب شکل اختياروي. که چېرې د کانکرېټو په ترکيب کې غوړې اوبه شتون ولري ، نو د اوبو مقدار او اندازه ورسره ډېرېږي ، چې په دې پايله کې د کانکرېټو کاري وړتيا (Workability) او سياليت (Fluidity) ډېرېږي. په تازه کانکرېټو کې د ډېر مقدار اوبو په کارېدنې سره کېدای شي ، د هغې په قالب کې شکل نيونه (Plasticity) لږه کړي ، نو اړينه ده چې د دې ستونزې د حل لپاره د ترکيبوونکو متجانس مخلوط برابر کړو. په قالب کې د شکل نيونه او پلاستيکي ت (Plasticity) اونښلېدنه يا چسپناکۍ (Stickiness) لپاره اړتيا ده ، چې د کانکرېټو ترکيبوونکي په مناسب او وړ ډول ګډ او مخلوط شي. له دې څخه دا پايله په لاس راځی ، چې د کانکرېټو په ترکيب کې د اوبو مقدار او اندازې کنترولول ډېر اړين او مهم دي.

ب - د کانکرېټو د هايدريشن او د اوبو د تبخيرولو حالت: د کانکرېټو ځای په ځای کېدنې کې د هايدريشن او د اوبو تبخير د اوږدېدنې له مخې ، په تدريجي توګه کاري وړتيا

له لاسه ورکوي . د جوش خوړلو مرحلې په موده کې ، د کانکرېټو سمون او تشکیلېدنه غبر عملي او نه کېدونکې ده او په عمومي توګه د ټیټې کاري وړتیا له مخې نه کېدونکي ده او د سختو شویو موادو په خواصو ممکن منفي اغېزه وکړي . په دې مرحله کې د کانکرېټو مقاومت یا ټیټ وي او لږ اختلال د سختو شوېو کانکرېټو د دایمی ویجاړېدنې یا بې بڼې کېدنې (د شکل تغیر) د پیښېدنې لامل کېږي.

ج- د کانکرېټو د سختېدنې حالت : د کانکرېټو سختېدنه مستقیماً د جوش خوړلو د مرحلې له پای ته رسیدلو څخه وړاندې پیلیږي. کانکرېټ د سختېدنې په مرحله کې د دې توان (وس) لري چې د بېروني تشنجاتو په وړاندې د مقاومت درجه لوړه کړي . سخت شوي کانکریت سره له دې چې تر اته وېشت (28) ورځو پورې له رسیدلو څخه وړاندې یا وړاندې نه وي پاخه شوي (وخت ته نه وي رسیدلي) ، خو په دې حالت کې کولی شي د محاسبوي تشنجاتو په وړاندې مقاومت وکړي او خپله دنده په بشپړه توګه سرته ورسوي [10 : 8] .

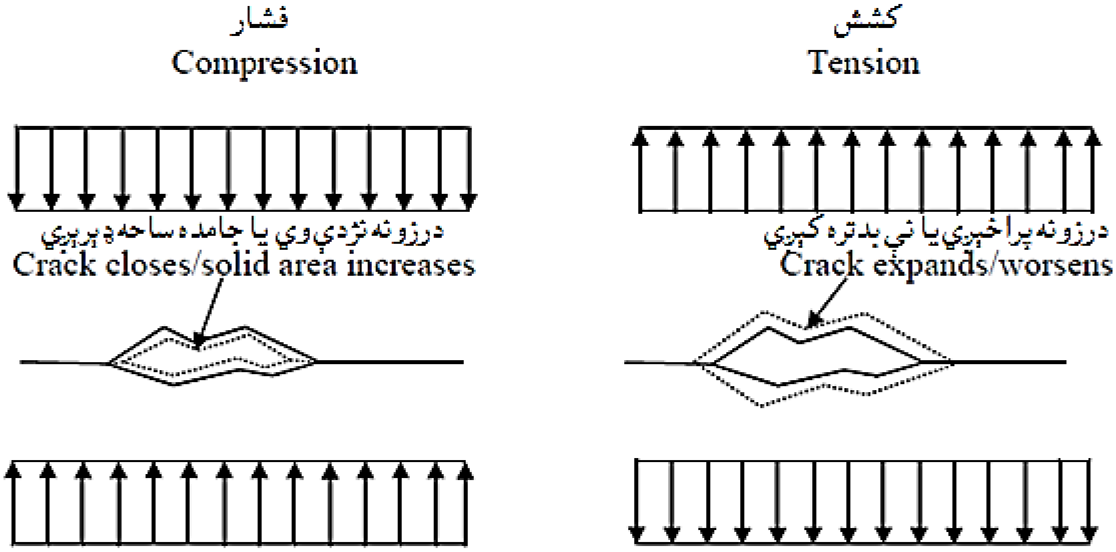
2 - د کانکرېټو د اوبو او سمنټو نسبت

(Water / Cement Ratio of Concrete)

کانکرېټ په عمومي ډول د اوبو او سمنټو د نسبت (W/C) له مخې محاسبه کېږي. د (1.2) معادلې د کیمیاوي تعامل د بشپړولو لپاره اړینه ده، چې د اوبو او سمنټو نسبت (W/C) مقدار له (20%) سلنې څخه تر (22%) سلنې پورې ونیول شي. خو په عمل کې د کانکرېټو د بهېدنې وړتیا (Flowability) د ډېرښت په واسطه دبشپړې کاري وړتیا (Workability) د اسانتیاوو لپاره د اوبو او سمنټو نسبت (W/C) له (50%) سلنې څخه تر (80%) سلنې تر برید پورې دی [12 : 417] .

په پورتلنډ سمنټو کې د اوبو شتون او ډېروالی د هایدریشن د اړتیا پورې اړه لري ، خو بیا هم تبخیر په کانکرېټي عناصرو او ساختمانونو کې تشې (خالیګاوې) او درزونه منځته راوړي . په کانکرېټو کې د تشو (خالیګاو) او درزونو شتون د هغې خواص زیانمنوي او د ا تشې (خالیګاوې) او درزونه د متمرکزو تشنجاتو له منځته راتللو لامل کېږي ، چې په پایله کې یې کانکرېټ ژر ماتېدونکی او مقاومت یې کمزوری کېږي . په ځینو حالتونو کې لیدل کېږي چې د کانکرېټو فشاري مقاومت د کومې اغېزې لاندې نه وي راغلی ، خوکششي

مقاومت د درزونو او تشو (خالیګاو) له امله په ناڅاپي ډول کمېږي. نو ځکه د ژر ماتېدونکو موادو لپاره معمولاً بنسټیز خواص د هغې د فشاري مقاومت له مخې ټاکل کېږي. درزونه د کششي او فشاري تشنجاتو له اغېزو لاندې بشپړ بېلابېل خواص لري(2.2 - شکل) . کله چې درزونه تش مازې د فشار لاندې وي ، نو درزونه په چټکۍ سره پرانستل کېږي ، خو د کشش لاندې د لوړو تشنجاتو له امله له درزونو سره کړېږي [10 : 8] .



2.2- شکل: د کشش او فشار لاندې د درز شوېو کانکرېټو خواص [10 : 9].

3 - د کانکرېټو د تشې (خالیګاو) سیستم

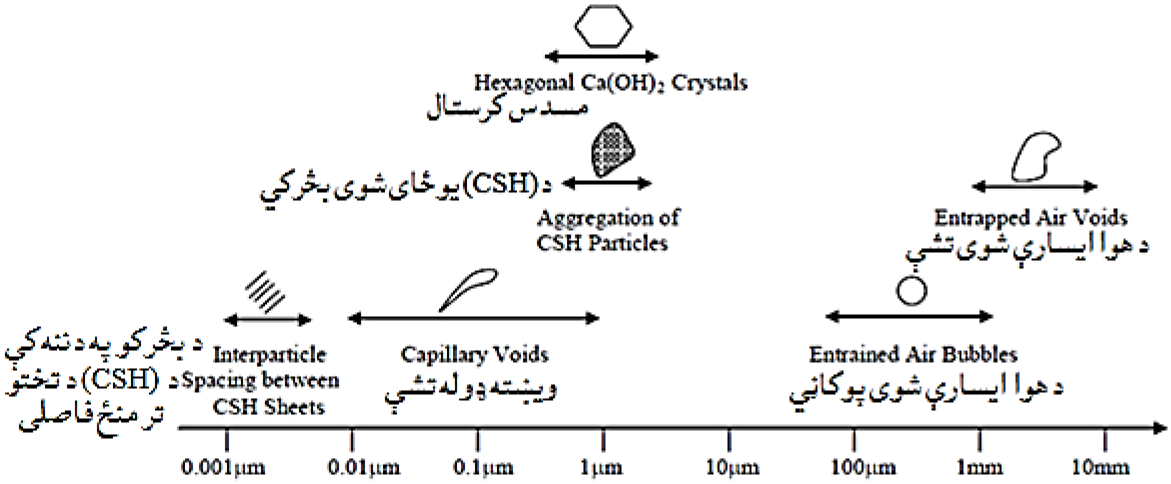
(Void System of Concrete)

په تازه او سختو شویو کانکرېټو کې د جامدو ترکیبوونکو برسېره تشې او خالیګاوې هم شتون لري ، چې دا تشې (خالیګاوې) په دوو سیستمونو کې یو له بل سره توپیر کېږي : هغه سیستم چې تشې او خالیګاوې یو له بل سره نښلوي (Interconnected Voids System) او هغه سیستم چې تشې (خالیګاوې) یو له بل سره بېلوي (Isolated Voids System). هغه سیستم چې تشې او خالیګاوې یو له بل سره نښلوي په درېو ډولونو ترکیبېږي:

1-د (CSH) د لایو ترمنځ تشې او خالیګاوې (Interlayer Voids) ،چې په ټیپیک ډول ډېرې کوچنۍ وي او د کانکرېټو خواص اغېزمن کوي.

2- وېښته ډوله تشې او خالیګاوې (Capillary Voids) ، چې د هایدریشن د اړتیا له مخې په پورتلنډ سمنټو کې د اوبو د اچولو په موده کې ، په تازه کانکرېټو د مخلوط په جوړولو کې د تبخېر له امله پیدا کېږي . وېښته ډوله تشې او خالیګاوې د بڼې له مخې نامنظمې وي ، چې اوږدوالی یې د (10^{-6}m) مترو څخه تر (10^{-3}m) مترو پورې یا د (4×10^{-5}in) انچو څخه تر (4×10^{-2}in) انچو پورې او کچه (Size) یې د کانکرېټو د کیفیت پورې تړلې وي. په ټیپیک ډول دا تشې (خالیګاوې) د کانکرېټو مقاومت (Strength) او نفوذ مننې (Permeability) لپاره ډېرې زیانمنې دي . وېښته ډوله تشې (خالیګاوې) د نورمالو شرایطو لاندې د اوبو په واسطه ډکېږي. په وېښته ډوله تشو (خالیګاو) کې د اوبو د تبخیر په پایله کې چې د سمنټو په خمیره او په کانکرېټو کې د انقباض (Shrinkage) او انقباضی درزونو (Shrinkage Cracking) د پیدا کېدنې لامل کېږي. نو په کانکرېټو کې د انقباض د اغېزو د مخنیوي لپاره د فولادي سیخانو کارول ډېر اغېزمن عمل دی. د مخکنېو درزونو چې د و چېدنې انقباض له امله د کانکرېټو نه بېلېدونکی خاصیت دی ، چې د هغې په جوړښتي خواصو څرګنده اغېزه لري.

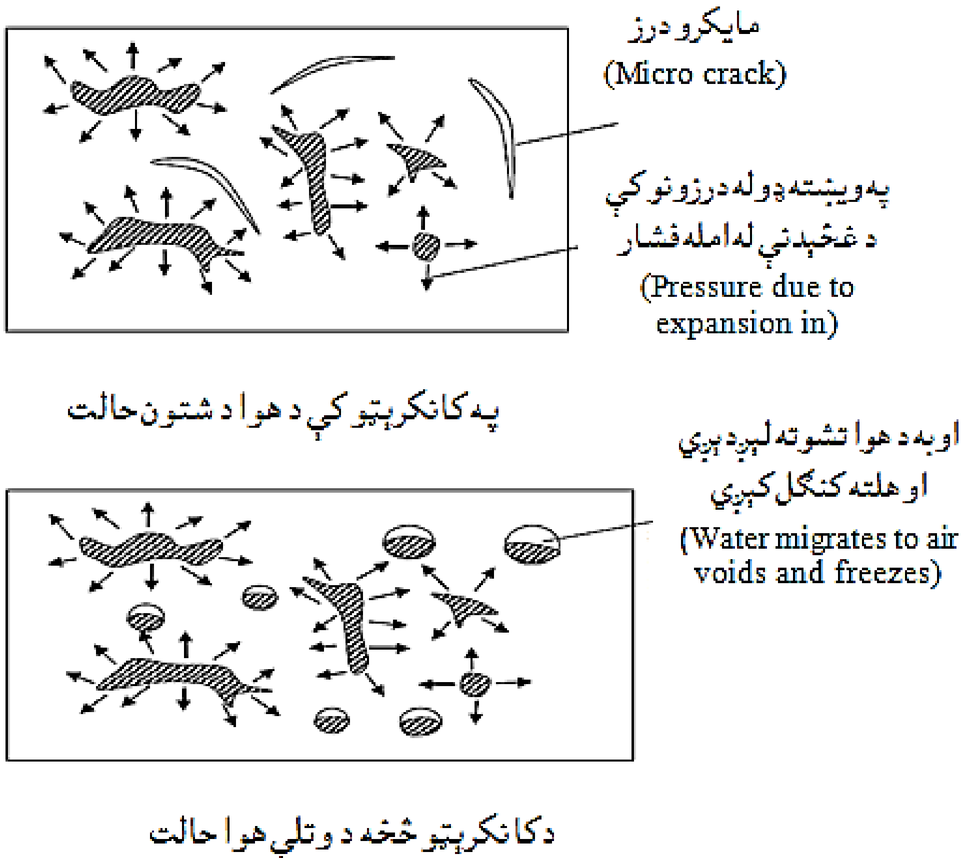
3- د هواد پټو (محرمانه) تشو (Entrapped air Voids) شتون د کانکرېټو د نښلېدونکو تشو (خالیګاو) سیستم ،یو بل ډول تشه (خالیګاه) ده ، چې د تازه کانکرېټو د مخلوطېدلو په موده کې د نابشپړه تپک کولو له امله هوا یا اوبه پټوي. دا ډول تشې (خالیګاوې) د تازه کانکرېټو د ښه تپک کیدلو په واسطه کمېږي . پټ (محرمانه) د هوا تشې (خالیګاوې) د کانکرېټو د مقاومت (Strength) او نفوذ مننې (Permeability) لپاره ډېرې زیانمنې دي کولې شو چې د کانکرېټو د کارونې په واسطه یې دا نیمګړتیا لرې کړو. د (3.2 - شکل) په کانکرېټو کې د جامدو موادو او تشو (خالیګاو) کچه (Size) انځوروي [10 : 9] .



3.2 - شکل په کانکرېټو کې د جامدو موادو او تشې کچه [10 : 10] .

د تشې (خالیګاه) دویم سیستم په کانکرېټو کې د هوا د تشې (خالیګاه) ځانګړې سیستم دی ، چې په قصدي او اګاهانه ډول په تازه کانکرېټو کې د هوا د دننه کوونکي عامل په واسطه هوا ورکول کېږي (په اوبو کې حلېدونکي پوډر ورګډېږي) ، چې په پایله کې یې ، د سمنټو په خمیره کې هوا د پوکانیو په ډول ببلېږي ، چې اندازه یې د (50μm) مایکرون متروڅخه تر (200μm) مایکرون مترو پورې وي. له کانکرېټو څخه د هوا وتنه ډېره ګټوره ده ، دا ځکه چې د اوبو د کنګل نیونې له امله د پړسېدنې په وړاندې خوندي کېږي. کله چې نښلېدلې تشې (خالیګاوې) د کانکرېټو د مشبوع کېدنې په موده کې په چټکۍ سره د اوبو په واسطه ډکې شي (لکه د باران د اوب په واسطه) هوا وتل د پوکانیو په ډول پاتې کېږي ، چې په پایله کې له هوا څخه په پراخه پیمانه تشېږي. کله چې اوبه د کنګل نیول و له امله پړسیږي او د هوا پوکانۍ پیدا کېږي ، چې له امله یې اضافي ځای (خلاء) ، ممکن د پوره ساحې لپاره لاره هواره کړي او په پایله کې د کانکرېټو د ماتېدنې او د درزونو د پیدا کیدلو لامل کېږي ، چې د هغې د قوي له امله په کې فاصلې را پیدا کېږي. د ننه هوا د کانکرېټو په مشبوع کېدنه کې د ډېرو اوبو له امله هغه تشې او درزونه چې مخکې د کنګل نیولو د پړسېدنې له اغېزې پیدا شوي وو ، له منځه ځي. د کنګل نیول و د دوران ډېرېدنه په کانکرېټو

کې د هغې د بشپړه تو ته تو ته کېدلو لامل کېږي. د هوا وتل ، په سړه هوا کې د کانکرېټو په تکراري ډول د کنګل نیول و او ویلې کیدلو د دوران په وړاندې د خوندي کـېدلو ډېره ښه طریقه ده. د(4.2 - شکل) د غځېدنې او پړسېدنې له امله د اوبو د کنګل نیول و په وړاندې د اوبو د وتلود رول شیما ښیې . د کانکرېټو څخه د هوا ویستنه کیدی شي ، چې د کیمیاوي حملود پراخېدو په وړاندې د خوندي کېدنې لپاره هم وکارېږي . ویښته ډوله تشې (خالیګاوې) نا منظمه بڼه لري، خو د هوا په وتلو سره تشې(خالیګاوې) ګرده بڼه نیسي ، چې د کانکرېټو له پایښت سره مرسته کوي ، سره له دې چې د هوا په وتلو سره دهوا تشه د کانکرېټو مقاومت او منفذ مننه ویجاړوي [10 : 10] .



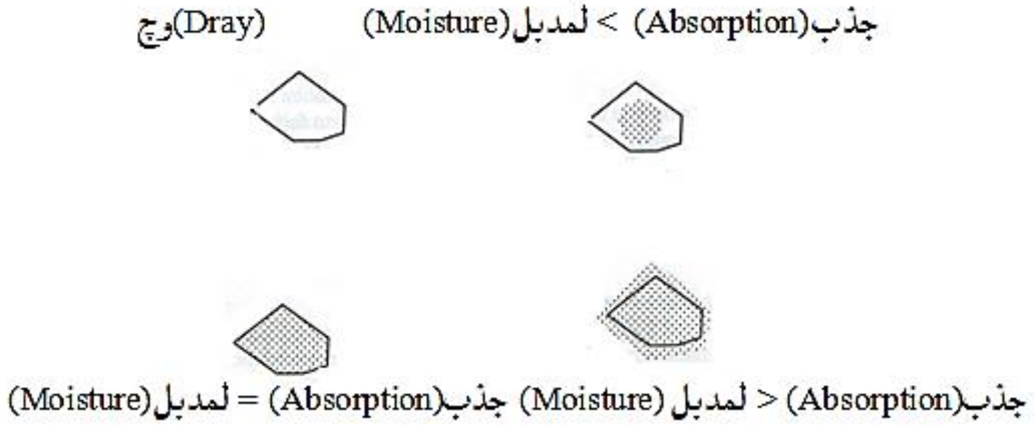
4 2.- شکل: د غځېدنې او پړسېدنې له امله د اوبو د کنګل نیول و په وړاندې د اوبو د وتلود رول شیما[10 : 11].

4 - د کانکریټو انتقالي ناحیه یا ساحه

(The Transition Zone of Concrete)

د تازه کانکریټو د مخلوط کېدنې په موده کې ، ډکوونکي یوه اندازه لمدیږي (مرطوبېږي) ، چې د جذب ظرفیت (Absorption Capacity) ورته ویل کېږي. د مخلوطېدنې په موده کې که د ډکوونکو په واسطه د اوبو جذبولو ته پاملرنه ونه شي ، نو له دې امله د تازه کانکریټو کاري وړتیا سره کومه مرسته نه شي کېدلی . که چېرې د اوبو په ګډولو یا مخلوطولو کې د ډکوونکو په واسطه د اوبو جذبولو ته د تازه کانکریټو د ډېرې اړینې برخې په توګه پاملرنه ونه شي او هغه د کانکریټو د مخلوط د طرحې او محاسبې په موده کې منظم (Adjust) شي [14 : 9] .

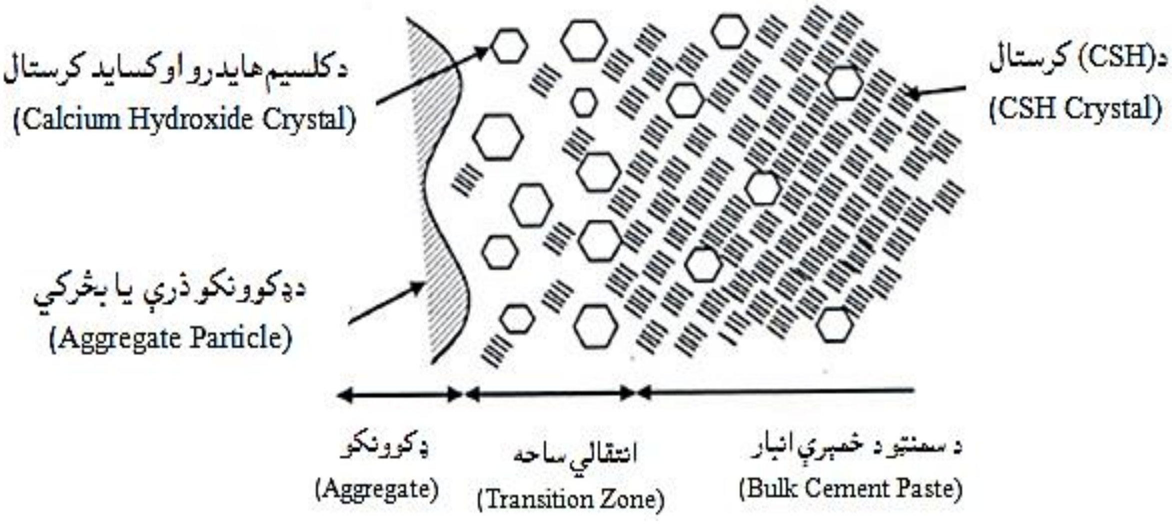
که د ډکوونکو د ترکیبي لمدبل له امله د ټیټ جذب ظرفیت په حالت کې اوبه ور ډېرې شي او یا هم کله چې مخلوط یا ګډ شوې اوبه د ډکوونکو د ډېر لمدبل له امله د اوبو د ډېر جذب ظرفیت په حالت کې اوبه ور څخه لرې شي ، نو په تازه کانکریټو کې د ګډو شوېو اوبو جمع د ډکوونکو رطوبت یا لمدبل انډول په تازه کانکریټو کې د ګډېدونکو اوبو اړتیا جمع د ډکوونکو د جذب ظرفیت سره مساوي کېږي. له دې ډول پاملرنې او احتیاط له مخې د ډکوونکو لمدبل او اوبو جذبول به په تازه کانکریټو کې د اوبو ګډول یا مخلوطول کوم اختلال را پیدا نه کړي او په پایله کې د تازه او سخت شویو کانکریټو د خواصو څخه ځینې ممکنه اغېزې له منځه وړي. د ډکوونکو د جذب ظرفیت د لمدبل شرایط تعریفوي ،کله چې د هر ډکوونکو ذرو یا بخرکو ، ټولې دننه تشې (خالیګاوې) د اوبو په واسطه ډکې شي ، سره له دې چې بیرونۍ سطحې یې وچې وي ، د کانکریټو د ډکوونکو د جذب ظرفیت په ټیپیک ډول سره د مشبوع شوې حالت څخه ،چې سطحې ته انتقالېږي. (5.2- شکل د کانکریټو د ډکوونکو د لمدبل بېلابېل ډولونه ښيي .



5.2 - شکل: د کانکریټو د ډکوونکو د لمدبل شرایط [10 : 12].

په همدې ډول په کانکریټو کې د اوبو مقدار او اندازه د تبخیر او پورتلنډ سمنټو د هایدریشن له امله کمېږي، د تازه کانکریټو په ګډولو یا مخلوطولو کې د سمنټو خمیره د وچېدنې په ډېروالي سره او د اوبو جذب چې ډکوونکي یې لري یا د ډکوونکو په واسطه جذب شوېو اوبو ته ډېره پاملرنه په کارده. د اوبو د جذب دا بدلون او اوښتون هغه وخت پېښېږي، کله چې کانکریټ لا تازه وي او په ځای په ځای ساحه کې په کې اوبه ډېرېږي یا د اوبو او سمنټو نسبت (W/C) مستقیماً د ډکوونکو د ذرو یا بخرکو په چاپېر کې ، په ځانګړي توګه د غټو یا لویو ډکوونکو په ذرو یا بخرکو کې ، چې د لوي والې کچه (Size) یې د ډکوونکو په دې ډول ساحه کې د اوبو او سمنټو نسبت (W/C) له امله د سمنټو د خمیرې د جوړښت او د ډکوونکو تر منځ اړیکې ډېرې کمزورې وي ، چې همدا ډول ساحه د انتقالېدونکې ساحې (Transition Zone) په نوم یادېږي. دا ځکه چې په دې ساحه کې د ډکوونکو ذرو یا بخرکو او د سمنټو خمیرې تر منځ انتقالي اړیکي شتون لري ، چې د دې ساحې ضخامت په ټیپیک ډول سره (50µm) مایکرومترو او یا ($2x10^{-6}$in) انچو په اندازه وي. بله پدیده یا پېښه (Phenomenon) چې د انتقالي ساحې (Transition Zone) د رامنځــته کــېدنې لامل کېږي ، او له امله یې د سمنټو خـمیره (د سـمنټو درنده خـمیره Bulk Cement Paste) د خپل حالت په پرتله کمزوری کېږي، د دې له امله د ډکوونکو ذرو

سطحې يا ديوال د اغېزې له مخې په نسبتي توګه پورتلنډ سمنټو دذرو د پنډ څخه يوه برخه ايله کېږي يا بېلېږي، په دې ساحه ګوتې (Localized) کې د اوبو او سمنټو نسبت (W/C) په نسبتي توګه د پورلنډ سمنټو د پنډ څخه د يوې برخې د ايله کېدنې يا بېلېدنې د ډېرښت په پايله کې د تشو (خاليګاو) په لوړ نسبت او په لوړ مقدار د کلسيم هايدرواوکسايد (Calcium hydroxide) په انتقالي ساحه کې متمرکز کېږي لکه په لاندې (2.6- شکل) کې چې ښودل شوي دي [10 : 12-6] .



6.2 - شکل: د کانکرېټو انتقالي ساحه[10 : 12] .

5- د کانکرېټو ترکيبي اجزاء (Concrete Ingredients)

د کانکرېټو د مخلوط په طرحې او محاسبه کې ، په لومړي قدم کې اړينه ده چې دترکيبي اجزاؤ مناسب او وړ غوراوي يا انتخاب د غوره او وړ تناسب د انتخاب له مخې و شي . د کانکرېټو ترکيبي اجزاؤ مخلوط د مريکا د ازمايښت اودموادولپاره ټولنې (American Society for Testing and Materials) يا (ASTM) د سټنډرډ له مخې سرته رسيږي . د (ASTM) سټنډردڅخه د انحراف په پايله کې د کانکرېټو خواص (مقاومت Strength او پايښت (Durability) کيفيت خرابېږي [1 : 41].

د کانکرېټو لپاره ډکوونکي د(ASTM) ستټندردله مخې ، سورت شوي (Gradation) ډکوونکي چې د سمنټو خميرې په ور الـقلي چـاپيريال (د سمنټو خميرې PH = 12 – 14 پورې وي که په پورتلنډ سمنټو کې سوديم اوکسايد شتون ولري) کې او د بيروني اغېزو لکه د کنګل نيول و او ويلې کيدلو ، د ګاډو د ټايرونود سولېدنو په وړاندې پايښت ولري او همدارنګه د کيمياوي حملو لکه د سلفاتو او داسې نورو حملو په وړاندې مقاوم وي ، کارېږي. بر سېره پردې د (ASTM) ستټندرد د کانکرېټو د مخلوط د طرحې او محاسبې لپاره د ډکوونکو حجمي وزن ، کثافت ، لمدبل او جذب ظرفيت د پيداکولو لپاره اړين ې لاري او طريقې ښيې. په ترتيب سره د کانکرېټو ترکيبي اجزا په لاندې ډول تر مطالعې لاندې نيسو :

2.2- سمنټ او د هغې اجزاووي (Cement and Cement Components)

سمنټ د اوومو ياخامو غوره شويو مسالو مخلوط دی ، چې په ډېره ښه توګه ژرنده يا ميده شوی ، په ټاکلي مخلوط سره په کورو کې د ويلې کېدنې تر تودوخې (نژدې تر 1500ºC درجې سانتيګريډ) پورې پخېږي ، تر څو چې د پام وړ کېمياوي ترکيب په لاس راوړي. بيا وروسته د دې پخوالي څخه حاصل شوی لوټې په بشپړه توګه پوډر کېږي ، تر هغې چې سمنټ په لاس راوړل شي. د اوبو سره د سمنټو د ترکيب له اغېزې کېمياوي فعل او انفعال سرته رسيږي او سمنټ د ډبرې يا تيږې په څېر په سخت او کلک جسم بدلېږي ، چې دې کېمياوي فعل او انفعال ته هايدريشن (Hydration) يا اوبه ورکوونه ويل کېږي[14 : 25] .

هغه اوومې يا خامې مسالې چې د سمنټو په جوړونو کې ترې ګټه اخيستل کېږي د چونې ډطره يا تېګه ، سمنټي ډبره يا تېګه، د سيندنې حيواناتو چونه ډوله پوستونه ، مارن ، مټېنه خاوره، شيست، شګه، سليکان او د اوسپنې ډبرې يا تېګې دي ، چې دا مواد په بشپړه توګه د پوډرو په ډول ميده کېږي او په يوه ټاکلې نسبت سره يو له بل سره مخلوط او ګډېږي ، چې د دې کار لپاره دوې وچې او لمدې طريقې کارېږي په وچې طريقې سره د مسالې ژرنده کول او ګډول په وچه توګه سرته رسيږي او لمدې طريقې سره مساله په لوند او مرطوب ډول ګډېږي او بيا ژرنده کېږي. د دې (د دواړو طريقو) څخه وروسته په هغه کورو کې چې د تودوخې اندازه يې د (1,400 ºC) درجې سانتيګريډ څخه تر(1,650ºC) درجې سانتيګريډ

پورې وي ځای په ځای کېږي ، چې د دې تودوخې له امله ځانګړي فعل او انفعال سرته رسېږي او په پایله کې د سمنټو لوټې تولیدېږي، چې دا د سمنټو لوټې د کلنکر په نوم یادېږي. د دې ځخه وروسته کلنکر سړېږي او بیا په ژرندو کې په پوډرو بدلېږي او بیا د دې لپاره چې د سختېدنې یا جوش خوړلو وخت یې منظم شي ګچ ورسره ګډوي ، چې په پایله کې لاس ته راغلي پوډر د پورټلنډ سمنټو په نوم یادېږي. دا پوډر تر دې اندازه کوچنۍ ذرې لري چې کولی شو د (No. 200) غلبېل څخه چې د سوریو اندازه یې (75 µm) مایکرون متره ده ، تیرېږي. حاصل شوی سمنټ په (50 kg) کیلوګرامه بوریو کې اچول کېږي او د کاریدنې ځای ته لېږدول کېږي [4 : 6].

سمنټ د کانکرېټو مهمه ترکیبي کېمیاوي ماده ده ،چې په خپل ترکیب کې لاندیني منرالونه لري :

1. ترای کلسیوم سلیکېټ [Tri - Calcium Silicate (3CaO. Si CeS)]
2. ډای کلسیوم سلیکېټ [Di - Calcium Silicate (2CaO. SiO_2) - C_2S]
3. ترای کلسیوم الیومینټ [Tri- Calcium Aluminates (3CaO. Al_2O_3) - C_3A]
4. تیترا کلسیوم الیومین فریت

[Tetra-Calcium Alumina Ferrite (4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3) - C_4AF

د پورټلنډ سمنټو په ترکیب کې په فیصدۍ سره لاندې مواد ګډ وي:

1. چـونـه Lime (CaO) (60 – 67) %
2. سلیکان اوکساید Silica (SiO_2) (17 – 25)%
3. الیومین اوکساید Alumina (Al_2O_3) (3 – 8)%
4. اوسپنې اوکساید Iron Oxide (Fe_2O_3) (0.5 – 6)%
5. مګنیزیوم اوکساید Manganisia (MgO) (0.1 – 4)%
6. سلفر ترای اوکساید Sulphur Tri - Oxide (SO_3) (1 – 2.75)%
7. القلي (سوډا او پوتاشیم) Alkalis (Soda & Potash) (0.5 – 1)%

د پورټلنډ سمنټو لپاره د اوبیزو - سمنټو اصطلاح ډیره مشهوره ده ، ځکه چې سختېدنه یې که د اوبو لاندې هم موجود وي له اوبو سره د کېمیاوي تعامل په پایله کې سرته رسېږي. د پورټلنډ سمنټو څخه د هر ډول کانکرېټي ساختمانونو په جوړولو کې ګټه اخیستل

کېږي. خو د ځانګړو فزیکي او کېمیاوي خواصو دلاسته راوړنې لپاره بېلا بېل ډول پورتلنډ سمنټ تولیدېږي ، چې د هر هیواد د ستېندرد له مخې ځانګړي نومول شوي دي [16 : 8,9].

د (ASTM) ستېندرد له مخې پورتلنډ سمنټ د(ASTM C-150) پر بنسټ په لاندینیو بېلابېلو ډولونو وېشل شوي دي:

1- (Type - I) پورتلنډ سمنټ سمنټ(Ordinary Portland Cement): ا ډول سمنټ دعادي کاریدونکي پورتلنډ دي.

2- (Type - IA) پورتلنډ سمنټ (Air-Entraining Portland Cement) : دا ډول سمنټ عادي کاریدونکي هوا ویستوونکي پورتلنډ سمنټ دي.

3- (Type - II) پورتلنډ سمنټ (Modified Portland Cement): معتدل کیمیاوي مقاوم (د سلفاتو د حملي او د القلی ډکوونکو د غبرګون یا عکس العمل په وړاندې مقاوم) پورتلنډ سمنټ دي.

4- (Type - IIA) پورتلنډ سمنټ (Air-Entraining Modified Portland Cement: معتدل کیمیاوي مقاوم (د سلفاتو د حملي او د القلی ډکوونکو د غبرګون یا عکس العمل په وړاندې مقاوم) هوا ویستوونکي پورتلنډ سمنټ دي.

5- (Type - III) پورتلنډ سمنټ (Rapid-hardening Portland Cement): ژر مقاومت لاس ته راوړونکي او سختېدونکي پورتلنډ سمنټ دی.

6- (Type-IIIA)پورتلنډ سمنټ (Air-Entraining Rapid-hardening Portland Cement): ژر مقاومت لاس ته راوړونکي یا سختېدونکي او هوا ویستوونکي پورتلنډ سمنټ دی.

7- (Type - IV) پورتلنډ سمنټ (Low heat Portland Cement) : ټيټه تودوخه لرونکي پورټلند سمنټ دي چې د هایدریشن تودوخه یې ټيټه ده.

8- (Type - V) پورتلنډ سمنټ (Sulfate-Resisting Portland Cement) : د سلفاتو په وړاندې لوړ مقاوم پورتلنډ سمنټ دي.

9- سپین (White) پورتلنډ سمنټ: د ښایست او ښکلا لپاره کارېدونکي پورتلنډ سمنټ دي.

سربېره پر دې د پورتلنډ سمنټو په ډول کې د (A) حرف په ښودلو سره په هغې کې د هوا د ویستنې عامل ښيي ، په سوړ چاپیریال کې چې کنګل نېونه او ویلې کېدنه په تکراري ډول

سره سرته رسیږي، د بېلګې په توګه د (Type-IA) ډول پورتلنډ سمنټ ،چې عادي پورتلنډ سمنټ دي ، په هغو سیمو کې چې د دې ډول حالت سره د ساختمانونو په جوړښت کې مخامخ کېږي ډېره ګټه اخیستل کېږي. دویم ډول (Type-IIA) ډول یا ټېټ القلي پورتلنډ سمنټ دي ، دا ډول پورتلنډ سمنټ د کیمیاوي حملو (په ځانګړي توګه د سلفاتو حملو) په وړاندې معتدل مقاومت لري او د دې ډول د سمنټو په ترکیب کې لږ مقدار سوډیم اوکساید شتون لري ، چې په ټېپیک ډول سره د سمنټو د خمیرې د القلي کېدنه ډېروي. د سوډیم اوکسایدو د مقدار ډېرښت د پورتلنډ سمنټو او د ډکوونکو تر منځ د ښه او اغېزمن کیمیاوي تعامل او غبرګون لامل کېږي [17 : 64,65].

دا باید په یاد ولرو چې د اوبو او سمنټو نسبت (W/C) ټېټه اندازه د کانکرېټو مقاومت او پایښت لپاره ډېره اغېزمنه ده. په هر ترتیب د ډاډمن پایښت لپاره ډېره پاملرنه اړینه ده ، سربېره پر دې ، د دې لپاره چې د اوبو او سمنټو نسبت (W/C) لږه شي ، د کیمیاوي علاوه کوونکو او یا د ځانګړو سمنټو څخه ګټه اخیستل کېږي.

د سمنټو دګټې واخستتنې څخه مخکې ، سمنټ په ګوداmونو کې ځای په ځای کېږي. ددې لپاره چې سمنټ خراب نه شي باید په داسې ګوداmونو کې وساتل شي ، چې د باران ، باد او لندبل یا رطوبت څخه په بشپړه توګه خوندي وي او د ګوداmونو فرش وچ ، د لندبل عایق او سمنټ د لرګېنو تختو له پاسه کېښودل شي ، چې د فرش څخه د(150mm) ملي مترو نه تر د(200mm) ملي مترو پورې لوړ او د دیوالونو څخه باید د(450mm) ملي مترو څخه تر (600mm) ملي مترو پورې فاصله ولري. د سمنټو بورۍ باید داسې ځای په ځای شي ،چې عرض یې څلور بورۍ یا درې متره او لوړوالي یې د اتو بوریو څخه ډېر نه شي [32:18].

کله چې د اړتیا پر مهال د پام وړ ډول سمنټ نه پیدا کېږي ، کېدای شي چې د اړتیا وړ کیفیت د لاسته راوړنې لپاره ، د هماغه کیفیت پیدا کوونکو کیمیاوي ګډوونکو او عادي پورټلنډ سمنټو د یو ځای کېدنې څخه د پام وړ سمنټو ځانګړتیاوې لرونکي کانکریټ حاصل کړو [13 : 9].

د سمنټو کیفیت د ښو کانکرېټو د تولید او جوړونې لپاره ډېر اړین دي ، نو لازمه ده چې د سمنټو کیفیت کنټرول شي. همدا راز د سمنټو د کیفیت د څرګندولو لپاره یو لړ ازمایښتونه

او تحلیلونه په لابراتوارونو کې ترسره کېږي ، تر څو د پام وړ کانکرېټو د جوړونې و غوښتنو په هکله ډاډمنتیا حاصله شي. نو د دې موخې د لاسته راوړنې لپاره د سمنټو د کېمیاوي ترکیب تحلیل او فزیکي تحلیل او ازمایښتونه سرته رسیږي .

1- سمنټو کېمیاوي تحلیل (Chemical Analysis of Cement)

د سمنټو د کېمیاوي تحلیل له مخې د سمنټو د کیمیاوي ترکیبي اجزاوو مقدار او اندازه ټاکل کېږي . په دې تحلیل کې د چونې د مشبوعیت فکټور (Lime saturation factor) یا (L.S.F))، (Silica Modulus) یا (S.M)) سلیکا موډل او المونیم موډل (Alumina Modulus)یا(A.M) پیدا کېږي. د پورته یاد شویو ترکیبي اجزاوو مقدار او اندازې د فیصدۍ له مخې په (1.2- جدول) کې ښودل شوي دي .

1.2- جدول: په پورټلنډ سمنټو کې د ترکیبي اجزاوو مقدار په فیصدۍ سره[17 : 253].

د پورټلنډ سمنټو ترکیبي اجزا	په سمنټو کې یې په سلنې سره اندازه
SiO_2	20 – 23
Al_2O_3	4 – 8
Fe_2O_3	3 – 5
CaO	57 – 63
MgO	6.0 max اعظمي
SO_3	1 – 3
$Na_2O + K_2O$	0.5 - 1.3
CI	0.05 max اعظمي
IR	4.0 max اعظمي

د سمنټو خواص د کېمیاوي ترکیبي اجزاوو د اندازې پورې اړه لري:

$$C_3S = 4.07\,(\%\,CaO - \%\,CaO_2) - 7.6\,(\%SiO_2) - 6.718\,(\%Al_2O_3) - 1.43(\%\,Fe_2O_3) - 2.85\,(\%SO_3)$$

$$C_2S = 2.87(\%SiO_2) - 0.75\,(\%C_3S)$$

$$C_3A = 2.65\,(Al_2O_3) - 1.692\,(\%Fe_2O_3)$$

$$C_4AF = 3.043\,(\%Fe_2O_3)$$

دلته: $C = CaO$ او $S = SiO_2$, $A = Al_2O_3$, $F = Fe_2O_3$

په (2.2- جدول) کې د سمنټو خواص د ترکیبي اجزاوو د منرالونو له مخې واضح شوي دي:

2.2 - جــدول په سمنټو کې د منرالونو اندازه او خواص [242:17].

منرالونه Minerals	مرسته کول Contribution	نــوم Name	د کتلې فیصدي (%)
آلایت Alite (C_3S)	ژر سختېږي Early Strength	ترای کلسیم سلیکات Tricalcium Silicate	30 – 55
بیلایت Belite (C_2S)	په ارامه سختېږي Later Strength	ډای کلسیم سلیکات Dicalcium Silicate	20 – 45
الیومینایت Aluminite (C_3A)	د بهېدنې حالت په ارامه سختېږي Fluxing Phase Later Strength	ترای کلسیم المونات Tricalcium Aluminate	5 – 12
فیرایت Ferrite (C_3AF)	بهېدنې حالت Fluxing Phase	تترا کلسیم المونات Tetracalcium Aluminate	6 – 14

په سمنټو کې د چونې د مشبوعیت فکټور (Lime saturation factor) یا (L.S F) دلاندیني (2.2) فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$$L.S.F = \frac{Ca - 0.7SO_3}{2.8SiO_3 + 1.18\ Al_2O_3 + 0.65Fe_2O_3} \quad \ldots\ldots (2.2)$$

په سمنټو کې د چونې د مشبوعیت فکټور (Lime saturation factor) یا (L.S F) اندازه باید د(0.66) څخه تر (1.02) حدونو پورې وي.

3.2- جدول: د (ASTM C-150) سټېندرد له مخې د پورټلنډ سمنټو لازمي کېمیاوي ځانګړتیاوې [4 : 9].

ګڼه	کېمیاوي ځانګړتیاوې			د پورټلنډ سمېنټو ډولونه I, IA	II, IIA	III, IIIA	IV	V	د ازمایښت سټېندرد
1	C_3S (د سمنټو دوزن په سلنه) کې		اعظمي مجازي مقدار	-	-	-	35.00	-	C 150
2	C_2S (د سمنټو دوزن په سلنه) کې		اعظمي مجازي مقدار	-	-	-	40.00	-	C 150
3	C_3A (د سمنټو دوزن په سلنه) کې		اعظمي مجازي مقدار	-	8.00	15.00	7.00	5.00	C 150
4	$(2C_3A + C_4AF)$ $(C_4AF + C_2F)$ (د سمنټو دوزن په سلنه) کې		اعظمي مجازي مقدار	-	-	-	-	25.00	C 150
5	د سره کېدو له امله د وزن لږوالی (د سمنټو دوزن په سلنه) کې		اعظمي مجازي مقدار	3.00	3.00	3.00	2.50	3.00	C 114
6	د پاتې شوي نامحلول مقدار (د سمنټو دوزن په سلنه) کې		اعظمي مجازي مقدار	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	C 114
7	SiO_2 (د سمنټو دوزن په سلنه) کې		اصغري مجازي مقدار	-	20.00	-	-	-	-
8	Al_2O_3 (د سمنټو دوزن په سلنه) کې		اصغري مجازي مقدار	-	6.00	-	-	-	C 114
9	Fe_2O_3 (د سمنټو دوزن په سلنه) کې		اصغري مجازي مقدار	-	6.00	-	6.50	-	C 114
10	MgO (د سمنټو دوزن په سلنه) کې		اصغري مجازي مقدار	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	C 114
11	SO_3 (د سمنټو دوزن په سلنه) کې	که $C3A \leq 8\%$	اصغري مجازي مقدار	3.00	3.00	3.50	2.30	2.30	C 114
		که $C3A > 8\%$	اصغري مجازي مقدار	3.50	-	4.50	-	-	C 114

2- د سمنټو فــزيکي خواص (Physical Properties of Cement)

د ساختماني سټندردونو له مخې د سمنټو فزيکي خواص د سمنټو د کيفيت او قبليدني سره مستقيم مالومات برابروي. د سمنټو په فني ځانګړتياوو کې د دوارو فزيکي خواصو او کېمياوي ترکيب لپاره ديو لړ محدوديتونو يادونه کېږي. د اهميت په درک کولو سره يو څه فزيکي خواص د سمنټو د ازمايښتونو د پايلو د تفسير سره مرسته کوي. د سمنټو د فزيکي خواصو ازمايښتونو څخه د سمنټو د خواصو د ارزونې لپاره په کاريږي ، دا ځکه چې د کانکريټو مشخصات او ځانګړتياوې د سمنټو د خواصو پورې محدود يږي. د سمنټو د (ASTM C 183) -CSA A456 په مطابق نمونې اخيستل کېږي او د هغې له مخې يې ازمايښتونه تر سره کېږي [1 : 68].

د سمنټو فزيکي خواص د رطوبت اغېزه (Effect of Humidity) ، د تودوخې اغېزه (Effect of Temperature) ، د سمنټو ميده والی يا ظرافت (Fineness of Cement) ، د سمنټو د اوبو اړتيا (Consistency of Cement) ، د سمـــنټو د جـــوش خوړلو موده (Setting Time) ،د (Compressive Strength of Cement) سمنټو فشاري مقاومت ، د سمنټو انبساطي اندازې (Soundness or Expansion Measurement) او د هايدريشني تودوخه (Heat of Hydration) پورې اړه لري. چې د پورتنيو ازمايښتونو له مخې کولی شو د سمنټو فزيکي خواص و پېژنو ، د ياد شويو ازمايښتو څخه په لاندې ډول يادونه کېږي:

الف- د رطوبت اغېزه (Effect of Humidity): د سمنټو په هايدريشن او د فشاري مقاومت په زيادښت کې رطوبت ژوره اغېزه لري. نو د دې لپاره لازمه ده ، چې د سمنټو د رطوبت د څرګندونې لپاره اړينه ده ازمايښتونه يا تجربې اجرا شي ، ځکه چې د سمنټو د ښه سختيدلو او جوش خوړلو لپاره لازمه ده ، چې په لومړنيو څلورويشت ساعتونو کې لږ تر لږه بايد (90%) لندبل يا رطوبت ولري او د سمنټو نمونه بايد په (27± 2)°C تودوخه کې په اوبو کې ډوبه وساتل شي.

ب- د تودوخې اغېزه (Effect of Temperature): لوړه تودوخه د سمنټو د سختید و اندازه لوړوي او ډېره سختیدنه رامنځته کوي او ټیټه تودوخه د سمنټو د سختیدلو اندازه راټیټوي. سره له دې چې د تودوخې په لوړیدلو سمنټي نمونې د متراکم کېدلو له اثره د ایسارې شوې هوا د غځیدنې لامل کېږي ، چې د سمنټو هایدریشن پځوي ، خو د سمنټو فشاري مقاومت زیاد ښت مومي او په پایله کې د سمنټو وروستنی یا اخري فشاري مقاومت لوړیږي. د سمنټو په سختیدنه کې ټیټه تودوخه مثبته اغېزه کوي ، خو د نه جوش خوړلو له امله د سمنټو سختیدنه په ډېره موده کې سرته رسیږي [1 : 45].

ج- د سمنټو میده والی (Fineness of Cement): تر څو چې د سمنټو د ذرو د سطحې سره هایدریشن پیلېږي ، نو د سمنټو دا ټوله سطحه د هایدریشن لپاره تیار مواد دي ، نو له دې امله هایدریشن د سمنټو د ذرو پورې اړه لري ، هر څومره چې د سمنټو د ذرو میده والی (Fineness) لوړ وي په هماغه اندازه د سمنټو سختېدنه ژر حاصلېږي. میده والی او ظرافت د سمنټو ډېر اړین خاصیت دی ، چې د (ASTM) او (British Standard) یا (BS) د غوښتنو له مخې په (m^2/kg) سره د مشخصې سطحې لپاره پیدا کېږي. واګنر تربیډیمیتر (Wagner Turbidimter) هغه طریقه ده چې په مستقیمه توګه د سمنټو د ذرو اندازه مالوموي ، چې د (ASTM C 115-93) په واسطه مشخصه او ځانګړي شوی ده ، چې د سټوکس قانون (Stocke's Low) پر بنسټ ولاړه ده. همدارنګه د سمنټو مشخصه او ځانګړي سطحه د هوا د نفوذ منني طریقې (Permeability Method) یا د لیې (Lea) او نورس (Nurse) طریقې په واسطه پیدا کېږي، چې د (BS 4550) کود د (1978) ز کال په (3.3) برخې کې تشریح او واضح شوی ده. د دې طریقې پرمختللې حالت د دبلین د هوا د نفوذ منني طریقې ده ، چې د (ASTM C 204-92) کود کې یې بشپړه وضاحت شوی دی.

د سمنټو د میده والی د څرګندولو لپاره لازمه ده ، چې د وچو شویو سمنټو نمونه د (27±2)°C تودوخې په شرایطو کې د بلین د هوا د نفوذ منني طریقې په واسطه سرته رسیږي . په لومړي قدم کې د سټندرد نمونې د کتلې اندازه د (2.3) فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$$W = \rho V (1 - e) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.2)$$

دلته:

ρ - د موادو کثافت دی ، چې دعادي پورټلنډ سمنټو لپاره($\rho = 3.15 kg/m^3$)نیول کېږي.

V - د سمنټو حجم دی.

e - د تل تخلخل (منفذونه) دي.

منفذ لرونکې ډکه شوې حجره د متراکم شوي نل یا مونو کرومتر تیوب سره د (Monocrometer tube) مونوکرومتر لرونکې تیوب سره نښلول کېږي ، چې په یو ځل تخلیه کېږي او د مایع د جریان موده د یوې مشخصې او ځانګړې فاصلې لپاره اندازه کېږي . داازمایښت د نمونې لپاره په ځانګړو شرایطو کې تکراریږي او همدا وزن په ټولو ازمایښتونو کې استعمالیږي [20 : 35] .

د سمنټو د ظرافت یا میده والی د پیداکولو لپاره د (2.4) فورمول څخه استفاده کېږي:

$$\frac{Ss}{Se} = \frac{\sqrt{Te}}{\sqrt{Ts}} \quad \text{...} \quad (4.2)$$

دلتـــه:

Te - په ثانیې سره د ازمایښتي نمونو لپاره موده ده.

Se - د ازمایښتي نمونو مشخصه سطحه ده.

Ss - د ستهندرد نمونو مشخصه سطحه ده.

Ts - په ثانیې سره د ستهندرد نمونو لپاره موده ده.

7.2- شکل: د بلین د هوا د نفوذ منني آله (Blain's air permeability Apparatus).

د - د سمنټو د سټندرد خميرې لپاره د اوبود اړتيا
(Consistency of standard paste)

د سمنټو دخميرې لپاره د اړينو اوبو د پيدا کولود ازماينښت لپاره د ويکيټ آلې (Vicat Apparatus) څخه کار اخيستل کېږي ، چې د (10mm) ملي متره يا (3/8 in) انچه قطر لرونکې پلنجر (Plunger) د خپل وزن له امله د سمنټو په خميره کې د ښکته کېدنې يا ډوبېدنې له امله بيدا کېږي. کله چې ستنه د سمنټو په خميره کې دننه کېږي ، نو د اوبو مقدار د وچو سمنټو د وزن له (26%) سلنې څخه تر (33%) سلنې پورې په پام کې نيول کېږي.

دا ازماينښت د خالصو سمنټو او د اوبو څخه د جوړې شوې خميرې ، چې د وچو سمنټو د وزن له (26%) سلـنې څخه تر (33%) سلنې پـه وزن په کې اوبـه ګـډې شوې وي ، په (27± 2)°C درجې سانتيګريډ تودوخې او %(65±5) سلنې لند بل يا رطوبت کې سرته رسيږي . د سمنټو دا جوړه شوې خميره په منظمه توګه په پوره غور او دقت سره په ويکيټ قالب (Vicat mould) کې اچول کېږي. د دې ازماينښت د اجرا کولو لپاره د ويکيټ آله چې

په هغې کې پلنجر (Plunger) ، چې په قالب کې اچول شوې خميرې کې په تد ريجي توګه ښکته کېږي. کله چې پلنجرد قالب د ښکته څخه د (5mm) ملي مترو څخه تر (7mm) ملي مترو پورې په ژوروالي کې ودريږي ، دا ازمايښت تر هغه پورې تکراريږي ، تر څو مطلوبه موخه لاس ته راوړل شي ، نو د دغه حالت له مخې د سمنټو د خميرې د برابرولو لپاره د اوبو د اړتيا فيصدي ټاکل کېږي.

8.2 - شکل: د ويکټ آله (Vicat Apparatus)

هـ - د سمنټو د سختېدو (جوش خوړلو) وخت (Setting Time): د سمنټو د سختېدنې يا جوش جوړولو وخت ، هغه موده ده چې په هغې کې د سمنټو خميره کلکېږي. څرګنده ده چې سختېدنه يا جوش خوړل د سمنټو خميره د مايع حالت څخه کلک حالت ته اړوي. په بنسټيزه توګه د سمنټي خميرې سختېدنه او جوش خوړل لامل په سمنټو کې د (C₃A) او (C₃S) د شتون او په سمنټي خميره کې د تودوخې د را پيدا کېدنې پورې تړلې دی ، چې لومړنۍ سختېدنه يا جوش خوړل (Initially Setting) ډېر ژر رامنځته کېدونکي تودوخې او وروستنۍ يا نهايي سختېدنه يا جوش خوړل (Finally Setting) د نهايي تودوخې په رامنځته کېدنې پورې اړه لري. لومړنۍ او وروستنۍ يا نهايي سختېدنه او جوش خوړل بايد د هغې سختېدنې او جوش خوړلو سره چې ځينې مهال د اوبو په ګډولو سره په څو دقيقو کې د دروغجنې سختېدنې يا جوش خوړلو لامل رامنځته کېږي ، توپير شي [16 : 33,34].

د سمنټو د خمیرې د لومړنۍ او وروستنۍ سختېدنې یا جوش خوړلو وخت د ازمایښت لپاره سمنټ د اوبو سره د نورماله اوبوا ړتیا د (85%) سلنې په اندازه مخلوط کېږي او د اوبو د ګډولو سره سم د سمنټو د خمیرې سختېدنه پیلېږي ، د سمنټو د خمیرې قالب باید د(90%) سلنې څخه په لړ رطوبت کې ونه ساتل شي . د سمنټو د خمیرې لومړنۍ او نهایې سختېدنه یا جوش خوړل د ویکټ آلې په واسطه ازمیښت او پیداکېږي . دویکیټ ستنې(Vicat needle) چې (1mm) ملي متره یا (0.04 in) انچه قطر لري ، لومړنۍ سختیدنه (جوش خوړلو) ازمایښت او وروستنۍ یا نهایې سختیدنې (جوش خوړل) د وخت د ازمایښت لپاره دایروي حلقه تړل کېږي . هغه مهال چې په هغې کې ستنه د قالب د لاندینۍ خوا څخه (5 ± 0.5)mm ملي متره حساب شي ،د سمنټود لومړنۍ سختېدنې (جوش خوړلو) وخت ازمایښت (Initially setting time test) لومړنۍ سختېدنې (جوش خوړلو) موده ورته ویل کېږي او هغه وخت چې په هغې کې په ویکیټ آلې په ستنه کې د تړل شوي دایروي حلقې په خمیره کې نه د ننه کېږي ، د سمنټو وروستنی یا نهایې سختیدنه یا د جوش خوړلو وخت (Finally setting time test) ورته ویل کېږي . د پورتلنډ سمنټو لومړنۍ سختېدنه د (ASTM C 150-92) سټنډرد له خوا اصغري وخت (60 min) دقیقې ښودل شوی دی. همدارنګه د پورټلنډ سمنټو لپاره د وروستنې یا نهایې سختېدنې وخت د (BS) کود په واسطه (10 hours) ساعتونه ، چې د (ASTM) یا امریکایې کود او سټنډرد په واسطه هم (10 hours) ساعتونه ښودل شوی دی ، خو یوه بله طریقه چې دګیلمور طریقې (Gillmore Method) نومېږي او دامریکایې (ASTM C 266-89) سټنډرد په واسطه یې څرګندونه شوی ده، د سمنټو خمیرې لومړنۍ او وروستنۍ سختېدنه ازمېیل کېږي.

د سمنټو د خمیرې د لومړنۍ او وروستنۍ سختېدنې د وختونوا ړیکې د لاندیني فورمول په واسطه قایمېږي :

ورستنې وخت (Final Time in min) = 90 + 1.2 [لومړنی وخت په دقیقې Initially time in min]……………………………………………………………..(5.2)

پورتنې فورمول د لوړ الومنيم لرونکو سمنټو لپاره نه کارېږي. دا چې تودوخه د سمنټو په خميرې اغېزه کوي ، نو له دې امله د لومړنۍ او وروستنۍ سختېدنې د وختونود د پيداکولو لپاره د سمنټو خميرې تودوخه د (20 ± 2° C) درجې سانتيګريډ يا (68 ± 4^oF) درجې فارنهايټ پورې او په (65%) سلنه اصغري لندبل يا رطوبت کې او همدارنګه د سمنټو خميره په (20 ± 1^oC) درجې سانتيګريډ يا (68 ± 2° F) درجې فارنهايټ تودوخې او (90%) سلنه اعظمي لندبل يا رطوبت کې بايد وساتل شي [16 : 34].

و- د سمنټو د صحت او درستوالي ازمايښت

(Soundness of Cement)

د سمنټي خميرې لپاره ډېر درستوالى د دې لپاره اړين دى ، چې په سختيدنه کې په يو وار سره په حجم کې ډېر بدلون و نه زغمي . د دې محدوديت لامل هغه ماتېدنه ، ويجاړېدنه او درزونه دي ، چې د سمنټو د خميرې د انبساط يا غځېدنې (expansion) او په هغه ځای کې چې دانبساط يا غځېدنې امکان نه وي را پيداکېږي . دا ډول غځېدنه د ازادې چونې ، منګنيز او کلسيم سلفاتو د غبرګون له امله پېښېږي ، چې له دې امله هغه سمنټ چې دارنګه خاصيت لري ،نادرسته ګڼل کېږي.

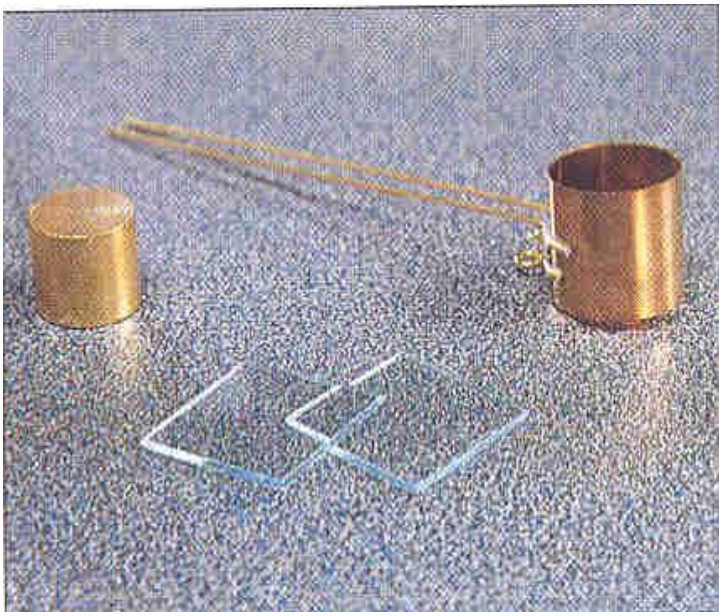
په کانکرکې ازاده چونه د نورو ترکيبي اجزاوو و سره د دننني کرستال شوي په حالت کې شته وي ، نو په پايله کې هادرايت ډېر پخېږي او د ازادو کلسيمو د اوکسايد کېدنې له امله د حجم په پرتله يې حجم ډېرېږي. ازاده چونه د سمنټو د کېمياوي تحليل له مخې نه پيداکېږي ، دا ځکه کله چې سمنټ اتموسفير سره په لوخ حالت کې دسليکټونو قسمي هايدريشن له امله د کلسيم اوکسايد (CaO) او کلسيم هايدرواوکسايد [$Ca\ (OH)_2$] چې تعامل يې نه وي کړی يو له بله يې توپيرکېدنه نا ممکنه ده. د منګنيزم اوکسايد د اوبو سره د تعامل په پايله کې (CaO) ته ورته عمل کوي او د کرستال کېدنې له امله يې حجم ډېرېږي ، چې همدا د سمنټو د سلامتيا او درستوالی د خرابېدو لامل کېږي. د غځېدنې درېيم لامل د کلسيم سلفات دي ، چې د اضافي ګچو څخه د کلسيم سولفوالومينات

(Calcium Sulphoaluminate) په جوړېدنې سره ، چې د (C_3A) د ترکیب سره نه یو ځای کېږي و سمنټ خرابوي.[2 : 20] .

لیچاټلیر(Le Chatelier's) د انګلستان (BS 4550) سټندرد په دریېمه برخه کې د ازادې چونې پر لوري د سمنټو د سلامتیا او درستوالي نه شتون چټکه پلټنه تشریح کړې ده

د لیچاټلیرغځېدنې (Le-Chatelier Expansion) په میتود ازماینښت د سرته رسولو لپاره (100gr) ګرامه سمنټو نمونه د همدې سمنټو د سټندرد اوبو د اړتیا په (78%) سلنه اوبو سره د(3min) دقیقو څخه تر (5min) وخت پورې ګډېږي . دا سمنټي خمیره په لیچاټلیرقالب (Le-Chatelier mould)کې ځای په ځای کېږي او په قالب کې له پاسنۍ خوا څخه متراکمېږي. د سمنټي خمیرې د متراکم کیدلو لپاره د قالب د پاسه د شیشه يې تختې د پاسه د (100gr) ګرامه په اندازه وزن دا سې ایښودل کېږي ، چې د اوبو په د ننه کې د(24) ساعتونو لپاره په $(27 \pm 2)°C$ درجې سانتیګرید تودوخه کې ساتل کېږي ، چې د (24)ساعتونو له بشپړیدلو وروسته له اوبو څخه وېستل کیږي او اندازه يې اخیستل کېږي. بیا دا سمنټي خمیره په همدې قالب کې د یوڅو ساعتونو لپاره په جوش شویو اوبو کې چې د تودوخې اندازه يې د (100°C) درجې سانتیګرید څخه لږه نه وي ایښودل کېږي. له یوڅو ساعتونو څخه وروسته له اوبو څخه وېستل کیږي او د سړېدلو (د خونې د تودوخې تر درجو پورې) څخه وروسته يې تر منځ فاصله اندازه کیږي ، چې په پایله کې باید د دې اندازو ترمنځ توپیر د(10mm) ملي متروڅخه ډېر نه شي . که چېرې د غځېدنې اندازه د ټاکلې اندازې څخه ډېره شي نود اوو ورځو لپاره په ازاده هوا کې د سمنټو دهوارولو څخه وروسته دا کړنه بیاځلې تر سره کېږي. دا عملیه څو ځلې تکرارو او د دې تو پیر اندازه يې باید چې د (6mm) ملي مترو څخه ډېر نه شي.

د (CaO) او (MgO) له امله د سمنټو د خرابوالي د ټاکنې لپاره ، چې د سمنټو په اومو یا خامو موادو کې د منګنزم اوکساید نه شتون ډېر لږ پیښېږي د (ASTM C151-84) سټندرد(Autoclave Test) د اتوکلاو ازماینښت ځانګړي او مشخص کړی دی.



9.2- شکل: د لیچاټلیرآله (Le-Chatelier Apparatus).

د اوتو کلیو غځیدنې (Autoclave Expansion) په میتود ازمایښت د سمنټو نمونه د سمنټو دستندرد اوبو اړتیا په (100%) سلنې اوبو سره د(3 min) دقیقو څخه تر (5min) وخت پورې ګډېږي . دا برابره شوې سمنټي خمیره په اوتو کلیوقالب (Autoclave Mold) کې ، چې ټول اوږدوالې یې (280mm) ملي متره او اغېزمن اوږدوالې یې (250mm) ملي متره دی ، ځای په ځای کېږي. د ا سمنټي خمیره په قالب کې له پاسنۍ خوا څخه متراکم کېږي ، چې د دې متراکم کیدلو لپاره د قالب له پاسه د شیشه یې تختې د پاسه د(100gr) ګرامو په اندازه وزن داسې ایښودل کېږي ، چې د اوبو په دننه کې د(24)ساعتونو لپاره په $(27 \pm 2)°C$ تودوخه کې ساتل کېږي. د (24) ساعتونو له بشپړیدلو څخه وروسته د اوبو څخه ایستل کیږې او اندازه یې اخیستل کیږې. بیا دا

سمنټي خميره په همدې قالب کې د يو ساعتونو لپاره په جوش شويو اوبو کې چې د تودوخې اندازه يې د(216°C) لږه نه وي د (2MPa) ميګاپاسکال تر فشار لاندې ساتل کېږي ، بياله يو ساعتونو څخه وروسته د اوبو څخه وېستل کيږې او د سړېدلو(د خونې د تودوخې تر درجو پورې) څخه وروسته يې تر منځ فاصله اندازه کيږې ، د ا عمليه څو ځلې تکراريږي او د لانديني(6.2) فورمول په واسطه د اوتو کليو غځېدنې فيصدي ټاکل کېږي:

$$\text{(Autoclave Expansion)} \text{ د اتوکليو غځېدنه } = \frac{X_2 - X_1 x\ 0.02}{250} x\ 100 \text{ ....(6.2)}$$

دلته:

X_1 - لومړنې اوږدوالى دى.

X_2- وروستنې اخرنې اوږدوالى دى.

پايله بايد چې داوږدېدنې يا غځېدنې اندازه داصلي اوږدوالي انادزې د(0.8%) سلنې څخه ډيره نه شي او که چېرې د غځېدنې اندازه د ټاکلې اندازې څخه ډېره شي، نود اوو ورځو لپاره په ازاده هوا کې د سمنټو دهوارولو څخه وروسته دا کړنه بياځلې تر سره کېږي [16 : 34].

10.2- شکل: د اوتو کلیو آله (Autoclave Apparatus).

4.2- جدول: د (ASTM C-150) ستېندرد له مخې د پورټلند سمنټو لازمي فزیکي ځانګړتیاوې [4 : 10].

ګڼه	فزیکي ځانګړتیاوې		د پورټلنډ سمنټو ډولونه I	II	III	IV	V	د ازمایښت ستېندرد
1	مخصوصه سطحه (m²/kg) (اصغري مجازي مقدار)	د توربودی امتر ازمایښت	160	160	-	160	160	C 115
		د هوا د نفوذ	280	280	-	280	280	C 204
2	د اتوکلاو په طرېقه د غځېدنې ازمایښت (په سلنې)	اعظمي مجازي مقدار	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	C 151
3	د ویکا د ازمایښت په طریقه لمړنۍ سختېدنې	اصغري مجازي	45	45	45	45	45	C 191
4	د ویکا د ازمایښت په طرېقه نهایي سختېدنې وخت غځېدنې	اصغري مجازي مقدار	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	C 191
5	د هوا دمقدار انډول (دحجم په سلنه کې)	اصغري مجازي مقدار	12	12	12	12	12	C185

نوټ: د (IA, IIA) او (IIIA) ډول سمنټو لپاره د هوا دمقدار انډول (دحجم په سلنه کې) په اصغري توګه (16%) سلنې پورې او اعظمي توګه تر (22%) سلنې پورې بدلون مومي.

ز- د سمنټو دفشاري مقاومت (Compressive Strength of Cement): د سمنټو د سختېدنې میخانیکي مقاومت په هغو مره موادو پورې اړه لري ،چې له هغو څخه جوړېږي

. دا د تعجب خبره ځکه نه ده چې د سمنټو ټول مشخصات او ځانګړتیاوې د ازمایښتونو له مخي څرکند یږي.

د مسالې یا کانکرېټو مقاومت د سمنټې خمیرې د سریښناکۍ یا چسپاناکۍ پورې تړلی دی ، چې د ډکوونکو ذرې سره نښلوي او د ډکوونکو د ذرو ترمنځ یې مقاومت ډاډمن کوي [17 : 53].

فشاري مقاومت د د سمنټو د نوعیت او په دقیقه توګه په هغې د ترکیب او نرمۍ پورې اړه لري ، چې د هغې له مخې د مقاومت اصغري حد ټاکي. خو ډېرې د سمنټو تولیدونکي په ډېره اسانۍ سره د ځانګړي شوې یا مشخص شوې اصغري مقاومت څخه د سمنټو په فني ځانګړتیاوو کې زیادښت راولي ، نو د دې له مخې باید داسې فرض نه شي چې د سمنټو په مخلوط کې بې له نسبتونو له بدلون څخه ، د دوه ډوله سمنټو چې لږ تر لږه یو شانته خواص لري ، یو شانته مساله او کانکریټ جوړ او په لاس راوړل شي. نو د دې لپاره اړینه ده چې د هر ډول سمنټو فشاري مقاومت په ځانګړي توګه ازمایښت او مطالعه شي [1 : 72].

دهغه ستونزو له امله چې د سمنټو د سوچه او خالصې خمیرې په برابرولو او جوړولو کې شتون لري ،نو ځکه د فشاري مقاومت ازمایښت مستقیماً د سمنټو پر خمیره نه تر سره کېږي. په عامه توګه د سمنټو د فشاري مقاومت د ازمایښت کولو لپاره د موادو په ټاکلیو نسبتونو د سمنټو - شګې (Cement-Sand) مساله یا کانکریټ د ستندرد په شرایطو برابرېږي او د هغې فشاري مقاومت ټاکل کېږي.

د سمنټو د فشاري مقاومت د پیدا کولو لپاره د انګلستان ستندرد (BS 4550) د دوو طریقو توصیه کوي ، لومړی د سمنټو او شګې څخه د تیارې شوې مسالې طریقه او دویمه د سمنټو او د ډکوونکو د مناسب ترکیب څخه د برابرشویو کانکرېټو طریقه ده. د دواړو طریقو لپاره تیاره شوی مساله د ستندرد د لارښودونو له مخې (71mm) ملي متري مکعبي نمونې تیارېږي او د (24 hours) ساعتونو څخه وروسته ی د قالبونو څخه ایستل کېږي او په اوبو کې ساتل کېږي او با لاخره د لمدې سطحې په شرایطو کې ازمایښت کېږي. څرنګه چې د سمنټو او شګې څخه د جوړې شوی مسالې مستقیماً د کانکرېټو فشاري مقاومت

ښيي ، نو له همدې امله په (1958) زکال کې د کانکرېټو فشاري مقاومت وړاندیز شو او د انګلستان ستهندرد (BS 4550) په دريیمه برخه کې ثبت شو.

د امريکا ستهندرد (ASTM 109-80) د سمنټو او شګې (2.75 : 1) په نسبت مخلوط د (0.485) د اوبو او سمنټو د نسبت (W/C) ، سمنټي مساله ، چې په هغې کې سيندنۍ شګه اچول شوې وي (51mm) ملي متره يا (2in) انچه مکعبي نمونې جوړوي. د مسالې ګډول او جوړول د انګلستان ستهندرد سره يو شانته په پام کې نيول کېږي ، خو مکعبي نمونه په چونه لرونکي د (23ºC) درجې سانتيګريډ يا (73ºF) درجې فارنهايټ تودو اوبو کې د ازمايښت تر مهاله (24hours) ساعتونه ساتل کېږي او بيا د يې ازمايښت سرته رسيږي . د مقاومت غوښتنې اختياري دي ، نو د فشاري مقاومت بله طريقه د اصلاح شوي مکعب طريقه ده چې د (ASTM C349-82) ستهندرد په واسطه ، چې د انحنايي منشور د مقطعي د ماتېدنې لپاره کارېږي ، چې د دې له مخې د (ASTM) او انګلستان د (BS) ستهندردونو په واسطه د بېلابېلو سمنټو لپاره د اصغري مقاومت غوښتنې پ لانديني (5.2- جدول) کې ښودل شوي دي [17 : 53,54].

5.2- جدول: د سمنټو د مقاومت لپاره د (ASTM C 150-92) او (BS 12:1991) ستهندردونو غوښتنې [35 : 16].

د مسالې عمر په (ورځو)	اصغري فشاري مقاومت Minimum Compressive Strength															
	دانګلستان (BS 12:1991) ستهندرد (مساله)												امريکايي (ASTMC150-92) ستهندرد (مساله)			
	کلاس (Class)												نوعيت (Type)			
	32.5 N		32.5 R		42.5 N		42.5 R		52.5N		62.5R		I		IIA	
	MPa	psi	MPa	Psi	MPa	Psi	MPa	Psi	MPa	Psi	MPa	Psi	MPa	Psi	MPa	Psi
2	-	-	10	1450	10	1450	20	2900	20	2900	20	2900	-	-	-	-
7	16	2300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	32.5	4700	32.5	4700	42.5	6200	42.5	6200	52.5	7600	62.5	9100	28	4000	22	3200

دامریکایې (ASTM C 348-93) ستندرد د لاربښوونې له مخې په انحنا کې د سمنټو د مقاومت د ازمایښت لولو لپاره د (40mm x 40mm x60mm) ابعادو ساده اتکاء لرونکي نمونې د وایې په منځ کې ازمایښت ، په داسې حال کې چې د موادو دګډولو یا مخلوط کولو او د ځارنې او اوبو پاشلو کړنه یې د فشاري مقاومت ازمایښت لپاره د نمونې په څېر تر سره کېږي [16 : 35].

6.2- جدول: د (ASTM C-150) ستندرد له مخې د پورټلند سمنټو لازمي میخانیکي انګړتیاوې[11:4].

ګڼه	میخانیکي ځانګړتیاوې		د پورټلنډ سمنټو ډولونه					د ازمایښت ستندرد
			I	II	III	IV	V	
1	د یوې ورځنۍ نمونې فشاري مقاومت (N/mm^2) یا (MPa)	اصغري مجازي مقدار	-	-	12 10*	-	-	C 109
2	د درې ورځنۍ نمونې فشاري مقاومت (N/mm^2) یا (MPa)	اصغري مجازي مقدار	12.0 10*	10.0 8*	24.0 19*	-	8.0	
3	د اووه ورځنۍ نمونې فشاري مقاومت (N/mm^2) یا (MPa)	اصغري مجازي مقدار	19.0 16*	17.0 14*	-	7.0	15.0	
4	د اته وېشت ورځنۍ نمونې فشاري مقاومت (N/mm^2) یا (MPa)	اصغري مجازي مقدار	-	-	-	17.0	21.0	

نوټ : په جدول کې ښودل شوی فشاري مقاومت د لږترلږه څلورو نمونو منځنې فشاري مقاومت.، همدارنګه د(*) نښې لرونکي فشاري مقاومت د هوا ایستوونکو سمنټو منځنی فشاري مقاومت دی.

11.2- شکل: د فشاري مقاومت د ازمايښت ماشين.

3.2- ډکوونکي مواد (Aggregates)

ډکوونکي مواد دکانکرېټو د حجم د لورو برخو څخه درې برخې جوړوي ، چې د کانکرېټو د ډول له مخې له نورو ترکيبي اجزاوو سره مخلوطېږي او اندازه يې د ټولو موادو د(60%) سلنې څخه تر (75%) سلنې پورې رسيږي ،نوارينه ده چې د کانکرېټو د تيارولو لپاره د ډکوونکو موادو په ډول او کېفيت کې ښه پاملرنه وشي . دا ځکه چې دکارېدونکو ډکوونکو موادوډول او کيفيت بنستيز اهميت لري او د تازه او سخت شويو کانکرېټو په خواصو ، د مخلوط په خواصو او اقتصادي لګښت کې د پام وړ اغېزه لري .داچې د کانکرېټو په جوړېدنه کې اصلي حجم ډکوونکي جوړوي او سمنټ د کېمياوي فعل

او انفعال له مخې هغه کلک نښلوي ، خو د اقتصادي ارزښت له مخې د سمنټو قیمت د ډکوونکو د قیمت په پرتله ډېر دی ، نو له دې امله د کانکرېټو په اقتصادي ارزښت کې هم ډېر اغېزمن دي. ډکوونکي نه یوازې له اقتصادي پلوه ګټور دي ، بلکې له تخنیکي پلوه د لوړې کاري وړتیا ، په لوی حجم د استوارۍ او د سمنټو د خمیرې لپاره د ښه هایدریشن په حالت کې کلکه نښلېدنه هم ګټور تیا لري .

د ډکوونکي خواص هغه تیږو او ډبرو ته ورته وي ، چې د هغې د بېلابېل ډول پرسیس یا عملیو څخه په طبیعي یا مصنوعي ډول حاصلېږي. په ډکوونکو کې منرالونو شتون د امریکایې سټنډرد (ASTM) د جیولوجیکي ازمایښتونو له مخې ثابت شوی دی . په ډکوونکو کې د سلیکا(Silica) منرالونه چې په ترکیب کې یې کواریز (Quartz) ، اوپل (Opal)، کالسیوني (Chalcedony) ، ترایډیمیت (tridymite) او کریستوبالیت (Cristobalite) منرالونه شته دي . دفیرومګنیزیم (Ferromagnesiam) منرالونه ، د میکاسیوز (Micaceous) منرالونه ، د د مټېښې خاوري (Clay) منرالونه ، د زیولایټس (Zeolites) ، د کاربونات (Carbonate) منرالونه ، د سلفاتو (Sulfates) منرالونه ، د ایرنسلفاتو (Iron Sulfate) منرالونه اود اوسپنې اوکسایدونه (Iron Oxides) شته دي .[108-111 : 17]

په عمومي ډول ډکونکي مواد په دوو طبیعي (هغه ډکوونکي مواد چې په خوړونو او سیندونو کې موجود دي) او مصنوعي (هغه ډکوونکي مواد دي ، چې د کرش ماشینونو په واسطه د ډبرو او کاڼو د میده کېدلو په پایله کې حاصلېږي) په لاندېنیو ډولونو پیدا کېږي:

(a) - کوچني دانه ډکوونکي(Fine Aggregates) یا شګه(Sand) : د کوچني دانه ډکوونکو موادو (شګې)چې په معمول ډول په طبیعي یا د ډبرو د ماتېدنې له امله حاصلېږي ، د دانو یا ذرو اعظمي لویوالی یې د (5mm) ملي مترو یا (3/16 in) انچو د څخه لږ وي ،دامریکایې سټنډرد (ASTM) له مخې یې اندازه د (No.4) غلبېل په کچه چې اندازه یې (4.75mm) ملي متره یا (3/16in) انچه کېږي ، ثابته شوې ده.

(b) - غټ دانه ډکوونکي(Course Aggregates) یا جغل(Gravel) : دلوی یا غټ دانه ډکوونکو موادو یا کرېږ (جغل) هغه دي چې د دانو یا ذرو د لویوالی اندازه یې د (5mm)

ملي مترو څخه لويه ده او په معمولي توګه د (10mm) ملي مترو څخه تر (40mm) ملي مترو پورې ده. ځينې طبيعي کريږ (جغل) چې په خپل ترکيب کې کريږ او شګه لري و چې د هغې څخه هم په ځېنو حالتونو کې د درستوالی له مخې ګټه اخيستل کېږي. طبيعي کريږ معمولاً د کانونو و خوړونو اوسيندونو څخه حاصلېږي همدارنګه د کرش ماشينونو په واسطه د ماتو شويو تيږو او ډبرو څخه حاصل شوي کريږ (جغل) د کانکرېټود جوړولو لپاره په ډېره پيمانه کارېږي[1 : 109].

د ډکوونکو د کيفيت او خواصو څرګندولو لپاره د (ASTM) ستېندرد د بېلابېلو لاربښوودونو له مخې زمايښتونه تر سره کېږي ، خو د ازمايښتونود تر سره کولو لپاره اړينه ده ،چې د ډکوونکو نمونې هم د (ASTM) د لاربښوونو له مخې واخيستل ی شي. دا ځکه چې په ډېر حجم سره ډکوونکي د کانکرېټو جوړولو لپاره لېږدول کېږي ، خوپه ټيپيک ډول سره نمونې د هغوی د منځنې خواصو د څرګندولو لپاره په پام کې نيول کېږي. ويلی شو چې دارنګه نمونې د يوې ممثلې نمونې په توګه د بېلابېلو لاسته راوړنو د اټکلولو لپاره قبلېږي. په ساحه کې د ازمايښتونو لپاره د نمونې اخيستل د هر حالت لپاره کېدای شي توپير ولري ، خو په ياد بايد ولرو چې اخيستل شوی نمونې د تجربو پر پاېله بايد واقعي توګه د پام وړ موادو د انبار تمثيل وکړي. د ډکوونکو د ازمايښت لپاره د نمونود اصغري کتلې اخيستل د(BS 812) ستېندرد له مخې په لاندېني (2.7- جدول) کې د دانو يا ذرو د لويوالي پر بنسټ ښودل شوی دي.

7.2- جدول: د ازمايښت لپاره د نمونود اصغري کتلې مقدار [17 : 112].

د ازمايښت لپاره د نمونو اصغري کتله په (kg)	د نمونود دانو يا ذرو اعظمي کچه يا سايز په (mm)
50	که د دانو يا ذرو کچه د (28mm) ملي مترو څخه لوي وي
25	که د دانو يا ذرو کچه د(5mm) ملي مترو او (28mm) ملي مترو تر منځه وي
13	که د دانو يا ذرو کچه د (5mm) ملي مترو څخه کوچنۍ وي

1- د ډکوونکو میخانیکي خواص

(Mechanical propeties of Aggregates)

سره له دې چې بېلابېل ډول ازمايښتونه تر ډېره بربېده د ډکوونکو کيفت څرګند او مشخصوي ، خو د کانکرېټو مقاومت اوپه هغې کې د مقاومت پوتنشيال اړيکې د ډکوونکو د خواصو سره نا ممکنه دي او په حقيقت کې د ډکوونکو د دانو د خواصو انتقال ، د جوړو شويو کانکرېټو خواصو ته ناشونی دی. نو د ډکوونکو د کيفيت د لاښې څرګندونې لپاره اړينه ده ، چې د هغې میخانیکي خواص په ترتیب سره په لاندې ډول تر مطالعې لاندې ونیسو.

الف- نښلېدنه (Bond): د ډکوونکو بڼه (Shape) او ترکيبي جوړښت (Texture) دواړه د کانکرېټو او په ځانګړي توګه د لوړمقاومت لرونکو کانکرېټو په مقاومت د پام وړ اغېزه لري ، خو د فشاري مقاومت په پرتله ، په کږېدنه کې پر مقاومت باندې ډېره اغېزه کوي. د ډکوونکو د زېږ ترکیبي جوړښت په پایله کې د دانو یا ذرو او سمنټو تر منځ په پراخه کچه نښلېدنه رامنځته کېږي. په همدې ډول هرڅومره چې د ډکوونکو موادو سطحه په پراخه کچه ناهواره او زاویه لرونکي وي په هماغه اندازه نښلېدنه په پراخه کچه تر سره کېږي. خو په ټوله کې د ډکوونکود دانو یا ذرو ترکيبي جوړښت یا اوبدنه داسې وي ، چې د سمنټو خمیرې ونه شي کړای چې د هغې د سطحې څخه تېر شي یا نفوذ وکړي ، نو په پایله کې له غوښتنې سره سمې نښلېدنې نه رامنځته کېږي. نو له دې امله هغه دانې او ذرې چې هواره یا صافه (Soft) ، نفوذ منوونکي (Porous) اوغیرمتجانسه منرالوژیکي (minralogically heterogeneous) سطحه او جوړښت لري، په پایله کې د پام وړ نښلېدنې د رامنځته کېدو لامل کېږي . د ډکوونکو د نښلېدنې د کیفیت ټاکنه یو څه ستونزمنه ده او د دې لپاره کوم د قبلېدنې وړ ازمايښتونه لاتراوسه هم نه شته. په ټوله کې ښه نښلېدنه هغه مهال رامنځته کېدای شي ، چې د کانکرېټو په ماتې شوی نمونې د سمنټو د خمیرې څخه پرجدا شویو دانو سربېره څه شمېر د ډکوونکودانې هم د منځه ماتې شوې وي

. خو که چېرې د کانکرېټو په ماته شوي نمونه کې د ډکوونکو ډېرې دانې ماتې شوې وي ، نو دا د دې څرګندونه کوی چې په کانکرېټو کې د ډکوونکو دانې کمزورې دي.

ب - مقاومت (Strength): دا څرګنده ده چې د کانکرېټو فشاري مقاومت هیڅکله هم د ډکوونکو د مقاومت څخه نه شي لوړېدلی، سره له دې چې خپله د تیږو او یا ډبرو دماتېدنې مقاومت ټاکنه هم اسانه کار نه دی. یقیناً چې په کانکرېټو کې د ډکوونکویو څو کمزوري دانې حتمي شته وي ،چې دهوا د تشو په څېر یې د زغم مقاومت صفر وي.

د ډکوونکو د دانو یا ذرو د بېلګې په توګه د تیارېدونکو تیږو یا ډبرو د نمونو په ماتېدنه کې مقاومت ، د انبارشویو ډکوونکو د ماتېدنې قیمت او په کانکرېټو کې د ډکوونکو د کړنې په اړه مالومات د غیر مستقیمو ازمایښتونو له لارې حاصلېږي . د ډکوونکو د تیارونکوډبرو یا تیږو د نمونو از مایښتونه ډېر لږ کارېږي. خو باید پاملرنه وشي ، چې د دارنګه نمونو لپاره په ماتېدنه کې مناسب او وړ مقاومت د(20MPa) میګاپاسکال یا (3,000 psi) پونډ پر انچ مربع په حدونو کې دی. سره له دې د ډېری ښو ډکوونکو مقاومت د(80MPa) میګاپاسکال یا (12,000psi) پونډ پر انچ مربع حدونو پورې هم ښودل شوي دي. پاملرنه باید وشي ، چې د ډکوونکو لازمي مقاومت د معمولي کانکرېټو دمقامت څخه باید لوړشي ، دا ځکه چې هغه تشنج چې د ډکوونکو د یوې دانې پر سطحه واردېږي کېدای شي دوارده فشاري تشنج څخه ډېر لوړ وي. خو د بلې خوا هغه ډکوونکي چې په منځنۍ یا ټیټه کچه مقاومت او ارتجاعیت مودول لري ، کېدای شي د کانکرېټو د سلامتۍ له مخې ارزښتمن وي. د سمنټو په خمیرې دحجمي بدلون له امله د هغه لږو تشنجاتو چې د لمدبل یا رطوبت او تودوخې له امله رامنځته کېږي کېدای شي چې د متراکم کېدنې له کبله کلک ډکوونکي په خپل ګردچاپیر کې د سمنټو په خمیره کې د درزونو د پیداکېدنې لامل شي . د ډکوونکو د ماتېدنې ضریب (Aggregates Crushing Value) یا (ACV) ازمایښت په انګلیسي (BS 812) سټندرد کې واضح شوی دی ، چې دنه پېژندل شویو ډکوونکو د مقاومت د پېژندلو لپاره ډېر ګټورې لارښوونې په کې شوي دي.

د پورتني ازمايښت په سرته رسولو کې لومړی ډکوونکو د (12mm) ملي متره سوري لرونکي غلبیل څخه تیر ېږي او بیا د (10mm) ملي متره سوري لرونکي غلبیل له پاسه واچول کېږي ، که چېرې د ډکوونکو دا اندازې نه وي ، نو د نورو اندازه لرونکو ډکوونکو څخه ګټه اخیستل کېږي ، په پایله کې که چېرې د ډکوونکو د دانو اندازه هرڅومره د ستهندرد اندازې څخه درشته او زېږه وه په هماغه اندازه مقاوم او که د ستهندرد اندازې څخه لږه درشته یا زېږه وي په هماغه اندازه کمزوری مقاومت لري. له ازمایښت څخه نمونې باید په برېښنايي داش (Oven) کې د (100ºC) درجې سانتي ګريډ څخه تر د (110ºC) درجې سانتي ګريډ یا د (112ºF) درجې فارنهايټ څخه تر د (230ºF) درجې فارنهايټ تودوخې پورې وچ شي او د څلورو ساعتونو څخه وروسته وچه شوی نمونه په یوه فلزي استوانه یې قالب کې اچول کېږي او د ستهندرد د لارښوونې له مخې د یو میلې په واسطه متراکم کېږي ، بیا وروسته یو فولادي استوانه د ډکوونکو د دانو د نمونې له پاسه ایښودل کېږي او د پرس ماشین په واسطه تر (400KN) کیلونیوټنه یا (40 Ton) ټنه بار لاندې نیول کېږي او بار په تدریجي توګه د (10 min) دقیقو په موده کې د نمونې له پاسه ډېرېږي ، بیا وروسته بار د نمونې څخه اخوا کېږي او د ډکوونکو نمونه د (2.36mm) سوریو لرونکي غلبیل څخه چاڼېږي ، باید وویل شي چې د ډکوونکو لپاره د نمونې د دانو اندازه د (10mm) ملي مترو څخه تر (14mm) ملي مترو پورې غوره کېږي. د نورو هر ډول د نمونې د دانو اندازې د (BS 812) ستهندرد د لارښوونې له مخې په پام کې نیول کېږي. د تعریف په مطابق د غلبیل څخه د تیرو شویو دانو او د ټولې نمونې د دانو د وزن نسبت دد ډکوونکو د دانو د ماتېدنې ضریب په نوم یادېږي. د ډکوونکو د ماتېدنې ضریب او فشاري مقاومت ترمنځ کومه روښانه اړیکه لاتراوسه نه ده څرګنده شوې ، خو د هغو ډکوونکو چې د دانو فشاري مقاومت یې نسبتأ ټیټ وي د ماتېدنې ضریب یې لوړ وي. د ډکوونکو د دانو چې د ماتېدنې ضریب یې د (25) څخه د (30) تر منځ وي ، د ماتېدنې دا ضریب کمزوری دي او د مقاومت د بدلونو په وړاندې حساس نه دي. دا دې مانا لري چې کمزوري ډکوونکي مخکې له دې چې بار خپل نهايي حد (40 Ton) ټنه یا (400KN) کیلونیوټنه تر ورسیږي ، میده کېږي اړ میده شوي دانې متراکمې کېږي او په پایله کې د لړکېدنې یا ماتېدنې ضریب په وروستیو مرحلو کې

کمېږي. د همدې دليل له امله د (10%) سلنې ميده والی بل ډول ازماينښت ، چې د (BS 812) سټندرد کې توضيح او تشريح شوی دی ، سرته رسيږي. په دې ازماينښت کې د سټندرد پرس په واسطه لازمي معال بار د ډکوونکو د دانو د (10mm) ملي مترو څخه تر (14mm) مترو پورې قطرلرونکو دانو کې د (10%) سلنې په اندازه کوچنۍ دانې تاکل کېږي. دا کار د نمونې له پاسه د استوانه يې ميلې پر مخ د بار د تدريجې ډېرېدنې سرته رسيږي ، تر څو چې په (10min) دقيقو کې د لاندې مقدارونو په اندازه لاندې تيرشي يا نفوذ وکړي. د هغه ډکوونکو لپاره چې د دانو څنډې يې بشپړه ګردې وي (15mm) ملي متره ، د هغه ډکوونکو لپاره چې د دانو څنډې يې ماتې وي (20mm) ملي متره او د هغه ډکوونکو لپاره چې دانې يې منفذ لرونکې وي (24mm) ملي متره په پام کې نيول کېږي.

ج - کلکوالی (د ضربې په وړاندې مقاومت) (Toughness): د ډکوونکو کلکوالی د ضربې پر وړاندې مقاومت دی ، چې په معمول ډول د ډکوونکو د دانو د ضربې د قيمت د ټاکنې له مخې تعرفېږي. په دې هکله بشپړه حال د (BS 812) سټندرد کې ورکړل شوی دی، چې کلکوالی د ماتېدنې د قيمت پورې تړلی دی او هم کېدای شي چې متبادل ازماينښت ورته وکارېږي. د (BS 812) په (91- 112) برخه کې د ډکوونکود دانو په مشبوعو او وچو شرايطو کې ازماينښتونو هم لکه د ماتېدنې قيمت په شانته لارښوونه شوی ده ، چې د (ASTM) سټندرد همدې ته ورته ازماينښتونو لارښوونه کړې ده.

دا ازماينښت ديوه چکش د خپل وزن د (15) ضربو چې په سلندري لوښي کې د ډکوونکو له پاسه يې وارد يږي سرته رسيږي ، چې په پايله کې د ډکوونکو دانې ماتېږي او بيا هغه له (2.3mm) سوريو لرونکي غلبېل څخه تيروي ، د ښه دقت لپاره دا عمليه دوه ځلې تکرارېږي او په سلنې سره د هغې منځنې قيمت د نهايي پايلې په توګه قبلېږي.

په سلنې سره د لږو شويو دانو له مخې ډکوونکي په لاندې ډول د کانکرېټو لپاره کارول کېږي:

هغه ډکوونکي چې د هغې دانې (25%) سلنه لږې شوې وي ، د هغه کانکرېټو لپاره چې درنده دنده په غاړه لري ، يانې په فرشونو کې کارېدونکو کانکرېټو کې ترې ګټه اخيستل کېږي.

هغه ډکوونکي چې د هغې دانې يې (30%) سلنه لړې شوې وي ، د هغه کانکرېټو لپاره چې په فرشونو کې چې د لړې سوليدنې سره مخ وي په کارېدونکو کانکرېټو کې ترې ګټه اخيستل کېږي.

هغه ډکوونکي چې د هغې دانې يې (45%) سلنه لړې شوې وي ، د معمولي کانکرېټو کې ترې ګټه اخيستل کېږي.

دا د ننوتلو (داخلېدنې ژوروالی) اندازه د (No.8 ASTM) ستندرد پر بنسټ د (2.36mm) ملي متره سوريو لرونکي غلبيل څخه د تيرېدنې مقدار د (7.5%) سلنې څخه تر (12.5%) سلنې پورې ورسيږي ، سرته رسيږي. که چېرې (y) د (x) ټنه اعظمي بار له امله د ميده والی واقعي په سلنې سره قيمت وي ، نو د ($\frac{14\,x}{y+4}$) بار ته اړتيا ده چې (10%) سلنه ميده والی توليد کړي. ځينې ډکوونکي په مشبوع او مرطوب حالتونو کې د ماتېدنې په وړاندې ټيټ مقاومت لــري ، نو له همدې امله د (BS 812) ستندرد د ډکوونکو نمونې د (12 hours) ساعتونو مودې لپاره د (105ºC) درجي سانتيګريډ يا (221ºF) درجې فارنهايټ تودوخې پورې په داشونو کې د وچولو لاربښوونه کوي. په پام کې بايد ولرو چې د ماتېدنې ضريب پرخلاف هر څومره چې يې قيمت لوړ وي نو د لوړ فشاري مقاومت ښکارندوي کوي. په پايله کې د (BS 882) ستندرد د هغو ډکوونکو لپاره چې شطحه يې له ډېرې شديدې سوليدنې سره مخامخ وي اصغري بار (150KN) کيلو نيوټنه يا (15Ton) ټنه ، د هغه ډکوونکو لپاره چې سطحه يې له معمولي سوليدنې سره مخامخ وي اصغري بار (50KN) کيلو نيوټنه يا (5Ton) ټنه او بالاخره هر ډول ډکوونکو لپاره اصغري بار (100KN) کيلو نيوټنه يا (10Ton) ټنه توصيه کوي.

د- سختي (د سوليدنې په وړاندې مقاومت) (Hardness) : د ډکوونکو سختي د سوليدنې پر وړاندې مقاومت دی ،چې د هغه کانکرېټولپاره چې په سرکونو ، د ساختمانونو د فرشونو په سطحو د تګ راتګ په ځايونو کې ترې کار اخيستل کېږي له مهمو ميخانيکي خواصو څخه شمېرل کېږی ، چې ډېر اهميت لري. د ډکوونکو د دانو سوليدنې د ارزونو او ازمايښت طريقه د (BS 812) ستندرد په واسطه په بشپړه توګه تشريح او توضح شوی ده. دا ازمايښت د ډکوونکو د دانو چې قطر يې لــه (14mm) ملي مترو څخه تــر

(20mm) ملي مترو پورې يا لـه (1/2 in) انچـو څخه تـر (3/4 in) انچو پورې وی ، په يوه مخصوص او ځانګړي لوښي کې د نښلوونکې مادې په واسطه په يوه طبقه کې ځای په ځای کېږي او بيا وروسته د ستېندرد ماشين په واسطه تياره شوی نمونه سولول کېږي. د څوځلې سوليدنې څخه وروسته د سلنې له مخې د ماشين د سوليدنې په واسطه د لږ شوې مقدار اندازه کېږي ، د دې مقدار ډېروالی يا لوړوالی د سوليدنې پر وړاندې د ډکوونکو د دانو کمزورتيا ښيې .

د(ASTM D-5821) ستېندرد پربنسټ د لاس انجلس (Los Angelece) ازمايښت چې د ډکوونکو د دانو دسوليدنې لپاره کارېږي . دا طريقه يوه مناسبه طريقه ده چې ، د ډکوونکو د سختۍسربېره ، د همدې ډکوونکو څخه د جوړ شويو کانکرېټوکې فشار او کږېدنې يا انحناء په وړاندې مقاومت هم مالوموي. په دې ازمايښت کې د ډکوونکو دانې په يو ستېندرد استوانه يې فولادي لوښې کې چې په افقي ډول څرخېږي ، اچول کېږي او د هغې له پاسه فولادي ستېندرد ګلولې وراچول کېږي . بيا استوانه يې فولادي لوښي د ستېندرد د لارښوونې له مخې د څوځلو (په مشخص شمېر) لپاره تاوول کېږي ، چې په پايله کې د فولادي ګلولې او د ډکوونکو يو له بل سره د لګېدنې له امله د ډکوونکو دانې کوچنۍ کېږي او د پوډرو په څېر ترې ذرې بېلېږي ، نو د ډکوونکو دمقدار دا لږېدنه اندازه کېږي او په سلنې محاسبه کېږي. د لاس انجلس)ازمايښت د بېلابېل ډوله ډکوونکو لپاره کارول کېږي ، خو د ازمايښت لپاره د ډکوونکو او فولادي ګلولې مناسب وزن او د څرخېدنې شمېر د (ASTM C 131-81) ستېندرد د لارښوونو پر بنسټ ټاکل کېږي.

2- **فزيکي خواص**(Physical properties) : د ډکوونکو د فزيکي خواصو د ارزونې لپاره ډېری ازمايښتونه شته .. خو په دې فصل کې د ډکوونکو هغه فريکي خواص چې د کانکرېټو په خواصو پورې ډېر تړلي دي او د هغې اړونده ازمايښتونه تر مطالعې لاندې نيسو.

الف - مخصوص وزن (Specific gravity) : څرنګه چې ډکوونکي په ټوله دواړه نفوذمننونکي او بې له نفوذمننونکي سوريو څخه ترکيب شوي دي ، خو د مخصوص وزن اصطلاح (کثافت) په ډېر دقت سره روښانه شي او د د مخصوص وزن د ټاکنې لپاره بېلابېلو

طریقو څخه باید توپیر شي. د (ASTM C127-93) ستېندرد پر بنسټ مخصوص وزن د موادو د حجم په واحد (mass of unit volum) کې د کتلې (په هوا کې وزن) او د هماغه کتلې داوبو سره د حجم په ټاکلې درجې تودوخه کې نسبت تعریف شوی دی.

مطلقه مخصوص وزن او د دانو یا ذرو کثافت پرته له سوریو څخه د جامدو موادو د حجم پورې تړلی دي، له دې امله د غیر قابل نفوذ (Impereable) منفذونو په ګډون څرګنده مخصوص وزن او د ذرو یا دانو څرګنده کثافت د جامدو موادو د حجم پورې تړلی ګڼل کېږي، نه د وېښته ډوله سوریو پورې. د کانکرېټو ټکنالوژۍ د نارملی غوښتنې له مخې د پام وړ مخصوص وزن یا د پام وړ کثافت، په واقعي ډول سره په (24hours) ساعتونو کې د (100ºC) درجې سانتیګریډ څخه تر (110ºC) درجې سانتیګریډ یا (212ºF) درجې فارنهایټ څخه تر (230ºF) درجې فارنهایټ تودوخې پورې په داش کې د وچو شویو ډکوونکو او ډکوونکود داوبو د حجم او د نفوذ وړنه منفذونو په ګډون کتلې د نسبت له مخې تعرفیېږي. د ویمي کتله د هغه مخصوص یا ځانګړي لوښي په کارېدنې سره چې تر یوه ځانګړې او مشخصې اندازې پورې له اوبو څخه ډکېږي، اندازه کېږي. دا طریقه د (ASTM C 128-93) ستېندرد له خوا د کوچنیو دانه لرونکو ډکوونکو لپاره تجویز شوې ده. که چېرته د داش په واسطه وچه شوی کتله په (D)، په مخصوص یا ځانګړي لوښي کې له اوبو څخه ډکه شوی کتله په (C) او په مخصوص لوښي کې د نمونې څخه پاسنیو اوبو سره کتله په (B) سره وښودل شي، نو د اوبو سره د هم حجمه ډکوونکو دانو کتله مساوي کېږي په [D – (B – C)] سره، نو په پایله کې د دانو یا ډکوونکو مخصوص وزن یا کثافت (kg/m^3) مساوي کېږي په:

$$\frac{D}{D-(B-C)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7.2)$$

مخکښې یاد شوي مخصوص لوښی چې په پیکنومتر (Pycnometer) مشهور دی، د یو لیټره جک سره چې په څوکه کې یو کوچنی سوری لرونکی سرپېچلې فلزمخروطي ډوله سرپوښ لري لري. پیکنومتر له اوبو څخه داسې ډک ساتل کېږي، چې هر مهال په دقیقه توګه یو شانته او ثابت حجم باید ولري.

د(ASTM C 128-93) ستندرد د لويو ډکوونکو (Caors Aggraegates) د مخصوص وزن د پيداکولو لــپاره د واير- باسکيټ يا د سيمي ټوکرۍ طريقه (Wire-Basket Method) توصيه کوي. دا ځکه چې د پيکنومتر د طريقې په واسطه د هغه ډکوونکو چې په خپل ترکيب کې بېلابېل ډوله داني يا ذرې ولري او دد انو يا ذرو د کثافت قيمت يې سره توپير ولري ، ستونزمنه ده چې مخصوص وزن په لاس راوړل شي. د (BS 812) په (107) برخه کې د (63mm) ملي متره يا (2.5inch) انچه او د (3mm) ملي متره يا (3/6 inch) انچه تر منځ کچه دانو لرونکو ډکوونکو لپاره توصيه کې ، خو د (20mm) ملي متره يا (3/4inch) انچه کچه پورې سره مساوي او يا کوچنيو دانو لرونکو ډکوونکو د مخصوص وزن د پيداکولو لپاره د ګاز- جک طريقه (Gas-Jac Method) توصيه کوي.

د واير- باسکيټ يا د سيمي ټوکرۍ په طريقه کې له (1mm) ملي مترو څخه تر(3mm) ملي مترو يا له (0.04in) انچو څخه تر(0.12in) انچو پورې سورۍ يا دريڅه لري ، چې د هغې څخه په سرپيچلې ټانک کې سيمي تله ځوړنده وي. د ګاز- جک طريقه کې د يوه پراخه خوله لرونکی مخصوص لوښی چې له (1.0 lit) ليټرو څخه تر (1.5 lit) ليټروپورې ظرفيت لري کارېږي ، چې د شيشه يې پليټ(Plate) د ډسک (disck) په واسطه پوښل شوی وي. د دانو يا ذرو څرګند کثافت په (kg/m^3) په لاندې ډول پيداکېږي:

$$\frac{1000D}{D-(B-C)} \quad \ldots\ldots (8.2)$$

دلته ټول کاربدلي سمبولونه د (B) سمبول په استثنا چې په ټوکرۍ يا باسکيټ ظاهري د کتلې (د ګاز- جک مخصوص لوښي کې کتلې) ده ، چې په هغې کې د اوبو څخه د مشبوع شويو دانو کتله شامله ده او د (C) د خالي يا تش باسکټ کې د اوبو سره کتله (د هغه ګاز- جک د اوبو څخه ډک کتله) ده ، په فورمول کې د کتلې ټول قيمتونه په ګرام سره اندازه کېږي

د کانکريټو په اړه ټولې محاسبې د (Saturated Surface-Dry) ډکوونکو دوچې سطحې په مشبوع شويو يا (SSD) شرايطو کې سرته رسيږي ، دا له دې امله چې د ډکوونکو په منفذونو کې اوبه د سمنټو سره په کېمياوي فعل او انفعال کومه اغېزه نه لري او د ډکوونکو د يوې برخې په توګه حسابېږي. نو که په مشبوع حالت کې د ډکوونکو د نمونې

کتله په (A) وښودل شي ، نو ډ کوونکو دوچې سطحې په مشبوع شویو یا (SSD) شرایطو کې مخصوص وزن د لاندیني فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$$\frac{A}{A-(B-C)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9.2)$$

په همدې ډول د ذرو حجمي کثافت (kg/m^3) مساوي کېږي په:

$$\frac{1000A}{A-(B-C)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10.2)$$

د ډېرې طبیعي ډکوونکو دانو مخصوص وزن یا کثافت د (2.6) او (2.6) تر منځ وي ، خو سپک او مصنوعي ډ کوونکو دانې د پورتني محدود شوې اندازې څخه کله لږ او کله ډېر مقدار لري. سره د دې چې د ډېرینې مسالي د کیفیت د څرګندولو معیار نه دی ، نو له دې امله په ټولو کې دا پارامترونه نه ټاکل کېږي. خو په ځیني حالتونه شته چې په مساله کې د ډکوونکو د منفذ لرنې اغېزه لري او د هغې له امله بدلون مومي ، نو د کانکرېټ، د پایښتې بنستیز فکتور په توګه پېژندل کېږي.

ب - **حجمي کثافت (Bulk Density)** : په متریک سیستم کې د موادو کثافت (په هوا کې واحد وزن یا واحده کتله) په عددي لحاظ د مخصوص وزن سره مساوي دي. سره له دې چې مخصوص وزن یو نسبت دی او د کثافت واحد کیلوګرام پر لیتر (kg/lit) ښودل کېږي ، چې د اوبو مقدار لپاره (1.0 kg/lit) دی . خو سره له دې هم په عملي کارونو کې کثافت په کیلوګرام پر متر مکعب (kg/m^3) ښودل کېږي . په امریکایې سیستم کې مطلقه مخصوص وزن باید په ($62.4\ lb/ft^3$) پونډ پر فوټ مکعب کې ضرب شي ، چې مطلقه کثافت په لاس راوړل شي.

دا مطلقه کثافت په حقیقت کې د دانویا ذرو حجم دی چې عملاً نا شونې ده چې د ډکوونکو دانې یو له بل سره داسې متراکمې کړو چې د هغوې ترمنځ هوا شتون و نه لري. نو له دې امله کله چې د ډکوونکو حجمي مخلوط کارېږي ، اړینه ده د حجمي کثافت ، چې په حقیقت کې د حجم په واحد کې د ډکوونکو واقعي کتله ده ، و کارېږي. دا کثافت د مخلوط د مقدارونو او اندازو د بدلون لپاره د وزن څخه په حجم اوړي.

حجمي کثافت د ډکوونکو د دانو په اړخونو کې یو له بل سره د متراکم کېدنه د ذرو د وېشنې او شکل پورې اړه لري. نو له دې امله د ډکوونکو د دانو د ازمابښت د سټندرد کېدنې

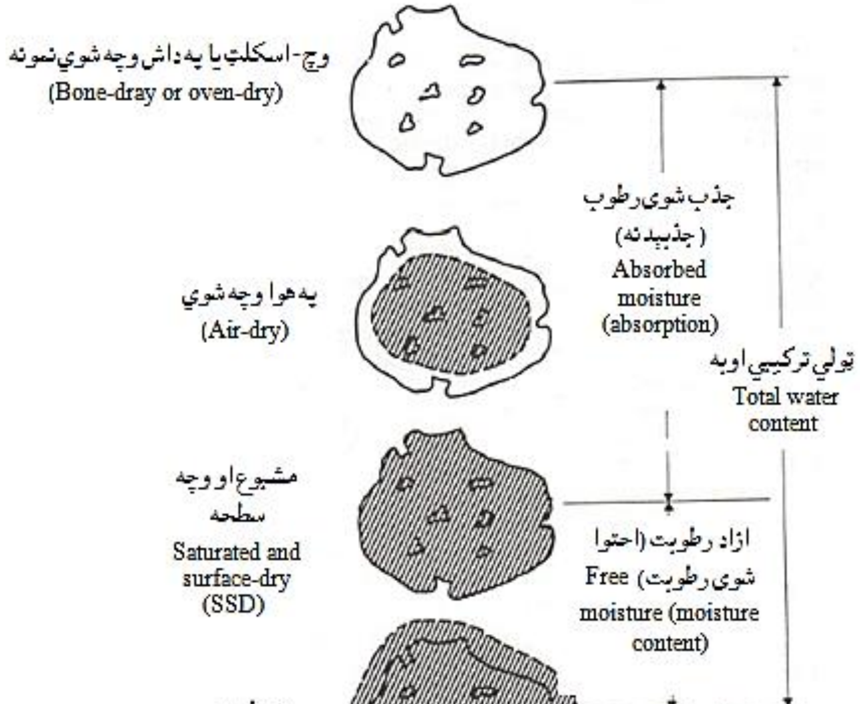
لپاره باید د تراکم اندازه مشخصه شي. د (BS 812) ستندرد په (2:1975) برخه کې دا ډول ازمايښت په دوو بې له متراکم کېښې او متراکم کېدنې حالتونو کې بيان شوی دی. په دواړو حالتونو کې مشخصه او يا مخصوصه استوانه لوښي چې قطر او ارتفاع يې د ډکوونکو د اعظمي قطر پورې تړلی ده او هم د ازمايښت د ډول سره بدلون مومي ، غوره کېږي. په بې له متراکم کېدنې حالت په ازمايښت کې د وچو ډکوونکو دانې په ډېره ارامۍ سره په استوانه يې لوښي کې اچول کېږي او بيا وروسته د يوې ميلې درغړېدنې په واسطه هوارېږي او يو مقدار د لوښې له سره تويېږي. د متراکم حالت په ازمايښت کې مخصوص لوښي د ډکوونکو د دانو څخه په درېو لايو کې ډکېږي او په هره لايه کې د ډکوونکو دانې د يوې (16mm) ملي متره يا (5/6 in) انچه قطر لرونکي ميلې په واسطه په ټاکلې شمېر د متراکم کېدنې لپاره وهل کېږي ، بيا وروسته لکه د مخکې په شان د لوښي سره هوارېږي او اضافي مواد ترې جدا کېږي. په لوښي کې د ډکوونکو خالصه کتله د هغې د کچې پر حجم وېشل کېږي او په پايله کې حجمي کثافت پيدا کېږي. بې له متراکم او متراکم حالتونو کې د ازمايښتونو په پايله کې د حجمي کثافت اندازه په معموله توګه د (0.87) او (0.96) تر منځ دی. د (ASTM C 29-91a) سټندرد د حجمي کثافت د پيدا کولو لپاره همدا عمليه کاروي.

د مشبوع شوی وچې سطحې (SSD) د شرايطو لپاره حجمي مخصوص وزن په لرلو سره د منفذ لرنې ضريب د لانديني ُورمول په واسطه پيدا کېږي:

$$\text{د منفذ لرنې نسبت (Voids Ratio)} = 1-\frac{\text{حجمي کثافت (Bulk density)}}{\rho \times \text{unit mass of water (داوبو کتله)}} \quad \ldots\ldots\ldots(11.2)$$

د منفذ لرنې ضريب د لويو دانو لرونکو ډوکوونکو تر منځ تشې د ډکولو لپاره د مسالې د اړين حجم ښوودنکی دی. سره له دې هم د هغه ډکوونکو دانې يا ذرې چې سطحې او به ولري لږ متراکم کېږي. په حقيقت کې د لويو او کوچنيو ډکوونکو د دانو مخلوط اعظمي حجمي کثافت هغه مهال حاصلېږي ، چې د کوچنيو ډکوونکو دانو اندازه لږ تر لږه دټولو ډکوونکو د وزن د (35%) سلنې او (40%) سلنې تر منځ وي. په پايله کې د تشې هوا پاتې حجم لږ تر لږه د سمنټو د خميرې د حجم يا د سمنټو د مقدار ټاکوونکی دی ، چې د اقتصادي پلوه ډېر اهميت لري.

ج - **منفذ لرنه او د اوبو جذب (Prosity and Absorption):** د ډکوونکو د دانو یا ذرو منفذلرنه او د اوبو جذب د کانکریټو او سمنټي خمیرې تر منځ په نښلېدنې ، د کنګل نیونې او اوبه کېدنې پر وړاندې د کانکریټو په مقاومت ، د کانکریټو په کیمیاوي پایښت ، د کانکریټو د سولیدنې او ماتېدنې پر وړاندې په مقاومت باندې اغېزه لري. په ډکوونکو کې د اندازو له مخې بېلابېل ډول منفدونه شتون لري ، خو حتی کوچنی منفذ یې د سمنټو په خمیره په دننه کې د لزجي منفذونو څخه هم لوی وي. د ډکوونکو په دې منفذونو کې د اوبو د نفوذ یا تېرېدنې مقداراو سرعت د سوریو ، د نښلېدنې او د هغې د مجموعي حجم د اندازې پورې اړه لري. د ډکوونکو دانو منفذلرنه د صفر څخه تر (50%) سلنې پورې بدلون مومي ، داچې دانې د کانکریټو د حجم د (3/4) برخه جوړوي ، نو له دې امله د ډکوونکو دانو منفذ لرنه ، د کانکریټو د ټول حجم په منفذلرنه کې شریک ګڼل کېږي. د ډکوونکي هغه دانې چې د هغې منفذونه له اوبو څخه ډک وي ، د اشباع په حالت کې په وچې سطحې (SSD) یادېږي ، که چېر ې په دې حالت کې وچې دانې په معمولي وچه هوا کې واقع شي ، یو څه اندازه اوبه له هغوې څخه تبخیرېږي ، چې په دې حالت سره وچې دانې په هوا کې رامنځته کېږي. که چېرې دانې په داش کې وچې شي ، نو په هغې کې نور لمدبل یا رطوبت نه پاتې کېږي ، نو په دې حالت کې په داش کې وچې شوې دانې مغزي وچې شوې وي. دا درې ډوله حالتونه د هغه حالت سربېره چې دانې په بشپړه توګه لمدې او مرطوبې وي په لاندیني (2.12- شکل) کې ښودل شوی دی.



2 .12- شکل: د ډکوونکو د لمدېدنې شیماتیکه پېژندنه [16 : 68].

په دوارو د وچې سطحې د اشباع او وچ شوی حالتونوکې د دانو د وزن په توپیر سره د دانوپه واسطه د اوبو دجذب مقدار په داش کې تر (24hours) ساعتونوپورې له وچېدنې څخه وروسته په لاس راځي. د جذب شویو اوبو مقدار اود وچو شویو دانو د وزن نسبت په سلنې سره د نمونې د اوبو جذب ښیې . د ډکوونکو د دانو د جذبېدنې مقدار د ټاکنې لپاره واقعي وخت د (24hours) ساعتونو پر ځای د(10 min) دقیقو او(30 min) دقیقو تر منځ په پام کې نیول کېږي. سربېره پر دې که چېرې د ډکوونکو دانې په هوا کې وچې شوې وي ، د جذب شویو اوبو مقدار به له مخکني حالت څخه لږ وي . د ډکوونکو د دانو د اوبو د جذبېدنې واقعي مقدار ،به د مخلوط لپاره د اړین مجموعي مقدار له مخې پیدا کېږي ، چې داوبو او سمنټو له نسبت څخه په لاس راځي ، چې د هغې له مخې د کانکرېټو کاري وړتیا او مقاومت کنترولېږي.

د - د لمدبل یا رطوبت مقدار (Moisture content): په مخکنۍ برخه کې د اوبود جذب مقدار یا اندازه هغه اوبو ته وویل شوه چې د ډکوونکو د دانو یا ذرو په واسطه جذبېږي او هغه د وچې سطحې اشباع حالت ته ورسوي. دلته د لمدبل یا رطوبت مقدار یا اندازه هغه اوبو ته اطلاق کېږي چې ، سربېره پر د وچې سطحې په اشباع حالت کې اړینو څخه په دانو یا ذرو کې شتون ولري ، نو له دې امله په لمدو یا مرطوبو دانو کې د ټولو شته اوبو مقدار د مجموعي جذب شویو اوبو او د لمدبل یا رطوبت د مقدار یا اندازې سره برابر دی(2.12- شکل وګورئ). هغه ډکوونکو چې دانې یې بې له پوښښه په ازادې هوا کې ځای په ځای شوې وي ، نو د باران په واسطه د هغې ذرې په پوره اندازه لمدېږي ، چې تر ډېرې مودې پورې د هغې د سطحې پر مخ لمدبل او رطوبت پاتې کېږي. دا مسئله په ځانګړې

توګه په کوچنیو ډکوونکو کې ډېره مهمه ده او محاسبو کې د مخلوط لپاره د اوبو ټول اړین مقدار باید په پام کې ونیول شي. هغه مقدار وزن ډېرې اوبه له مخلوط څخه لرې او د ډکوونکي وزن د هغې د رطوبت یا لمدبل په معادل ورزيات شي. لکه څرنګه چې د لمدبل یا رطوبت مقدار د هوا په بدلون او له یوه ډیپو څخه د بل ډیپو په پرتله سره توپیر کوي ، نو باید چې په منظمه توګه اندازه شي.

د لمدبل یا رطوبت د اندازه کولو لپاره ډېرې طریقې شته ، خو د نمونې په انتخاب کې پوره دقت کېږي ، تر څو نمونه د ټولو ډکوونکو دانو د خواصو استازیتوب وکړی شي. د (BS 812 109:1990) سټندرد د برخې د لارښوونې پر بنسټ په لابراتوارونو کې د نمونې ټول لمدبل یا رطوبت په داش کې د وچې شوی نمونې له مخې پیدا کېږي. که چېرې (A) د لوښې وزن ، (B) د لوښې او نمونې ګډ وزن او (C) د لوښې او د وچې شوی نمونې وزن وي ، نو د ډکوونکو لمدبل یا رطوبت مقدار په سلنې مساوي کېږي په:

$$\frac{B - C}{C - A} \times 100 \quad ....(13.2)$$

د (ASTM C70-79) سټندرد د کړنلارې اولارښوونې پر بنسټ د ډکوونکو په دانو کې د لمدبل یا رطوبت په اوبو کې د ظاهري یا څرګندو غیرمتراکمو ډکوونکو د ډوبې شوې کتلې د مخصوص وزن د پېژندنې پیدا کېږي ، دا ازمايښت د (Buoyancy meter test) بیویانسي متر ازمايښت په واسطه که د نمونې کچه یا سایز د ډکوونکو د مخصوص وزن په مطابق تنظیم شوی اود اشباع او د سټندرد نمونې وچه سطحه په اوبو ډوبه شوي حالت کې وي ،کولی شو د لمدبل یا رطوبت مقدار د مستقیمې لوستنې له مخې پیدا کړو. دا ازمايښت په ډېره چټکۍ سره د لمدبل یا رطوبت مقدار (0.5%) سلنې ته نژدې ښيي.

اوس مهال د الکترونیکي اندازه کوونکو آلو په واسطه په ډېر منظمه توګه د ډکوونکو د دانو د لمدبل یا رطوبت مقدار د هغوې په ډیپو ګانو کې په پرله پسې توګه اندازه کېږي. د دې ډول وسایلو کړنه د الکترونیکي مقاومت د بدلون یا د ډکوونکو د دانو یا ذرو د لمدبل یا رطوبت دبدلو د ظرفیت پر بنسټ سرته رسیږي. په ځینو پیمانه کوونکو دستګاګانو کې د لمدبل یا رطوبت متر کارېږي او یا په اتوماتیک ډول ورسره نصب وي ،

چې میکسر (Mixer) کې د علاوه کوونکو اوبو مقدار تنظیموي ، خو په دې حالتونو کې تر اوسه له (1%) سلنې څخه ډېر دقت نه دی حاصل شوی.

هـ- د شګې حجمي انبساط یا پړسېدنه (Bulking of sand): په ځانګړي توګه په شګو کې د لمدبل یا رطوبت شتون د هغې د پړسېدنې یا انبساط لامل کېږي ، چې د هغې له امله یې د کتلې حجم ډېرښت مومي ، دا د اوبو هغې نازکه لایې په پایله کې رامنځته کېږي چې د شګو دانې یا ذرې د فشار په واسطه یو له بله بېلوي. سره له دې چې د وزن له مخې د مخلوط لپاره د شګو په مقدار کومه اغېزه نه لري ، خو که د مخلوط طرحه او ډیزاین د حجمي طیقې له مخې شوی وي ، نو په هغه حالت کې دا پړسېدن یا انبساط د دې لامل کېږي ، چې د شګې په لږ وزن سره د بیمانې حجم پوره کړي ، نو له دې امله حجمي سیستم به په عمل کې د غوښتنې سره سمه لاسته راوړنه ونه لري.

و- د ډکوونکو د حجم بدلون (Volum Changes of Aggregates): د ډکوونکو فزیکي لامل د هغې د حجم بدلون دی چې د کنګل نیولو او د هغې اوبه کېدنې له امله رامنځته کېږي. د تودخې د درجې د ټیټېدنې او لوړېدنې او همدارنګه په پرله پسې توګه د لمدېدنې او وچېدنې له امله د ډکوونکو د دانود فزیکي شرایطو نا درسته بدلونونه د کانکرېټو د موضیعي او ظاهري خرابېدنې او د سطحې درزونو لامل کېږي.

د (ASTM C 88-90) سټنډرد کې د ډکوونکو نا مناسبوالې یا نادرستي د سلفاتو په محلول کې د هغوی اچولو او بیا د وچولو او د دې علیې په تکرارېدنې سره ارزول کېږي ، چې په نهایت کې د ډکوونکو د دانو یا ذرو د ماکینو کرسټالونو د فشار له امله د تخریب لامل کېږي. د ډکوونکو د نامناسبوالې یا نادرستۍ درجه د پورتنۍ څو عملیو د سرته رسولو څخه وروسته د ذرو د کموالې له مخې ټاکل کېږي. په ځینو نورو ازمایښتونو کې د ډکوونکو دانې د کنګل نیولو او د هغې د اوبه کېدنې د پرله پسې توګه څو ځلې تکرارېدنې له مخې ازمایښت کېږي. پرهر حال په دې ټولو ازمایښتونو کې په کانکرېټو کې د ډکوونکو واقعي حالت چې د سمنټو خمیرې له اغېزې رامنځته کېږي ، نه حاصلېږي. نو له دې امله د ډکوونکو پایښت د وامداره ازمیښت دا واقیعیت څرګندولی شي.

کله چې کنګل نيول وليدل شي ، نو د اوبو د يوځای کېدلو بحراني شرايط او د بهېدلو د مخنيوي لارې چارې بايد په پام کې ونيول شي ، ځکه په دې کړنې سره د ډکوونکو د دانو په واسطه د اوبو د جذبېدنې او له هغوی څخه د اوبو د وتلو سرعت کنترولېږي.

3- د ډکوونکو د تودوخې خواص

(Thermal properties of Aggregates)

د ډکوونکو د دانو درې مهم تودوخېز خاصيتونه د تودوخې انبساطي ضريب (Coeffecient of thermal expansion) ، **مخصوصه تودوخه** (Specific heat) او د تودوخې د هادیوالی ضريب (Thermal conductivity coeffeint) تر ازمايښت لاندې نيول کېږي ، چې له دې څخه دوه وروستنې خاصيتونه د کانکرېټو د کتلې لپاره د پام وړ خاصيتونه دي ، چې له هغې لپاره عايق کېدنه اړينه ده ، خو په عادي ساختمانو کې يې دومره اړينه نه ګڼي. د ډکوونکو د تودوخې انساطي ضريب د کانکرېټو لپاره د معادل قيمت ټاکوونکی دی ، خو په مخلوط کې د ډکوونکو په ترکيب او په ټوله کې د مخلوط په تناسب يا نسبتونو اغېزه کوي. که چېرته د ډکوونکو او د سمنټو د خميرې د تودوخې د انبساطي ضريبونو ترمنځ توپير له (5.5×10^{-6} per ºC) پر سانتيګريډ درجې يا (3.0×10^{-6} per ºF) پر فارنهايټ درجې څخه ډېر وي ، نو د لاسته راغلو کانکرېټو پايښت د کنګل نيونې او اوبه کېدنې د پام وړ اغېزې لاندې راځي. د ډکوونکو او د سمنټو د خميرې د تودوخې د انبساطي ضريبونو ترمنځ لږ توپير چې په احتمالي توګه د (4 ºC) سانتيګريډ درجې ***څخه تر*** (60ºC) سانتيګريډ درجې يا د (40ºF) فارنهايټ درجې **څخه** تر (140ºF) فارنهايټ درجې پورې دومره مهم او اغېزمن نه دی ، دا ځکه چې د کانکرېټو د انقباض او څکېدنې (خزش) په واسطه سمونو مومي. لاندېنې (8.2- جدول) ښيي چې د کانکرېټو لپاره له بېلابېلو عامو ډبرو يا تيږو څخه توليدېدونکو ډکوونکو د تودوخې انبساطي ضريب د (5.0×10^{-6} per ºC) پر سانتيګريډ درجې او د (13.0×10^{-6} per ºC) پر

سانتیګرېډ درجې یا(3.0 x 10^{-6} per ºF) پر فارنهایټ درجې او د (7.0 x 10^{-6} per ºF) پر فارنهایټ درجې تر منځ بدلون مومي . د پورټلنډ سمنټو دهایدرایت شوې خمیرې د تودوخې انبساطي ضریب له (11.0 x 10^{-6} per ºC) پر سانتی ګرېډ درجې څخه تر (16.0 x 10^{-6} per ºC) پر سانتی ګرېډ درجې یا له (6.0 x 10^{-6} per ºF) پر فارنهایټ درجې څخه تر د (9.0 x 10^{-6} per ºF) پر فارنهایټ درجې پورې بدلون مومي ، چې دا مقدار د سمنټو خمیرې د اشباع د درجې پورې تړلې ده.

8.2- جدول: د بېلابېل ډول ډبرو د تودوخیز انبساط خطي ضریبونه [16 : 71].

د ډبرو ډولونه (Rock Types)	د تودوخیز انبساط خطي ضریبونه (Thermal coefficient of linear expansion)	
	10^{-6}/ºC	10^{-6}/ºF
ګرانیت (Granite)	له (1.8) څخه تر (11.9) پورې	له (1.0) څخه تر (6.6) پورې
دیوریت ، اندزیت (Diorite, Andeite)	له (4.1) څخه تر (10.3) پورې	له (2.3) څخه تر (5.7) پورې
ګابرو ، بزالت ، دیاباز (Gabro, Basalt, Diabase)	له (3.6) څخه تر (9.7) پورې	له (2.0) څخه تر (5.4) پورې
شګلنه ډبره (Limestone)	له (4.3) څخه تر (13.9) پورې	له (2.4) څخه تر (7.7) پورې
دولومیت (Dolomite)	له (6.7) څخه تر (8.6) پورې	له (3.7) څخه تر (4.8) پورې
چونه یی ډبره (Limestone)	له (0.9) څخه تر (12.2) پورې	له (0.5) څخه تر (6.8) پورې
چرت (Chert)	له (7.4) څخه تر (13.1) پورې	له (4.1) څخه تر (7.3) پورې
مرمر (Marble)	له (1.1) څخه تر (16.0) پورې	له (0.6) څخه تر (8.9) پورې

4- په ډکوونکو کې خاورې او نور میده مواد
(Clay and other fine materials in Aggegates)

خاوره اونور میده مواد په معموله توګه د ډکوونکو دانې پوښي او له همدې کبله د سمنټو د خمیرې او ډکوونکو د دانو تر منځ په نښلېدنې بده اغېزه کوي. سربېره پر دې د ډکوونکو د تولید لپاره د تیږو یا د ډبرو ماتوونکي ماشین په واسطه حاصلې شوې خاورې او ګردونه هم دا اغېزه لري. نو له دې امله په ډکوونکو کې د خاورې او ګرد مخنیوي کېږي ، دا ځکه چې د ډکوونکو سطحې اندازه د دې موادو په شتون سره ډېرېږي او په پایله کې په مخلوط کې د دانو یا ذرو د لمدلو لپاره ډېرو اوبو ته اړتیا پېښېږي ، چې د ډېرو په شتون کې حاصل شوي کانکرېټ کمزوری کېږي.

د (BS 882-1992) سټنډرد په ډکوونکو کې د خاورې او میده موادو اندازه په لاندې ډول محدودوي:

1. د ماتو شویو تیږو یا ډبرو د وزن (16%) سلنه میده دانې (د فرشونوجوړولو کانکرېټو لپاره 8% سلنه په پام کې نیول کېږي.
2. په ډکوونکو کې د ټولو ماتو شویو تیږو یا ډبرو د وزن (11%) سلنه.
3. د ماتو شویو تیږو یا ډبرو ، له ښه میده شوي کریږ یا جغل څخه د قسماً ماتو شویو یا بې له ماتېدنې شګو کې د وزن (4%) سلنه.
4. د نه مات شویو ، قسماً ماتو شویو یا مات شوی کریږ یا جغل د وزن (2%) سلنه.

په دې اړوند د(ASTM C 33-92a) سټنډرد توصیه هم تر یو څه برېده د انګلستان د سټنډرد سره یو شانته ده. خو د سولیدنې لاندې کانکرېټو او د نورو کانکرېټو تر منځ یو یو پیر قایلېږي. د سولیدنې لاندې کانکرېټو لپاره د (75µm) مایکرون متر یا (No. 200) غلبیل څخه تېر شي او د کوچنیو ډکوونکو یا شګې د وزن د (3%) سلنې په اندازه محدود شي. په داسې حال کې چې د نورو هر ډول کانکرېټو لپاره تر (5%) سلنې پورې مجاز دی. په هر ډول کانکرېټو کې د لویو ډکوونکو لپاره دا قیمت (1%) سلنې په اندازه محدود شوی دی. په همدې سټنډرد کې په کانکرېټو کې د لوټو او د ماتو شویو دانو مقدار په کوچنیو ډکوونکو یا شګې کې (3%) سلنه او په لویو ډکوونکو کې په ترتیب سره له (3%) سلنې څخه تر (5%) سلنې پورې د سولیدنې لاندې او نورو هر ډول کانکرېټو لپاره په پام کېږي نیول کېږي.

5- په ډکوونکو کې د مالګو ککړتیا (Salt contamination in aggregates)

هغه شګې چې د سیند ، خوړ ، بحر او یا د بحیرې له غاړې څخه واخیستل شي په خپل ترکیب کې یو لړ مالګې لري ، چې د تازه اوبو د مینځلو په واسطه له منځه ځي. هغه شګه چې د خوړونو او سیندونو د اوبو د لوړې سطحې له نښه شویو برخو څخه اخیستل کېږي ، ځانګړي پاملرنه غواړي ، دا ځکه چې په هغې کې په لوړه کچه مالګې (ځینې مهال د دې ترکیبي مالګو کچه د شګې د وزن له 6% سلنې څخه لوړېږي) ګډې وي. د دې له امله په اوسپنیزکانکرېټو کې د زیان کچه لوړېږي او ممکن پایله یې د فولادي سیخانو د زنګ خوړنې لامل شي ، خو په ټوله کې د سیند یا د خوړ د تل شګه چې د اوبو په واسطه مینځل شوي هم وي ، په خپل ترکیب کې د کیفیت د زیانمن کېدنې مالګې نه لري.

د ډکوونکو دانو په ترکیب کې د مالګو شتون بله اغېزه له هوا څخه د اوبو جذبول دي ، چې د ښورې په شکل د کانکرېټو پر مخ په سپین رنګ په ډول ښکاري.

6- د ناپاکۍ له امله د ډکوونکو نامناسبوالې یا نا سالمي

(Unsoudness due to impurities of aggregates)

د ډکوونکو په دانو یا ذرو کې دوه ډوله نامناسبوالې یا نا سالمي په سترګو کېږي: یو یې هغه دی، چې د تداوم د نه شتون له امله نه شي کولی خپل مناسبوالې یا سالمي وساتي او بل هغه چې د کنګل نېونې یا د اوبو سره د تماس له امله د حجمي بدلون له اغېزې ماتېږي او له منځه ځي. پستې تیږې (Shale) او نورې هغه دانې یا ذرې چې ټیټ کثافت ولري د نامناسبو یا ناسالم ډکوونکو دانو یا ذرو څخه شمېرل کېږي ، همدارنګه نرم مواد لکه د خاورو ډ لرګیو او سکرو لوټې د کانکرېټو د پوټکې پوټکې کېدنې لامل کېږي. د دې ډول موادو په زیات شتون سره (د ډکوونکو د دانو د وزن له 2% سلنې څخه تر 5% سلنې پورې) د کانکرېټو په خواصو بده اغېزه کېږي ، چې په هغه کانکرېټو کې د سولیدنې په وړاندې ځایونو کې ترې ګټه اخیستل کېږي باید ونه کارېږي. د (ASTM C 123-92) سټنډرد په ډکوونکو کې د سکرو او د نورو هغه موادو چې ټیټ کثافت ولري شتون ، اندازه او مشخصوي. میکا (Meca) او د ګچو ډبرو دانې یا ذرې او هرډول سلفایټونه (لکه د اوسپنې پیریت Iron pyrite او مارکاسیټ Marcasite) باید د ډکوونکو دانو یا ذرو په

ترکیب شتون ونه لري او که شتون ولري باید چې ونه کارول شي. همدارنګه د ډکوونکو په ترکیب کې د هغه مواد شتون چې د سمنټو پر فعل او انفعال باندې اغېزه لري باید مخنیوی وشي او هغه معلق (پوسیده او نباتي) مواد چې په ځانګړې توګه په شګو کې په سترګو کېږي د اوبو په واسطه د مینځلو له مخې باید د منځه یوړل شي. د (ASTM C 33-92a) سټنډرد د نامناسبو یا ناسالمو دانو یا ذرو مجازي اندازه په لاندې (9.2- جدول) کې ښودل شوې ده.

9.2- جدول: په ډکوونکو کې د نامناسبو یا ناسالمو دانو یا ذرو مجازي اندازه [16 : 74].

د دانو یا ذرو ډولونه (Types of particales)	د وزن په سلنې سره د ترکیب اعظمي مقدار (Maximum contenet, percent of mass)	
	په کوچنیو ډکوونکو کې	په لویو ډکوونکو کې
ماتېدونکي دانې یا ذرې (Friable particles)	3.0	د چرت په ګډون له (3.0) څخه تر (10.0) پورې
نرمې دانې یا ذرې (Soft particles)	-	له (3.0) څخه تر (10.0) پورې
سکاره (Coal)	له (0.5) څخه تر (1.0) پورې	له (0.5) څخه تر (1.0) پورې
هغه چرت چې تجزیه کېږي (Chert that will readily disintegrate)	-	له (3.0) څخه تر (8.0) پورې

7- د غلبیل په واسطه د ډکوونکو تحلیل (Sieve Analysis of Aggregates)

د ډکوونکو د یوې نمونې د دانو یا ذرو په یوه اندازه وېشل د غلبیل د تحلیل عملیې په واسطه سرته رسیږي ، چې موخه یې د ډکوونکو دغوره شوې نمونې د دانو په بېلابېلو اندازو او کچه درجه بندي کول او وېشل دي. د دانو درجه بندۍ لپاره د ډکوونکو وچه شوې نمونه له پاسه څخه ښکته لوری ته د بېلابېل سوریو لرونکو غلبیلونو د لړزېدنې په پایله

کې له غلبیلونو څخه تیرېږي او د هر غلبیل پر مخ د پاتې شویو دانو اندازه او مقدار ټاکل کېږي. د یادولو وړ ده چې د غلبیل پر مخ د پاتې شویو دانو اندازه د همدې غلبیل د سوریو له اندازو څخه لوی او د پاسني غلبیل د سوریو له اندازو څخه کوچنۍ وي. په (2.10- جدول) او (2.11- جدول) کې د (BS812) او (ASTM C 136 – 92) سټنډردنو په واسطه د کارېدونکو غلبیلونو کچه او اندازې ښودل شوي دي. د یادولو وړ ده چې (5mm) ملي متره یا (3/16 in) انچه یا (No.4) د (ASTM) سټنډرد د لاربښوونې له مخې د لویو او کوچنیو ډکوونکو ترمنځ د وېشنې لیکه او خط دی.

10.2- جدول: د (ASTM) او (BS) سټندردونو کې د کارېدونکو غلبیلونو د سوریو اندازې [16 : 75].

لوی ډکوونکي					
(BS)			(ASTM)		
پخوانۍ اندازې	د غلبیل اندازې		پخوانۍ اندازې	د غلبیل اندازې	
	(in)	(mm)		(in)	(mm)
3.0 in	3.0	75.0	3.0 in	3.0	75.0
-	-	-	2.5 in	2.5	63.0
2.0 in	2.0	50.0	2.0 in	2.0	50.0
$1\frac{1}{2}$ in	1.5	37.5	$1\frac{1}{2}$ in	1.5	37.5
-	-	-	1.0 in	1.0	25.0
$\frac{3}{4}$ in	0.786	20.0	$\frac{3}{4}$ in	0.75	19.0
-	-	-	$\frac{1}{2}$ in	0.50	12.5
$\frac{1}{2}$ in	0.551	14.0	-	-	-
$\frac{3}{8}$ in	0.393	10.0	$\frac{3}{8}$ in	0.374	9.5

11.2 - جدول: د (ASTM) او (BS) سټندردونو کې د کارېدونکو غلبیلونو د سوریو اندازې [16 : 75].

کوچني ډکوونکي					
(BS)			(ASTM)		
پخوانۍ اندازې	د غلبیل اندازې		پخوانۍ اندازې	د غلبیل اندازې	
	په (in)	په (mm) یا (µm)		په (in)	په (mm) یا (µm)
$\frac{3}{16}$ in	0.196	5.0mm	No.4	0.196	4.75mm
No.7	0.0937	2.36mm	No.8	0.0937	2.36mm
No.14	0.0469	1.18mm	No.16	0.0469	1.18mm

No.25	0.0234	600µm	No.30	0.0234	600µm
No.52	0.0117	300µm	No.50	0.0117	300µm
No.100	0.0059	150µm	No.100	0.0059	150µm

8- د ډکوونکو دميده والی ضريب (Fineness modulus of aggregates)

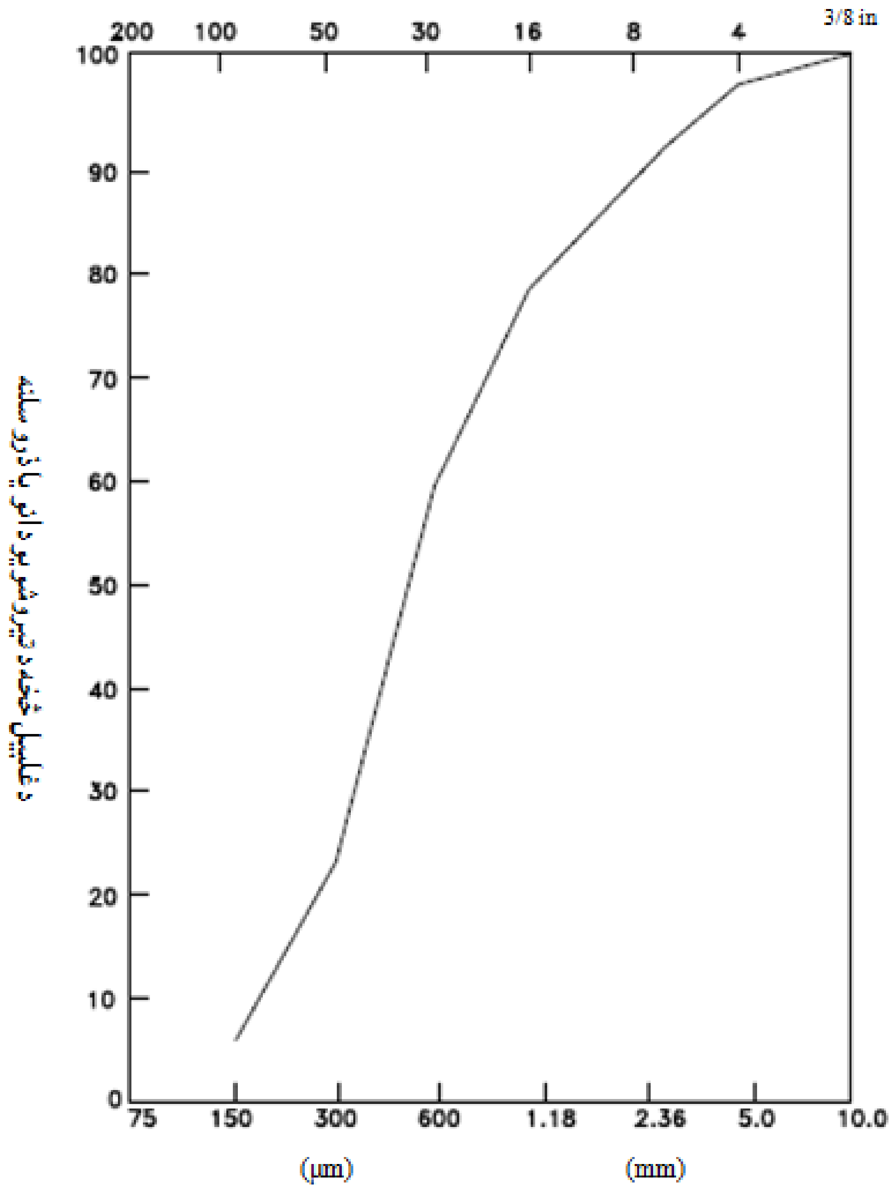
په(2 .12- جدول) کې د غلبيلونو په واسطه د ډکوونکو د دانه بندۍ پايلې ښودل شوي دي ، په دې جدول کې دويم ستون کې د هغه دانو مقدار چې د غلبيلونو پر مخ پاتې شوي دي او په دريم ستون کې هغه دانې د غلبيلونو پر مخ د پاتې شويو دانو د مقدار سلنه ښودل شوې ده. له غلبيلونو څخه د تېرو شويو دانو مقدار په سلنې سره له ښکته څخه پورته لورى ته د سلنې په ډېرېدنې (يو سلنې په دقت) محاسبه کېږي او پايله يې په څلورم ستون کې ليکل کېږي. چې د دې سلنې له مخې د دانو د دانه بندۍ محني ترسيمېږي. د دانه بندۍ د منحني په ترسيم کې په عمودي محور له هر غلبيل څخه د تېرو شويو دانو د مقدار سلنه او په افقي محور د دانو اندازې په لــوګارتمي مقيــاس ښــودل کېږي او له (2 .12- جدول) څخه په(13.2- شکل) کې ښودل شوی منحني په لاس راځي.

2 .12- جدول: د ډکوونکو د غلبيل تحليل [17 : 154].

په سلنې مجموعي پاتې شوی مقدار (cumulative percentage Retained)	په سلنې مجموعي تېر شوی مقدار (Cumulative Percentage passing)	په سلنې پاتې شوی مقدار (Retained percentage)	پاتې شوی مقدار (Retained mass) (gr)	د غلبيل کچه (Sieve size)	
				BS	ASTM
(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
0	100	0.0	0	10mm	$\frac{3}{8}$ in
2	98	2.0	6	5.mm	No.4
12	88	10.1	31	2.36mm	No.8

22	78	9.8	30	1.18mm	No.16
41	59	19.2	59	600µm	No.30
76	24	34.9	107	300µm	No.50
93	7	17.3	53	150µm	No.100
-	-	6.8	21	< 150µm	< No.100
مجموعه = 246 د میده والی ضریب = 2.46			مجموعه = 307		

د (ASTM) ستندرد له مخې د غلبیلونو نمبر یا کچه



د متریک (Metric) سیستم له مخې د غلبیلونو کچه

13.2- شکل: د ډکوونکو د دانو یا ذرو د دانه بندۍ منحني [17 : 155].

د غلبیل د تحلیل له مخې د یوه ځانګړي ضریب یا فکتور په لاس راوړل کېږي ، چې د میده والی ضریب (Fineness modulus) یا (FM) په نوم یادېږي ، چې په امریکایې ستېندردونو کې کارېږي. په حقیقت کې د ستېندرد غلبیلونو پر مخ د ډکوونکو د پاتې شویو دانو د مجموعي او په (100) باندې د وېشلو په پایله کې په لاس راځي. د ستېندرد غلبیلونو په لړ کې په هغه کچه غلبیلونه شتون لري چې د پخوانیو غلبیلونو د کچې دوه برابره د سوریو اندازې لري ، د دې غلبیلونو د سوریو اندازې په ترتیب سره (150µm) مایکرون متره،(300µm) مایکرون متره او(600µm) مایکرون متره ، (1.18mm) ملي متره ، (2.36mm) ملي متره او (5mm) ملي متره دي او همدارنګه د (ASTM) ستېندرد له مخې په (No. 100) نمبر ، (No. 50) نمبر ، (No. 30) نمبر ، (No. 16) نمبر ، (No. 8) نمبر او (No. 4) نمبر او تر دې لوړ سورې لرونکو شته غلبیلونو پورې ښودل شوي دي. دا باید په یاد ولرو چې ، کله چې د ډکوونکو په نمونې کې ټولې هغه ذرې یا دانې چې اندازه یې له (600µm) مایکرون متر یا د (ASTM) ستېندرد له مخې له (No. 30) نمبر څخه لویه وي ، نو په (300µm) مایکرون متر یا له (ASTM) ستېندرد له مخې په (No. 50) نمبر غلبیل کې ، چې له (600µm) مایکرون متر یا د (ASTM) ستېندرد له مخې له (No. 30) نمبر غلبیل څخه پورته واقع وي، په سلنې سره پاتې کېږي ، باید د (100) سره برابروي.، همدا مقدار باید له (600µm) مایکرون متر یا د (ASTM) ستېندرد له مخې له (No. 30) نمبر غلبیل څخه هم تېر شي. د بېلګې په توګه د پو رتنې (2.12- جدول) په (5) ستون کې د ډکوونکو په لاس راغلی میده والی ضریب (FM = 2.46) دی ، چې د دانه بندۍ منحني یې په (13.2-شکل) کې ښودل شوی دی.

معمولاً د ډکوونکو میده والی ضریب (FM) د کوچنیو ډکوونکو لپاره محاسبه کېږي، خو کله د لویو ډکوونکو لپاره هم محاسبه کېږي. په ټیپیک ډول سره د ډکوونکو

میده والی ضریب (FM) له (2.3) څخه تر (3.0) پورې بدلون مومي ، خو د ډېروالي اندازه یې د دانو یا ذرو لویوالی ښیې . د ډکوونکو د میده والی ضریب پوهېدنه د دې لپاره اړینه ده ، چې د دانو یا ذرو په اندازو کې د ډېر لږ بدلون له امله کېدای شي د تازه کانکرېټو کاري ورتیا اغېزمنه کړي.

9- د ډکوونکو د دانه بندۍ اړتیا (Grading requirements of Aggregates)

مونږ ولیدل چې په څه ډول د ډکوونکو نمونه دانه بندي کېږي ، خو دا مو تر اوسه نه ده جوته کړې ، چې د ډکوونکو د دانو یا ذرو دانه بندي د ښو کانکرېټو د لاسته راوړلو لپاره مناسب دي او که نه. په لومړۍ مرحله کې د ډکوونکو دانه بندي (Grading) د کانکرېټو د کاري ورتیاد اغېزمنتیا له امله ډېره مهمه ده ، سره له دې چې د کانکرېټو مقاومت ور پورې اړه نه لري. خو لوړ مقاومت هغه مهال حاصلېږي چې د اعظمي متراکم کېدنې په کارېدنې لاسته راوړونکي مخلوط کافي کاري ورتیا ولري. په واقیعیت کې د داخلي متقابل عمل له امله د کانکرېټو کاري ورتیا دایډیالي یا خیالي دانه بندي په شتون کې نه اغېزمنه کېږي. دا فکټورونه د ډکوونکو د دانو د هغه سطحې مساحت دی و چې د ټولو جامدو دانو د لمدولو لپاره د اړین واوبو مقدار ټاکي او د هغې په اړونده نسبي حجم کې شاملېږي چې د ډکوونکو په واسطه اشغالېږي اوپه دانو کې د بیلولو هڅه کوي او په مخلوط د کوچنیو دانود سلنې په مقدار وي.

په لومړي قدم کې د د ډکوونکو د دانو یا ذرو د سطحې مساحت تر مطالعې لاندې نیسو. د ټاکلي مقاومت او پایښت د لاسته راوړنې لپاره په مخلوط کې د اوبو او سمنټو نسبت (W/C) محدود ېږي. له بلې خوا په همدې مهال د سمنټو کافي خمیره باید شتون ولري ، تر څو د ډکوونکو دانې په بشپړه توګه وپوښي. نو له دې امله د دانو د مخصوصې سطحې په کمېدنې سره د سمنټو د خمیرې مقدار او په پایله کې د مخلوط لپاره د اوبو اړین مقدار کمېږي. د ډکوونکو د دانو مخصوصه سطحه ، د ټولو دانو او د هغې د حجم له نسبت څخه

حاصلېږي. د يوې دانه بندي شويو ډکوونکو مخصوصه سطحه او دانه بندي يو له بل پورې تړلې وي او د ډکوونکو د دانو د لويالي په حالت کې مجموعي مخصوصه سطحه کمه وي ، چې په دې حالت کې د مخلوط لپاره د اړين و اوبو مقدار هم کمېږي. د اوبو د مقدار د اټکلولو لپاره د مخصوصي سطحې په کارولو کې د ميده ذرو (د 150μm مايکرون متر يا د ASTM ستېندرد د No.100 څخه کوچنۍ) د شتون له امله يو څه ستونزې رامنځته کېږي او د روغنياتو په ډول د لويو دانو په پرتله لږو اوبو ته اړتيا لري ، نو له دې امله د ډکوونکو مخصوصه سطحه د کاري وړتيا د مقدار او اندازې په پيدا کېدنه کې د تير استنې سره مخ کېږي.

د ډکوونکو د دانو نسبي حجم په کاري وړتيا کې هم اغېزمن دی ، د اقتصاد له پلوه دانې چې هر څومره ډېر نسبي حجم اشغال کړي ، د سمنټي خميرې په پرتله ارزانۍ تمامېږي . که چېرته د ډکوونکو د دانو اعظمي حجم ، د اعظمي مخصوص وزن پر بنسټ يا د دانو يا ذرو د وېشنې پر بنسټ د دانو تر منځ د تشې د اصغري کېدنې له مخې وټاکل شي ، نو په پايله به د هغه لاس ته راغلي تازه کانکرېټو سخت او کاري وړتيا به يې لږه وي. د کانکرېټو کاري وړتيا هغه مهال لوړېږي چې د ډکوونکو(د شګو او کريږ) تر منځ تشې (خلاء) د سمنټو خميرې په واسطه ډکې شي.

درېيم فکتور يا لامل په کانکرېټو کې د ډکوونکو د دانو يو له بله جدا کېدنې ته هڅه او ميلان دی. هر څومره چې د ډکوونکو په يوه نمونه کې د لويو دانو تر منځ د تشې د بېلابېلو اندازه لرونکو کوچنيو ډکوونکو په واسطه په ډېره اسانۍ سره سرته رسيږي ، په همدې شانته په وچ حالت کې کوچني ډکوونکو له تشو څخه په ډېره اسانۍ سره جدا کېدنې او بيرون وتلو ته هڅه او ميلان لري ، نو همدا سمنټي خميره او مساله ده چې د هغوې د جدا کېدنې او بيرون وتلو څخه مخنيوی کوي ، تر څو په پايله کې د قبلېدنې وړ کانکرېټ په لاس راشي.

د کانکرېټو په کارې وړتيا د ډکوونکو څلورم لامل يا فکتور د (300μm) يا د (ASTM) ستېندرد د (No. 50) غلبيل له اندازې څخه د ميده مسالې شتون دی چې د کانکرېټو د مناسبې کاري وړتيا لپاره بايد د مخلوط دننه دکوچنو ذرو(د 125μm ميکرون

متره یا د ASTM ستنډرډ له No.120 نمبر غلبیل څخه کوچنیو) ذرو حجم د لاندیني (13.2-جدول) څخه اخیستل کېږي. په پورته توګه د یادو شویو میده انو یا ذرو په مطلق حجم کې سمنټ ، هر ډول ډکوونکي او نیمايي د هوا پوکانۍ شاملې وي ، چې کېدای شي د میده دانو یا ذرو سره معادل په پام کې نیول شي او اړینه ده چې د میده دانو یا ذرو په حجم کې حساب شي.

13.2- جدول: د کانکرېټو د حجم په سلنې کې د میده دانه ډکوونکو شتون [79:17].

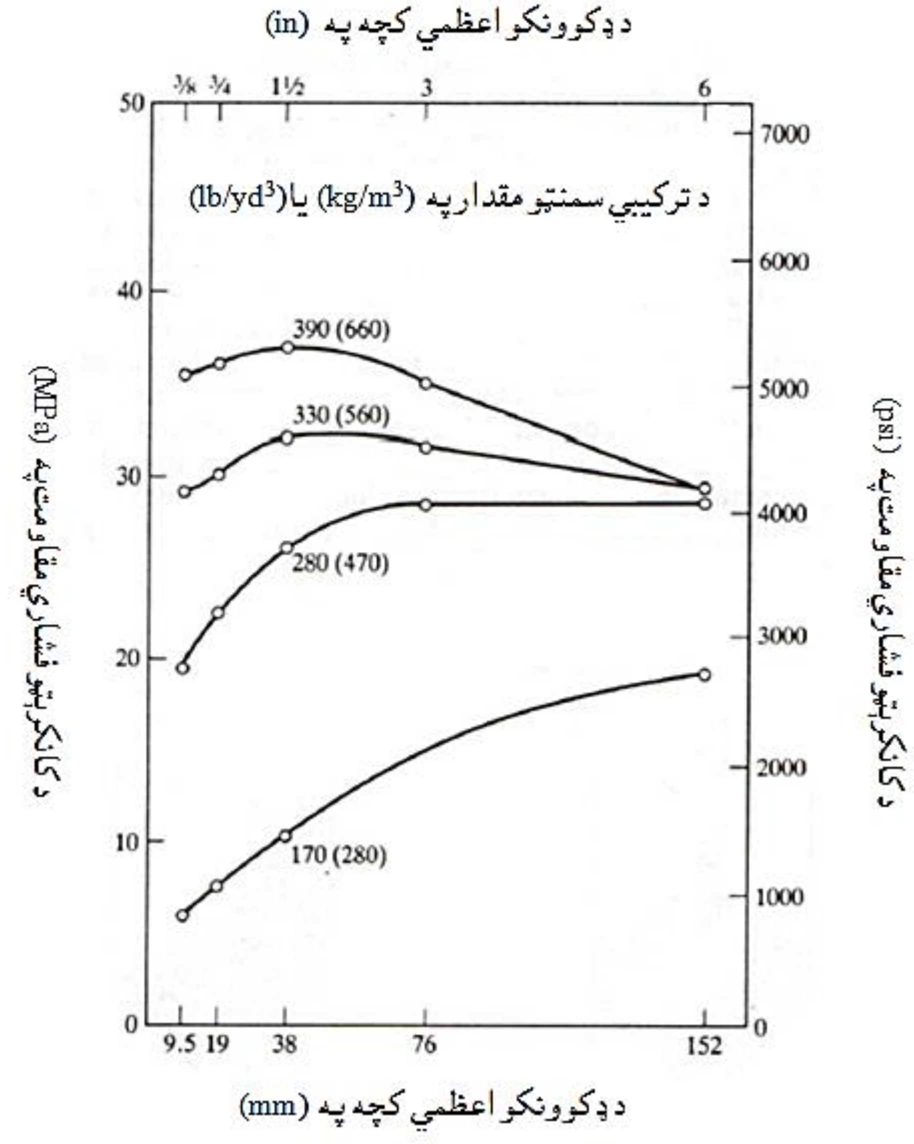
د کانکرېټو د حجم د سلنې له مخې د میده دانو مطلقه حجم (Absolute volume of fines as fraction of volume of concrete)	د ډکوونکو اعظمي کچه (Maximum aggregate size)	
	په (mm)	په (in)
0.165	8	0.315
0.140	16	0.630
0.125	32	1.260
0.110	63	2.480

10- د ډکوونکو اعظمي کچه او سایز (Maximum aggraegate size)

مخکې ترې یادونه وشوه چې د ډکوونکو د دانو د قطر په لوېوالي سره د هغې د وزن په واحد کې د سطحې د لمدېدنې لپاره د اوبو مقدار کمېږي. نو له دې امله د کانکرېټو په مخلوط کې د کاري ورتیاد بډاینې مشخصېدنې له مخې څرګندېږي ، چې د مخلوط د اوبو او سمنټو د نسبت (W/C) مقدار کمېږي او په پایله کې د کانکرېټو د مقاومت په لوړېږي. خو سره له دې هم د دانو د اعظمي قطر د اندازې او کچې لپاره د اوبو د اړتیا د کمېدنې له امله محدودیت شته ، چې د هغې څه يې لوېوالی نه یوازې داچې ګټور نه دی ، بلکې د ډکوونکو د ډېرو لویو دانو شتون د نښلېدنې د ټیټېدنې او یو له بل څخه د جدا کېدنې له امله

زيانمن هم دي. د کانکرېټو په مخلوط کې د دې ډول دانو کارول ، کانکرېټو غیر متجانس کوي او په پایله کې یې مقاومت لږوي.

د دانو یا ذرو د اندازو د لویوالي معکوسه اغېزه په یوه ځانګړي برید کې ده ، دا ځکه چې د دانو یاذرو د قطر لویوالی تر (40mm) ملي مترو یا ($1\frac{1}{2}$ in) انچو پورې ، د اوبو د کمبدنې له امله د کانکرېټو په مخلوط کې ګټور تمامېږي.



14.2- شکل: دکانکرېټو په (28) ورځنې فشاري مقاومت د ډکوونکو د اعظمي کچې داغېزې منحني [16 : 79].

د ډکوونکو د ډېرولويو دانو لپاره د دوو متضادو اغېزو تر منځ انډول اوتعادل لکه څنګه چې په (2.14- شکل) کې ښودل شوي دي ، په مخلوط کې د سمنټو د مقدار پورې اړه لري. د بېلګې په ډول د لږضخامت لرونکو کانکرېټو لپاره ، چې په هغې کې د سمنټو مقدار ($170kg/m^3$) یا ($280lb/yd^3$) وي ، د ډکوونکو د دانو قطر تر (150mm) ملي مترو یا (6in) /انچو پورې ګټور دی. خو له دې سره سره هغو کانکرېټو کې چې د ساختمانونو د عناصرو په جوړښت کې کارېږي ، د عناصرو د ابعادو او اندازو د محدودیت او د کانکرېټو او فولادي سیخانو د سطحې تر منځ د فاصلو په پام کې نیولو له امله یې د ډکوونکو د دانو اعظمي قطر له (25mm) ملي مترو څخه تر (40mm) ملي مترو پورې یا له (1.0in) انچه څخه تر ($1\frac{1}{2}$ in) انچو پورې محدودېږي. د انګلستان په ستېندرد کې د ډکوونکو د دانو اعظمي قطر باید چې د سیخانو تر منځ د افقي فاصلې څخه د (5mm) په اندازه لــږه وي او د هغوی تر منځ د عمودي فاصلې څخه باید چې د ($\frac{2}{3}$) په اندازه لږه وي [60-84:16] .

4.2- اوبــــــه (Water)

اوبه د کانکرېټو په جوړولو کې یوه مهمه او اړینه ماده ده ، چې له سمنټو سره د کېمیاوي تعامل د سرته رسیدلو لپاره کارېږي ، د اوبو له شتون څخه پرته نه شو کولی چې کانکریټ جوړ کړو . هغه اوبه چې د کانکرېټو دجوړولو لپاره کارېږي ، باید د ټولو هغو زیانمنو موادو څخه چې د کانکرېټو او فولادو لپاره زیانمن وي ، لکه غوړي ، تېزاب ، قلویات ، مالګې ، نور اضافي عضوي او غیرعضوي موادو څخه دکانکرېټو په جوړولو کې ترې ډډه وشي. هغه ناخالصه اوبه چې په هغې کې د زیانمن موادو مقدار د مجازي اندازې څخه ډېره وي ، ممکن د کانکرېټو د سختیدو (جوش خوړلو) په موده کې، په مقاومت او دوام یا پایښت (Durability) بده اغېزه وکړي. د کانکرېټو دجوړولو لپاره معمولاً له هغو اوبو څخه ګټه اخیستل کېږي ، چې په خپل ترکیب کې یې دجامدو موادو اندازه له مجازي حد څخه ډېره نه وي. هغه اوبه چې دڅښلو وړ دي ،ډېرې مناسبې دي ، خو هغه اوبه چې د

څښلو وړ نه دي هم کولی شو ، چې د کانکرېټو د جوړولو لپاره ترې ګټه واخلو ، په دي شرط چې:

(a) - د اوبو مقدار د کانکرېټو د ترکیبي نسبت له اندازې څخه باید نه لږ او نه ډیر شي.

(b) - د کانکرېټو د نمونې د درې ورځني ، اووه ورځني او (28) ورځني فشاري مقاومت له هغو اوبو څخه د جوړو شویو کانکرېټو د درې ورځني ، اووه ورځني او (28) ورځني فشاري مقاومت لږ تر لږه د %(90) سلنې څخه کم نه شي.

د اوبو دنده د کانکرېټو په مخلوط کې په لاندې ډول خلاصه کېږي:

(a)- د اوبو په اچولو باید ډکوونکي مواد اوبلن شي.

(b)- د اوبو په اچولو باید د سمنټو سره د کېمیاوي تعامل په پایله کې جوړه شوې خمیره د ډکوونکو موادو چاپیریال ښه احتواء کړي.

(c)- د اوبو په اچولو سره باید سمنټي مواد د ډکوونکو موادو په سطحه کې واقع شي **[**37: 18**]**.

که چیرې د اوبو په کېفیت کې پاملرنه ونه شي او نامناسبې اوبه وکارول شي ، کېدای شي چې لاندینۍ ستونزې پیدا کړي:

1- د سمنټو د سختیدو (جوش خوړلو) وخت ته بدلون ورکوي.

2- د کانکرېټو مقاوت کموي.

3- په کانکرېټو کې ځای په ځای شوي سیخان خوړل کېږي او په تدریجي ډول له منځه ځي.

4- د کانکرېټو په پاسنۍ سطحه لکې پیدا کېږي.

5- د کانکرېټو د مخلوط د جوړولو لپاره مناسبې اوبه لاندینۍ ځانګړتیاوې لري:

6- اوبه باید تیزابي او قلوي نه وي ($5 < PH < 8.5$).

7- په اوبو کې د جامدو ذرو اندازه باید له %(0.2 – 0.1) سلنې څخه ډېره نه شي.

8- په اوبو کې د محلولي موادو اندازه باید له %(0.1-3.5) سلنې څخه ډېره نه شي.

9- په اوبو کې د کلورینو د ایونونو اندازه باید له %(1 - 0.0.5) سلنې څخه ډېره نه شي.

10- په اوبو کې د سلفاتو اندازه باید له %(0.3 -0.1) سلنې څخه ډیره نه شي.

11- په اوبو کې د قلویاتو اندازه ($Na_2O + 0.658\ K_2O$) باید له (0.6%) سلنې څخه لږه وي.

د سیندونو رواني اوبه زیاتره په خپل ترکیب کې تر (3.5%) سلنې پورې مالګې او د کلورینو او سلفاتو ایونونه لري. دا اوبه کولی شو چې د عادي کانکرېټو لپاره استعمال کړو ، خو د اوسپنیز کانکرېټو د جوړولو لپاره د استعمال څخه وړاندې باید ازمايښت شي [7 : 58-15].

1- د اوبو پاشل (Curing of water): هغه اوبه چې د کانکرېټو مخلوط لپاره مناسبې وي ، هغه اوبه د کانکرېټو د پاشلو لپاره هم مناسبې ګڼل کېږي. داچې په اوبو کې د اوسپنیزو موادو شتون د کانکرېټو پر سطحه د لکو او داغونو لامل کېږي او دا عمل هغه مهال ، چې اوبه د کانکرېټو پر سطحه په ورو جریان کوي او تبخیریږي ډېر چټک وي ، څرګندېږي [3: 93].

په هغه حالتونو کې چې اوبه په ظاهري ډول کانکرېټو ته کوم اهمیت نه لري یانې داچې هغه اوبه چې د کانکرېټو د مخلوط د کارېدنې له وړ کیفیت څخه ټیټې وي ، د کانکرېټو له پاسه د پاشلو لپاره مجاز دي. په ټوله کې د ساختماني مقررو له خوا داسې توصیه او لارښوونه کېږي ، هغه اوبه چې د کانکرېټو له پاسه د پاشلو او د سختېدنې لپاره کارېږي باید چې هغه مواد ونه لري چې د سختو شویو کانکرېټو په سطحه بده اغېزه وکړي. د بېلګې په توګه هغه اوبه چې په ازاده توګه په خپل ترکیب کې کاربن ډای اوکساید (CO_2) ولري د کانکرېټو پر مخ اغېزه کوي . د هغه خالصو اوبو جریان چې د کنګل د ویلي کېدنې څخه راپیدا کېږي ، یو لږ مقدار کاربن ډای اوکساید (CO_2) لري ، چې له امله یې د کانکرېټو پر مخ یا سطحه کلسیم هایدرواوکساید $Ca\ (OH)_2$ حلېږي او په پایله کې د کانکرېټو د سطحې د سولیدنې لامل کېږي ، همدارنګه د سیند اوبه هم که په داسې حالت کې واقع شي ممکن په اوسپنیزکانکرېټي عناصرو کې د فولادي سیخانو د خوړنې او زنګ وهلو لامل شي [16 : 90-21].

2- د اوبو ازمایښتونه (Tests of water): په کانکرېټو کې د اوبو د مخلوط لپاره د ارزونې په موخه هغه کارېدونکې ساده او اسانه طریقه د شکمنو او مناسبو اوبو (کله ، کله مقطري اوبه هم کارېږي) په واسطه د تیارې شوې مسالې د سمنټو د سختېدنې موده او د مکعبي نمونې مقاومت ازمایښت کول دي. د (BS314:1980) سټندرد په پورتنې ازمایښت

کې د کانکرېټو مقاومت بدلون تر (10%) سلنې په اندازه مجاز ګڼل . د دې ډول ازمایښتونو سپارښتنه د هغه اوبو لپاره کېږي ، چې د هغې په اړوند هیڅ ډول مخکني کوم مالومات شتون ونه لري او د هغه اوبو لپاره چې په هغې کې د محلول شویو موادو اندازه له (2000ppm) او د کاربوناتي او بې له کاربوناتي د القليو اندازه یې له (1000ppm) څخه لوړه وي. همداراز کله چې د داسې اوبو سره مخ کېږو ، چې په هغې کې غیر منحل جامد مواد شتون ولري ، همدا ډول ازمایښتونه تر سره کېږي. د دې لپاره چې د کانکرېټو د سطحې له پاسه د کاربدونکو د زیان څخه ډاډمن شو ، چې د کانکرېټو پر سطحه کومه لکه نه پیدا کوي ، نو اړینه ده چې پورته یاد شوي ازمایښتونه د اوبو لپاره باید ترسره شي [182,183:17].

5.2- کیمیاوي ګډوونکي مواد (Chemical Admixtures)

کله ، کله د کانکرېټو په مخلوط کې د ځانګړو او مخصوصو سمنټو پر ځای ، د دې امکان شته چې د کیمیاوي ګډوونکي او معمولي سمنټ وکارېږي او د هغې خواصو ته د غوښتنې سره سم بدلون ور وبخښي. د کانکرېټو د مخلوط په ترکیبي اجزاؤ کې بېلا بېل ډوله کیمیاوي ګډوونکي کارېږي ، چې په ټیپیک ډول سره د کانکرېټو خواص ښه کوي. دا ډول ګډوونکي هم د (ASTM) سټنډرد لاندې راځي. ډېر عام کیمیاوي ګډوونکي په لنډه توګه په دې برخه کې په لاندې ډول د کتنې لاندې نیسو :

1- د سختیدو (جوش خوړلو) سرعت ورکوونکي(Accelerating Admixtures)

د جوش خوړلو چټکوونکو کیمیاوي ګډوونکي ، چې د کانکرېټو د ژر جوش خوړنې او سختېدنې لپاره کارېږي. همدارنګه د دې لپاره جوش خوړل سست شي نود کیمیاوي ګډوونکو څخه ګټه اخیستل کېږي.

د دې لپاره چې کانکریټ ژر سخت شي دا ډول کیمیاوي علاوه کوونکو کارول کېږي . $(CaCl_2)$ په کانکرېټو کې چې د تودوخې درجه یې له (2 C°) سانتي کریډ درچې څخه تر (4 C°) سانتي کریډ درچې پورې وي ، دژر سختیدو لپاره کارېږي ، په هغو کانکرېټو کې چې په هغې کې فولادي سیخان اچول کېږي اندازه یې د سمنټو د وزن تر (% 0.5) سلنې پورې او پرته له فولادي سیخانو څخه یې اندازه د سمنټو د وزن تر (2%) سلنې پورې نیول کېږي.

2- د سختیدو یا جوش خوړلود سرعت کموونکي(Retarding Admixtures)

د دې لپاره چې کانکریټ ژر سخت نه شي ، دا ډول کېمیاوي علاوه کوونکو کارېږي . ددې کېمیاوي موادو په علاوه کولو سره د کانکرېټو دهایدریشن تودوخه محدود ېږي. له دې موادو څخه په ګټې اخیستنې سره د ډېر حجم کانکریټ اچولو کې د تودوخې له امله د تشنج را کمېدنه او هم په توده هوا کې د کانکرېټو د هایدریشني تودوخې د اندازه را کمېدنه سرته رسیږي. د شکرې او له هغې څخه د ترکیبي موادو څخه د درې ډول ګډوونکو لپاره ګټه اخیستل کېږي ، که چیرې د سمنټو د وزن د %(0.05) په اندازه شکره له کانکرېټو سره یو ځای شي نو د کانکرېټو سختېدنه څلور ساعته ځنډ ېږي.

3- د اوبو کموونکي ګډوونکي (Water-Reducing Admixtures)

د دې لپاره چې د کانکرېټو د اوبو او سمنټو نسبت بدلون ونه مومي او د سلمپ اندازه یې ډېره شي ، ددې ډول کېمیاوي ګډوونکو څخه ګټه اخیستل کېږي. ددې ډول موادو په حیث د لاین سلفونیک اسیدو (Lignsulfunic acids) او دهغې د مالګو ، دهایدرواکسیلات کاربوکسیلیت تیزابونو (Hydroxylated carboxylic acids) او دهغوي د مالګو څخه ګټه اخیستل کېږي [17: 265-243].

د اوبو کموونکي کیمیاوي ګډوونکو (Plasticizer Chemical Admixtures) په واسطه په کانکرېټو کې د اوبو د کمېدنې له مخې د ساختمانونو کې په اړینو برخو کې کاري وړتیا لوړیږي. دا ډول ګډوونکي هغه وخت د کانکرېټو د کاري وړتیا د لوړولو لپاره کاریږي ، چې د اوبو او سمنټو نسبت (W/C) په نه شتون کې د کانکرېټو خواص زیانمن کېږي . د اوبو کموونکي کیمیاوي ګډوونکو د کانکرېټو د غوښتنې له مخې د کار و وړتیا د اړتیا لپاره تر (10%) سلنې پورې کموي . په لوړ مقدار د اوبو کمونکي کیمیاوي ګډوونکي د (Superplasticizers) په نوم یادېږي ، چې د کانکرېټو وړتیا د غوښتنې له مخې تر (30%) سلنې پورې کموي .

4- دهوا کموونکې ګډوونکي (Air-Entraining Admixtures)

د هوا ويستوونکي (Air Entraining) کيمياوي ګډوونکي ، چې د کانکرېټو د سمنټو خميري څخه د هوا د پو کاڼيو په ډول ببلېږي او په پايله کې هغه د تکرارېدونکی کنګل نيول و او ويلی کېدلو د دوران په وړاندې مقاومت لوړوي. د هوا وېلې شوې پوکاڼۍ د کنګل له امله د اوبو د خپرېدنې د مخنيوي لپاره کار کوي ، همدارنګه د دې له امله په ځرګنده توګه کانکرېټ د ويجاړېدنې څخه محفوظ پاتې کېږي. د دې جدا شوېو هوا پوکاڼېو په واسطه په حيرانوونکې ډول له اوبو څخه ډکېږي او د دې لارې کانکرېټ تل محفوظ پاتې کېږي.

د دې ډول کېمياوي علاوه کوونکو څخه په کانکرېټو کې د هوا د اندازې کمېدلو لپاره ګټه اخيستل کېږي. ، د دې ډول کېمياوي علاوه کوونکو څخه د استعمال په پايله کې کانکرېټ د کنګل او سړو ، د سلفايټونو او د سختيدو په وخت د ځکېدنې (خزش) په وړاندې مقاومت لوړوي. دا ډول مواد د حيواناتو د غوړو او د ونو د شيرې او کېمياوي موادو له يو ځای کېدو څخه جوړېږي ، چې په کانکرېټو کې د سمنټو د وزن د (0.05%) سلنې په اندازه زياتولو سره له (4%) سلنې څخه تر (8%)سلنې پورې هوا ويستونکې پوکاڼۍ په کانکرېټو کې پيدا کوي [28,43:20].

5- نور ګډوونې (Other Admixtures)

نور ډولونه کيمياوي ګډوونکي ، چې په کانکرېټو کې د خوړنې (Corrosion) څخه مخنيوي کوي او په کانکرېټو کې په عام ډول سره کارېږي.

بل ډول په کانکرېټو کې ګډوونکي کورنۍ منرالې ګډوونکي دي ، چې په هغې کې د ډېرو سکرو څخه جوړه شوې ايره (Fly Ash) ، سليکا ايره (Silica Fume) ، سلاګ (Slagg) او نور پوسولانونه (Pozzolans) شامل دي. ټول پوسولانونه د کانکرېټو سره د تعامل او غبرګون لامل کېږي ، کوم چې (Amorphous Silica) غيربلوري سليکا پوسولان د سمنټو خميرې د کلسيم هايدرو اوکسايدو سره تعامل کوي او په پايله کې کلسيم سليکيت هايدرايت (CSH) چې په لاندې ډول ښودل شوي دي په لاس راځي:

$$K\,[(SiO2)\;m + L\,[Ca\,(OH)_{2} + M\,(H_2O) \rightarrow K\,(CaO).L\,(SiO_2).M\,(H_2O)$$

غير بلوری سيليکيت+کلسيم هايدرواوکسايد +اوبه ← کلسيم سليکيت هايدرايت (CSH)

ځکه نو پوسولانونه د کمزورو کلسيمو د قوي او ځواکمنو (CSH) په عوض کېدنې سره د کانکرېټو مايکرو جوړښت ښه کوي.

د ډبرو سکرو څخه جوړه شوې ایره (Fly Ash) په ټیپیک ډول سره د کانکریټو کاري وړتیا لوړوي ، خو له دې سره سره د سلیکا ایره (Silica Fume) د کانکریټو د کاري وړتیا ویجاړوي. د پوسولانونو محدود ډولونه د کانکریټو په کیمیاوي مقاوم کېدنې ممکن بده اغېزه وکړی.

کېمیاوي علاوه کوونکې هغه مواد چې له کانکریټو سره ګډېږي، د کانکریټو د ځانګړو شرایطو لاندې ، د هغې خواصو ته ښه والی ورو ښښي او د سمنټو مصرف کم کړي.

سره له دې چې کېمیاوي علاوه کوونکې د قیمت او ارزښت له مخې ګران دي ، خو د دې په وړاندې د کار وړتیا لوړوي او په پایله کې د کانکریټو د لیږدونې او اچونې په وخت کې د کارګرانو شمېر کموي ، له بلې خوا د کانکریټو کیفیت لوړوي ، چې په پایله کې د سمنټو مقدار کمېږي ، نو ویلی شو چې د کېمیاوي علاوه کوونکو موادو په اچولو سره د تیارو شویو کانکریټو قیمت او ارزښت کمېږي [7 : 61-3] .

6.2- تازه کانکریټ او د هغې خواص (Fresh Concrete and Properties)

د کانکریټو د د ترمیبي اجزاوو د مطالعي څخه وروسته ، په دې برخه کې د تازه کانکریټو خواص تر مطالعې لاندې نیسو. تر کومه چې د سختو شویو کانکریټو خواص لکه مقاومت ، حجمي پایښت او دوام د تازه کانکریټو د تراکمیت پورې اړه لري ، نو اړینه ده چې د تازه کانکریټو کاري وړتیا (Workability) باید داسې وي ، چې وکړی شو هغه په بشپړه توګه متراکم کړو او همدارنګه وکړی شو چې د هغه پرته له دې چې ذرې یې یوله بله جدا شي ولېږدوو او په قالبونو کې یې ځای په ځای کړو [2 : 85] .

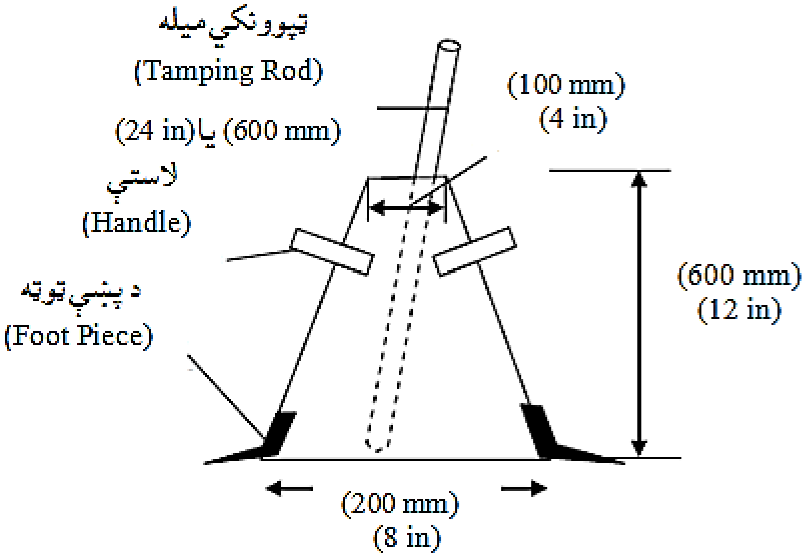
1- د کانکریټو کاري وړتیا (Concrete Workability) : د دقیق تعریف له مخې د تازه کانکریټو کاري وړتیا هغه مقدار داخلي ګټور کار دی ، چې د بشپړه متراکم کېدنې لپاره اړین دی. داخلي ګټور کار چې د کانکریټو د فزیکي خواصو څخه شمېرل کېږي او هغه کار او انرژي ده چې د کانکریټو د جوړونکو ذرو په داخلي اصطکاک باندې د غلبې لپاره اړینه ده. همدارنګه د بېرې انرژۍ ته اړتیا ده چې تر څو د کانکریټو او د قالبونو ترمنځ د فولادي سیخانو پر سطحې اصطکاک هم غلبه ومومي. نو له دې امله د پورتنې تعریف پر بنسټ په عملي بڼه د کاري وړتیا اندازه کول ډېره ستونزمنه ده او که اندازه کېږي ، نو دا اندازه کېدنه

به د يوې ځانګړې طريقې په واسطه د قبلېدنې وړ وي نو د کانکرېټو د کاري وړتيا داندازه کولو لپاره کومه ځانګړې طريقه نه شته چې د هغې په واسطه په مستقيمه توګه اندازه شي. لاندينۍ طريقې چې د کانکرېټو د کاري وړتيا د اندازه کولو لپاره کارېږي ، د مطالعي لاندې نيول کېږي ، خو يوازې په ځانګړو شرايطو کې ترې ګټه اخيستل کېداى شي[15 : 14] .

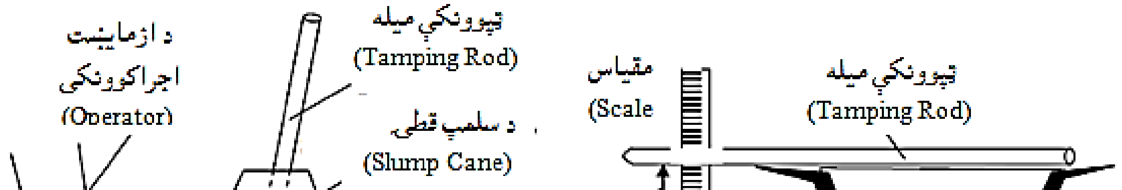
الف - د سلمپ ازمايښت (Slump test) : د تازه کانکرېټو غوره کاري وړتيا د ښو او برياليو ساختمانونو د جوړولو لپاره مهم او بنسټيز اصل دى. د کانکرېټو کاري وړتيا په لومړي قدم کې د ګډوشويو اوبو د اغېزې لاندې راځي. سره له دې چې د ګډوونکو اوبو ډېرېدنه د سختو شويو موادو په خواصو بده اغېزه کوي . د دارنګه اغېزو د تشو (خاليګاوو) د حجم د ډېرېدنې او د تبخير شويو اوبو د ډېرېدنې له امله څرګندېږي[3 :1] .

د کانکرېټو د مخلوط په طرحه او محاسبه کې د مطلوبه لاسته راوړنو لپاره د اوبو د ګډولو يا د اوبو او سمنټو نسبت (W/C) په واسطه انډول کېږي ، چې په پايله کې يې غوره او ګټوره کاري وړتيا حاصلېږي او پرته له هغې د پخو او وخت ته رسېدلو کانکرېټو مقاومت په څرګنده توګه زيانمنوي. د کانکرېټو سلمپ يا تحرک (Concrete Slump) د (ASTM C 143) سټندرد په واسطه ځانګړي او مشخص شوي دي ، چې په عامه توګه د اټکل شوي کاري وړتياد حاصلولو لپاره کارېږي. د سلمپ قطۍ (Slump Cone) او ټپوونکى ميله (Tamping Rod) ، چې په (2.15- شکل) کې ښودل شوې ده. د سلمپ د ازمايښت لپاره کارېږي. د سلمپ قطۍ چې مخروطي شکل لري ، لوړوالى يې (12in)انچه يا (300mm)ملي متره ، پاسنى قطر يې (4in)انچه يا (100mm) ملي متره او قاعدې يا لاندينۍ برخې قطر يې (8in)انچه يا (200mm)ملي متره دي ، چې په قاعده کې د پښو د کلکولو لپاره دوه فلزي ټوټې لري او د نيولو لپاره په تنه کې دوه دستګيرونه لري. د سلمپ ازمايښت کړنلاره په (2.16- شکل) کې ښودل شوې ده. د سلمپ ازمايښت دستګاه د پښو د فلزي ټوټو له پاسه ولاړه وي ، چې قطۍ په خپل ځاى کلکه نيولې وي. د ټپوونکى ميلې اوږدوالى (24in)انچه يا (600mm) ملي متره دى ، قطر يې (5/8in)انچه يا (16mm) ملي متره دى. د سلمپ قطۍ لمدېږى او د نمجن يا مرطوب نه جذبيدونکي سطحې له پاسه

ځای په ځای کېږي ، بیا دستګاه د پښو فلزي ټوټو په واسطه درول کېږي او دربو لایو کې له تازه کانکرېټو ډکه ډکېږي . د هرې لایې ضخامت نږدې د سلمپ قطعې د ټولې ارتفاع یا لوړوالي د (1/3) برخې په اندازه وي. د هرې لایه (25) ځلې د ټپوونکې میلې په واسطه ټپول کېږي. د ټپوونکې میلې ګوزارونه باید په یو شانته د لایې ټولې سطحې له پاسه دارنګه چې میله په لایه ننوتلې ښکاره نه شي . د پاسنۍ لایې لپاره تازه کانکرېټ باید مخکې د ټپولو څخه په قطعې کې ډېرې شي ، د ټپونې په پایله کې د تازه کانکرېټو ډېرې د قالب له پاسه ډېرېږي لا هم باید ټپوونه تر هغه جاري وساتل شي تر څو دا ډېرې له منځه لاړې شي . بیا وروسته دستګاه خوځول کېږي او په عمودي ډول قطعې د دوو دستګیرونو څخه په نیولو سره د Sec(2 ± 5) ثانیو په وخت کې پورته کېږي. قالب د سلمپ کېدونکو تازه کانکرېټو د مخروط تر څنګ اېښودل کېږي او ټپوونکې میله د په افقي ډول د قطعې او تازه کانکرېټو د مخروط له پاسه نیول کېږي او د هغې له مخې د سلمپ اندازه کېږي ،په قطعې کې د غځېدلې یا غوځ شوېو کانکرېټو د سلمپ پایله غلطه وي او هغې ته باید اعتبار ور نه کړل شي . په ټیپیک ډول سره که د سلمپ اندازه د (1in) انچه څخه تر (2in) انچو یا د (25mm) ملي متره څخه تر (50mm) ملي متره پورې وي ، نو د کانکرېټو کاري وړتیا د منلو وړ ده ، که د سلمپ اندازه د(3in) انچه څخه تر (4in) انچو یا د (75mm) څخه تر (100mm) ملي متره پورې وي، نو کانکرېټ منځنۍ کاري وړتیا لري ، که د سلمپ اندازه د د(5in) انچه څخه تر (6in) انچو یا د (125mm) څخه تر (150mm) ملي متره پورې وي ، نو د کانکرېټو کاري وړتیا ښه ده ، که د سلمپ اندازه د (7in) انچو څخه تر (8in) انچو یا د (175mm) ملي متر څخه تر(200mm) ملي متره پورې وي، نو د کانکرېټو کاري وړتیا ډېره ده او که د سلمپ اندازه د (8in)انچه یا (200mm) ملي متره څخه ډېره وي نو کانکرېټ بهېدونکې حالت اختیاروي، چې د متجانس مخلوط او ممکن د ځانګړي مخلوط طرحې او محاسبې د اړتیا لپاره ترې ګټه واخیستل شي [10 :15-13] .



15.2 - شکل: د سلمپ قطی [10 : 15] .



16.2 - شکل: د سلمپ د قطۍ په واسطه د ازمايښت کړنلاره [10 : 16] .

14.2- جدول: په کانکرېټو کې د (19-38 mm) ملي متر يا ($\frac{3}{4}$ - $1\frac{1}{2}$ in) انچو اعظمي قطر پورې ډکوونکو لپاره کاري وړتيا، سلمپ او تراکم ضريب [17 : 99].

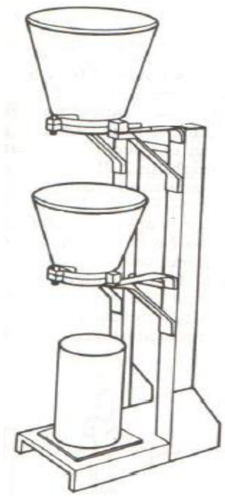
د کاري وړتيا درجه	سلمپ		د تراکم ضريب	دکوم ډول کانکرېټو کارول مناسب دي
	په (mm)	په (mm)		
ډېره ټيټه	0 – 25	0 - 1	0.78	د هغه سرکونو او لارو لپاره چې د قوي ماشينونو په واسطه متراکم شوی وي ، له دې بريده لوړ کاري وړتيا لرونکي مخلوطونه، په ځانګړو شرايطو کې کېدای شي چې کانکرېټ د لاسي ماشين په واسطه متراکم ولړزول شي.
ټيټه	25 -50	1 - 2	0.85	د هغه سرکونو او لارو لپاره چې د لاسي وسايلو په واسطه متراکم کېږي ، د لوړ کاري وړتيا په محدوديتونو سره دا ګروپ کولی شي چې د ډکوونکو ګردي يا غيرمنظمي داني وکاروي. د ډېر حجم لرونکو تهدابونو لپاره پرته له لړزې او د لږحجمه او سپنيز کانکرېټو لپاره لړزه په پام کې نيول کېږي.

منځنی	50 - 100	2 - 4	0.92	تر یوه بریده تیټه کاري وړتیا ګروپ د هوارو پوښښ تختو چې د لاس په واسطه متراکم شوی وي چې مات شوي ډ کوونکي په کې کارېږي ، همدارنګه معمولي او سپنیز کانکرېټ لپاره چې د لاس په واسطه متراکم شوی وی او د هغه مقطعو لپاره چې ډېر فولاد ولري لرزول کېږي.
لوړ	100 – 175	4 – 7	0.95	د هغه مقطعو لپاره چې په هغې کې په ډېر حجم فولادشتون ولري ، د لرزولو لپاره مناسب نه دي.

ب - د تراکم د ضریب یا فکتور ازمایښت (Compacting factor test) : سره له دې چې تر اوسه بشپړه اړین تراکم ته د لاسرسي ،چې په مستقیمه توګه د کانکرېټو د کاري وړتیا د اندازه کولو لپاره د منلو وړ طریقه وي ، نه ده پېژندل شوي ، خو د تراکم ضریب هغه طریقه ده چې د هغې له مخې د مخلوط د تراکم درجه ، په معکوس ډول د ستندردي کار په واسطه په لاس راوړل کېږي ، نو له دې امله د ازمایښت وړ طریقه ګڼل کېږي. د متراکمیت یا تراکم درجه ته د متراکمیت یا تراکم فکتور یا ضریب ویل کېږي ، چې د مخصوص وزن یا کثافت د نسبت په واسطه اندازه کېږي ، چې د ازمایښت په واسطه د لاسته راغلي واقعي مخصوص وزن یا کثافت او د هماغه کانکرېټو د بشپړه تراکم کالت کې د مخصوص وزن یا کثافت د نسبت په پایله ټاکل کېږي. پورتني ازمایښت چې د تراکم ضریب یا فکتور ازمایښت باندې مشهور دی ، د انګلستان د (BS 1881) ستندرد د (103:1993) برخې په واسطه پیشنهاد او بیا د امریکا د (ACI 211.3-75) ستندرد یا کود په واسطه خپور شو.

د تراکم ضریب پیداکولو طریقه کې هغه دستګاه کارېږي ، چې د دوو ناقصو مخروطونو او یوې استوانې څخه جوړه شوې ده او یو د بل له پاسه موقیعیت لري او دواړه مخروطونه په لاندینۍ برخه کې د روازې په پام کې نیول شوی دی چې په (2.17- شکل) کې

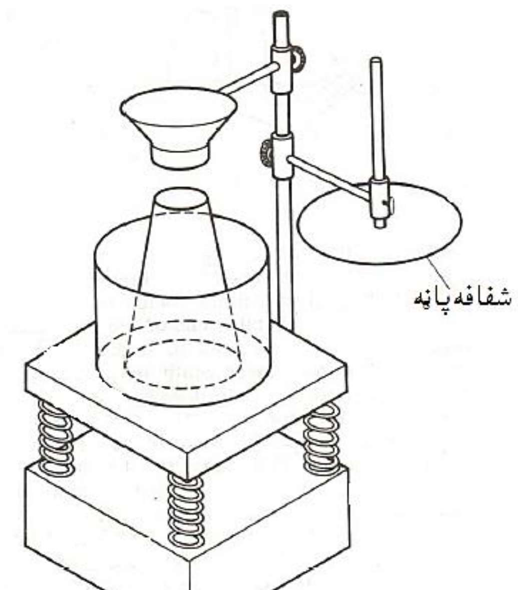
ښودل شوي دي او داخلي سطحې يې د اصطکاک د کمولو لپاره صيقل او ښوی شوي دي. په لومړي قدم کې پاسنی مخروط په ډېره ارامۍ سره د کانکرېټو څخه ډکېږي ، خو په دې مخروط کې د تراکم لپاره کار سرته نه رسيږي. بيا وروسته د مخروط لاندينۍ دروازه خلاصېږي او کانکرېټ دويم مخروط ته چې د لومړي مخروط څخه يو څه کوچنی دی ، تويېږي او اضافي کانکرېټ د مخروط د پاسني سرڅخه بيرون تويېږي او د ستندرد سره سم يوه اندازه کانکرېټ په هغه کې پاتې کېږي. بيا د دويم مخروط دروازه خلاصېږي او په استوانه يې لوښي کې کانکرېټ تويېږي او اضافي مساله د استوانې د پاسنۍ سطحې څخه ليري او سطحه پاکه او هوارېږي. د استوانې د حجم په لرلو سره د کانکرېټو مخصوص وزن محاسبه کېږي او د تراکم ضريب د دې مخصوص وزن او د کانکرېټو د بشپړه تراکم حالت کې مخصوص وزن د وېشلو په پايله کې په لاس راځي. په بشپړه تراکم حالت کې د کانکرېټو مخصوص وزن د کانکرېټو څخه د پاسنۍ استوانې د څلورو لايو په ټپولو او يا د هرې لايې په لړزولو سره ، په ډکولو پيدا کېږي. همدارنګه کولی شو چې د مخلوط د جوړونکو موادو مطلق حجم او په بشپړه تراکم حالت کې مخصوص وزن هم په لاس راوړو [17 : 191,192].



17.2- شکل: د تراکم ضريب دستګاه [17 : 192].

ج - د ویبی ازماینښت (Vebe test) : دا ازماینښت د لومړي ځل لپاره د یوه سویډني وی. باهرنر (V. Bahrner) له خوا وړاندیز او د انګلستان په (BS1881) سټنډرد او د امریکا په (ACI) کود او سټنډرد کې ځای په ځای شو. په (2.18- شکل) کې په دیاګرامتیکي ډول ښودل شوی دویبی دستګاه (Vebe apparatus) کې سټنډرد سلمپ قطعې په یوه استوانه یې لوښي کې چې قطر یې (240mm) ملي متره یا (9.5in) انچه او ارتفاع یې (200mm) ملي متره یا (8in) انچه ده ځای په ځای کېږي. د سلمپ سټنډردي قطعې د مخکنۍ طریقې په ډول د کانکرېټو څخه ډکېږي او د تراکم څخه وروسته سلمپ اندازه کېږي. بیا شفافه پاڼه چې وزن یې نژدې (2.75kg) کیلوګرامه یا (6 lb) پونډه دی د کانکرېټو له پاسه ځای په ځای کېږي. په همدې مهال دلړزونکي مېز په واسطه چې د دستګاه سره نښتی دی ، د (50Hz) هرتسه په فریکونسۍ لړزه ورکول کېږي. په دې حالت کې استوانه او له هغې څخه لاندې پاڼه د (±0.35 mm) ملي مترو په اندازه په عمدي لوري حرکت کوي.

بشپړه تراکم هغه مهال رامنځته کېږي ، کله چې شفافه پاڼه د کانکرېټو په واسطه بشپړه وپوښل شي او د کانکرېټو په سطحه ټوله تشه فضاء له منځه لاړه شي. دا حالت په سترګو مشخصېږي او په پایله کې ممکنه ده چې خطاء هم په کې شتون ولري. نو د دې خطاء د لږولو او منځه وړلو لپاره د مودې سره د پاڼې د حرکت د ثبتولو لپاره د اتوماتیک سیستم وکارول شي ، خو دا سیستم لاهم نه دی سټنډرد شوی.



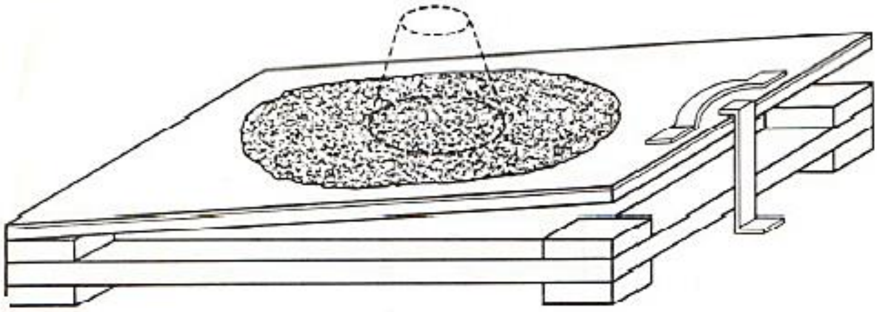
18.2- شکل: دویبی (Vebe) دستګاه [17 : 194].

په دې ازمایښت کې دارنګه فرضېږي چې د بشپړه تراکم لپاره اړینه انرژي په حقیقت کې د کانکرېټو د کاري ورتیا پورې تړلې وي او کولی شي چې د لازمې مودې د اندازه کولو لپاره دا کړنه بیان شي. د کانکرېټو د حجم بدلون اصلاح کېدنه ، مخکې له لړزې څخه د کانکرېټو د حجم بدلون (V_2) او وروسته د لړزې څخه د کانکرېټو د حجم بدلون (V_1) ، نسبت ($\frac{V_2}{V_1}$) د اندازه کولو د مودې او وخت د ضربېدنې له مخې حاصلېږي. د ویبی (Vebe) ازمایښت طریقه په ځانګړي توګه د وچ مخلوط لپاره یوه ښه ازمایښتي طریقه ده. په دې طریقه کې هغه خطاء چې د تراکم فکتور په ازمایښت کې د مخروطونو د جدار سره د نسبتأ وچو کانکرېټو له امله رامنځته کېږي ، په پام کې نه نیول کېږي. د دې طریقې بله ښېګڼه په دې کې ده چې د ازمایښت پر مهال د کانکرېټو د ځای په ځای کېدنې طریقه په بشپړه توګه د پرتلې وړ ده[16 : 120].

د - د بهېدنې مېز ازمایښت (Flow table test) : دا ازمایښت په اوسني وخت کې په ډېره پراخه کچه کارېږي ، په ځانګړي توګه د هغه کانکرېټو چې د سوپرپلاستیسیز (Superplasticizing) کیمیاوي ګډونکی په واسطه بهېدونکي شوي وي ،د ازمایښت لپاره ترې ډېره ګټه اخیستل کېږي. په لاندیني (2.19- شکل) کې ښودل شوی آله یا دستګاه د څلورو لرګښنو تختو چې د فلزي تختې په واسطه چې ټول وزن یې (16kg) کیلوګرامه یانژدې (35 lb) پونډه دی پوښل شوی، جوړه شوی ده. دا تخته په اوږد لوری د اساس د تختی سره نښتې ده او هره یوه تخته یې (700mm) ملي متره یا (27.6in) انچه ،د مربعه په ډول ده. پاسنۍ تخته کېدای شي چې خلاصه شی ، څکه چې خلاصي څنډې یې (40mm) ملي متره یا (1.6in) انچه لوړې دي. د تختې په منځ کې د مخروط د ځای په ځای کېدنې لپاره ، د اندازه کولو په خاطر ځانګړي نخښې شته.

د مېز پاسنۍ تخته لمده یا مرطوبه کېږي او د کانکرېټو څخه ډک ناقص مخروط چې ارتفاع یې (200mm) ملي متره یا (8in) انچه ، دلاندینۍ قاعدې قطر یې (200mm) ملي

متره يا (8in) انچه او د پاسنۍ قاعدي قطر يې (130mm) ملي متره يا نږدې (5in) انچه دی، پرې ايښودل کېږي او د سټنډردي لرګينې ميلې په واسطه په ارامۍ سره متراکم کېږي. مېز او د قالب د پاسنۍ او ګرد چاپېره له پاکولو څخه ورسته قالب د (30sec) ثانيو په موده کې په ډېره ارامۍ سره اوچتېږي. هغه مهال د مېز د مخ تخته (15) ځلې اوچتېږي او د مېز پر مخ غورځېږي ، هر ځل اوچتېدنه بايد (4sec) ثاني کې وخت ونيسي. د دې کړنې په پايله کې کانکرېټ د تختې پر مخ خپرېږي او د تختې دواړو موازي څنډو ته د خپرېدنې اعظمي اندازه د متر په واسطه اخلو ،د دواړو اندازو منځنۍ قيمت د ملی متر تقريب سره د کانکرېټو بهېدنه څرګندوي. د کانکرېټو د بهېدنې د (400mm) په اندازه منځنۍ او د (500mm) په اندازه اعظمي کاري وړتيا ښيي . په دې ازمايښت کې بايد چې کانکرېټ متجانس او نښلېدونکی وي او له دې څخه پرته د پام وړ مخلوط لپاره دا ازمايښت مناسب ازمايښت نه دی[16 : 103].



19.2- شکل: د بهېدنې مېز ازمايښت دستګاه [16 : 103].

هـ - د توپ د تېرېدنې (نفوذ) ازمايښت (Ball penetration test) : دا ډېر ساده ساحوي ازمايښت دی ، چې بنسټ يې د نيم کوره يې فلزي توپ چې قطر يې (152mm) ملي متره يا (6 in) انچه او وزن يې (14kg) کيلوګرامه يا (30 lb) پونډه دی او په کانکرېټو کې د خپل وزن له امله ننوزي ، جوړوي. دا ازمايښت په لومړی ځل د کيلي (Kelly) په واسطه وړاندې شو ، نوله همدې امله د کيلي توپ (Kelly ball) په نوم يادېږي ، چې په لاندينې (20.2- شکل) کې ښودل شوی دی.

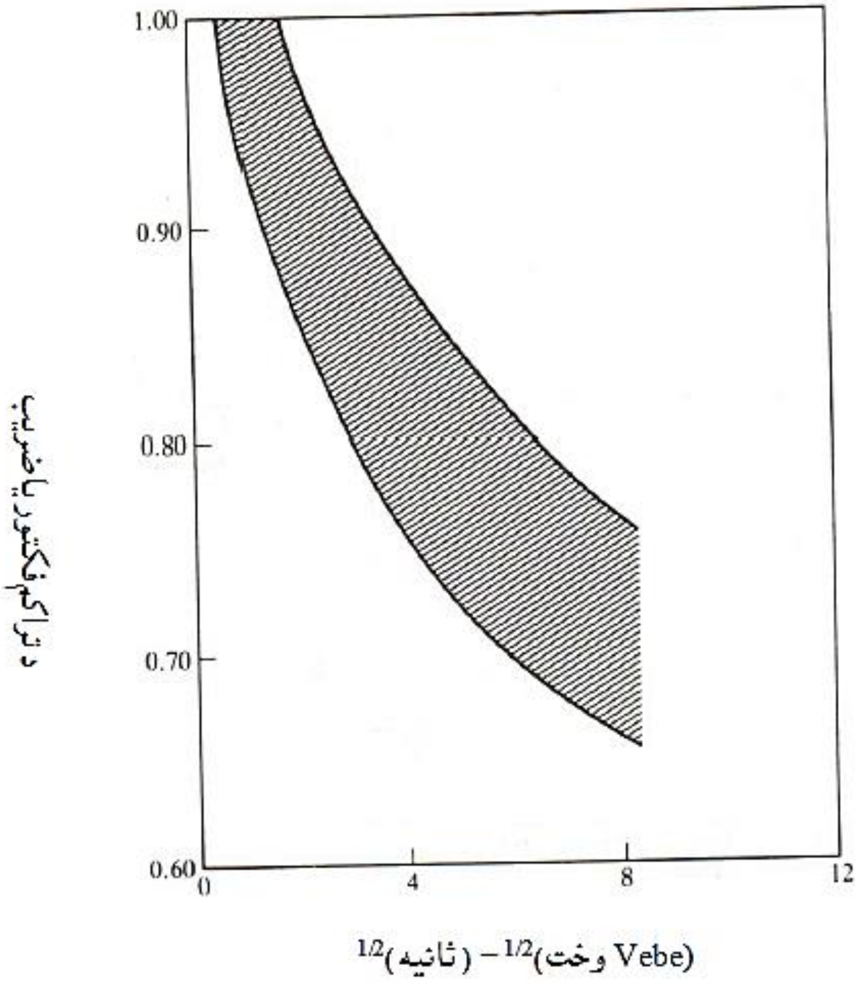
2.20- شکل: کیلي توپ (Kelly Ball)[16 : 104].

دا ازمـایښت څخه لکـه د سلمپ د ازمایښت په شانته د ساختمان د جوړېدنې په ځای کې د کانکـریټـو د کاري وړتیـا د څـرګندولو لپاره سرته رسیږي . دا ازمایښت په (ASTM C 360-92) ستندرد کې توصیه شوی دی او په انګلستان کې هم د دې ستندرد د لارښوونې له مخې سرته رسیږي. د کیلي توپ ازمایښت د ډېرو ښېګڼو په لرلو سره کېدای شي چې د سلمپ په ځای وکارېږي ، دا ځکه چې دا ازمایښت ډېر ساده او په چټکۍ سره سرته رسیږي او بله دا چې کېدای شي ، دکانکریټو د لېږدونې حالت په لاسي کراچیو او د قالب پر سر هم سرته ورسیږي[16 : 103,104].

و - د ازمایښتونو پرتلنه (Comparison of tests) : دا باید وویل شي چې په پیل کې د بېلابېلو کاري وړتیاود ازمایښتونود پایلو تر منځ د اړکل په خلاف نه شو کولی چې یو شانته والی پیدا کړو او دا په دې دلیل چې هر یو ازمایښت د کانکریټو خواص د بېلابېلو شرایطو لاندې اندازه کېږي.

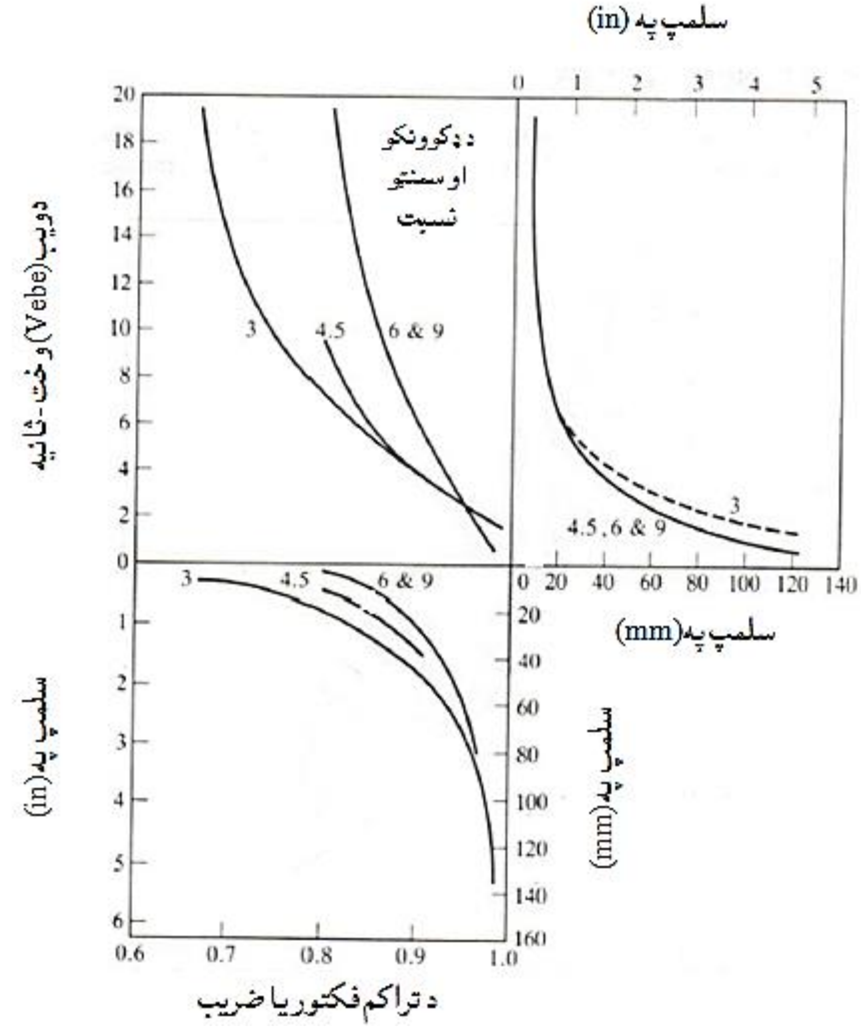
د تراکم فکتور هغه ازمایښت دی چې د کاري وړتیا سره معکوسه اړیکه لري او حال دا چې د ویبی (Vebe) ازمایښت په کاري وړتیا پورې مستقیماً تابع دی. د ویبی (Vebe) ازمایښت د کانکریټو خواص د لړزې لاندې اندازه کوي ، خو د تراکم فکتور د هغې په پرتله د ازادې غورځېدنې یا بې له لړزې څخه شرایطو کې اندازه کېږي. لاندېنې (2.21- شکل) د ویبی (Vebe) ازمایښت او تراکم فکتور ازمایښت تر منځ اړیکې ښیې . خو دا اړیکې یوازې د مخلوط لپاره تیارې شوې دي ، دې اړیکې ته باید اهمیت ورنه کړل شي ، دا ځکه چې ډېرې فکتورونه لکه د ډکوونکو د شکل او اوبدنې (بافت) چې په هغې کې بند شوي وي او د

مخلوط خواص اغېزه لري. د ځانګړو مخلوطونو لپاره د تراکم او سلمپ ترمنځ هم مشخص شوی دی ، خو دا اړيکې هم د مخلوط د خواصو تابع دی.



21.2- شکل: د ويبې (Vebe) وخت او تراکم ضريب يا فکتور ترمنځ اړيکې **[105:16]**.

په لاندیني (22.2- شکل) کې د تراکم فکتور ، ویبی (Vebe) موديو او سلمپ تر منځ اړیکه ښودل شوې ده.



22.2- شکل: د بېلابېل ډکوونکو او سمنټو نسبتونو د مخلوطونو لپاره د کاري وړتيا د ازمايښتونو عمومي بېلګه [16 : 106].

لکه څرنګه چې مخکې ترې يادونه وشوه چې د کاري وړتيا د لاسته راوړنې لپاره نهايې ازمايښت نه دی توصيه شوی. نو د دې دليل له مخې تر اوسه پورې د مخلوط د عيني او ظاهري کاري وړتيا د ارزونې لپاره د سپنې او ګل مالې کاريږي. خو په دې کار کې تجربه ډېره مهمه ده او د عيني کتنې له مخې مخلوط په ډېره چټکۍ او اسانۍ سره ارزول کېږي.

ز - د کانکرېټو کثافت (Density of fresh concrete) : د کانکرېټو د کاري وړتيا په اندازه کولو يا پيداکولو کې دا اړينه ده چې په مخلوط کې د ها د اندازې د مالومولو سره پر يوه مهال دمتراکم شويو تازه کانکرېټو کثافت ټاکل کېږي. کثافت په ډېره اسانۍ سره دمتراکم شويو تازه کانکرېټو د وزن کېدنې له مخې چې په يوه ستېندردي لوښي کې چې وزن او حجم يې مشخص وي ، پيدا کېږي. د (ASTM C 132-92) ستېندرد کې د ازمايښت دا طريقه تشريح او توضيح شوې ده. که چېرې د کانکرېټو کثافت (ρ) مالوم وي ، نو د کانکرېټو حجم کولی شو د هغه د ترکيبي موادو د وزن يا کتلې له مخې پيدا کړو. د کانکرېټو هرې پيمانې لپاره لاسته راوړنه کولی شو د يوې پيمانې د اندازو او مقدارونو له مخې د کانکرېټو د مخلوط څخه پيدا کړو.

که د مخلوط په يوه پيمانه کې د اوبو ، سمنټو ، کوچنيو ډکوونکو او لويو ډکوونکو وزنونه په ترتيب سره په (W) ، (C) ، (A_f) او (A_c) وښودل شي ، نو د يوې پيمانې له مخې د متراکم شويو تازه کانکرېټو حجم د لاندينې فورمول په واسطه پيدا کېږي[16 : 107]:

$$V = \frac{C + A_f + A_c + W}{\rho} \quad \ldots\ldots (13.2)$$

همدارنګه د سمنټو ترکيب (د کانکرېټو په واحد حجم کې د سمنټو وزن) د لاندينې فورمول په واسطه بيدا کولی شو[16 : 107]:

$$\frac{C}{V} = \rho - \frac{A_f + A_c + W}{V} \quad \ldots\ldots (14.2)$$

2- د کانکرېټو فشاري مقاومت (Compression Strength of Concrete)

د کانکرېټو فشاري مقاومت تر اوسه هم دډېرو مهمو خواصو څخه شمېرل کېږي ، سره له دې چې په عمل کې په ډېرو نورو حالتونو کې د کانکرېټو نورو خواص لکه پایښت ، نفوذ منناو حجمي پایښت ډېر اهمیت لري. خو د کانکرېټو فشاري مقاومت د کانکرېټو د کیفیت عمومي شیما څرګندوي ، چې د سمنټو د خمیرې د جوړښت سره مستقیمه اړیکه لري .[102,109 : 16]

الف- د سټندرد کانکرېټو فشاري نمونې

(Standard Concrete Compression Samples)

د مخکنیو بحثونو څخه جوته شوه ،چې د کانکرېټو په کششي مقاومت او فشاري مقاومت کې د درزونو او تشو (خالیګاوو) اغېزه په نسبتي توګه سره ډېرلږتوپیر لري ، لکه څنګه چې فشاري مقاومت د سختو شویو کانکرېټو د سټندرد کیفیت د کنټرول د کړنلارې په ډول کارېږي ، چې د (ASTM C 39) سټندرد په واسطه په تفصیل سره تشریح شوی دی. د کانکرېټو فشاري مقاومت ممکن د استوانه یې یا مکعبي نمونو پر بنسټ محاسبه شي[10 : 15]..

د (ASTM) سټندرد د کانکریټو فشاري مقاومت ازمایښت د هغه استوانه ئی نمونو له مخې ، چې قطر یې (6in)انچه یا (150 mm) ملي متره او ارتفاع یې (12in)انچه یا 300 (mm) ملي متره وي ، مشخصېږي. د دې لپاره داسې استوانوي پلاستیکي قالب چې د ننه اندازه یې د نمونې د کچې سره یو شانته وي تیارېږي. د تازه کانکرېټو مخلوط په استوانوي قالب کې په درېیو لایو کې چې هره لایه یې (4in)انچه یا (100mm) ملي متره ضخامت لري، اچول کېږي او هره لایه یې د (24in)انچه یا (600mm) ملي متره اوږدې میلی په واسطه چې قطر یې (5/8in)انچه یا (16 mm) ملي متره دی ، د بنه کلکوالی تر لاسته راوړنې پورې وهل کېږي. دارنګه کلکوالی ډېر مهم دی ، چې د هغې له امله د کانکرېټو د دننني هوا تشې

(خالیګاوې) کمېږي. په دېر مقدار سره د دننۍ هوا ویستنه د مقاومت د کمېدنې لامل کېږي ، چې په اړه یې مخکې په تفصیل سره بحث وشو [29:5] .

د یادولو وړ ده چې د کانکرېټو نمونې باید د هر ټایم کانکرېټو جوړېدنې څخه لږ تر لږه یو نمونه واخیستل شي ، خو د کانکرېټو د جوړېدنې ټایم باید په هیڅ وجه د ($50\ yd^3$) یارد مکعب یا ($32.2\ m^3$) متر مکعب څخه دېر نه شي [425 : 8] .

تازه کانکرېټ په پلاستیکي استوانوي قالب کې د (24hours) ساعتونو لپاره د سطحې لمدبل د تبخیر او د وختني انقباض د درزونو (پلاستیکي درزونو) د مخنیوي لپاره ساتل کېږي. پلاستیکي استوانوي قالب د کانکرېټو د بشپړه مقاومت د حاصلولو (په ټیپیک ډول سره د 24 ساعتونو) څخه وروسته لیري کېږي. د کانکرېټو سټندرد اوبو پاشل د (28) ورځو لپاره په (100%) سلنه لمدبل او (77°F) درجې فارنهایټ یا (25°C) درجې سانتی ګرید تودوخه کې ساتل شوي وي ،چې د سمنټو د هایدریشن لپاره غوره شرایط دي، سرته رسیږي . د اوبو پاشلو شرایط او د هغې موده د پروژې د انجنیر د هدایت او لارښوونې او د پروژې په شرایطو پورې اړه لري. د دې لپاره چې د کانکرېټو فشاري مقاومت منځنۍ پایله په احصائیوي توګه په لاس راوړو ، د (ASTM) سټنډرد د مقررې له مخې د کانکرېټو درې سټندردي فشاري نمونې د هرې مخلوط شوې پیمانې له مخې جوړو [10 : 15].

همدارنګه د کانکرېټو فشاري مقاومت د مکعبي نمونې په واسطه چې ابعاد یې (150mm) ملي متره وي ، چې کټ مټ د استوانه یې نمونې په ډول د تازه کانکرېټو څخه ډکېږي او بیا په هماغسې شرایطو کې د (28) ورځو لپاره ساتل کېږي او به پایله کې یې فشاري مقاومت د ازمایښت په واسطه څرګندېږي. په پورتنیو ابعادو د استوانه یې نمونې څخه په لاس راغلی فشاري مقاومت ، د مکعبي نمونې دیادو شویو ابعادو څخه په لاس راغلي فشاري مقاومت د (80%) سلنې په اندازه وي ($f'_c \approx 0.80\ f'_{cu}$) دلته ($f'_c$) د استوانه یې نمونې څخه په لاس راغلی فشاري مقاومت دی او (f'_{cu}) د مکعبي نمونې څخه په لاس راغلی فشاري مقاومت دی. خو که د مکعبي نمونې ابعاد (200 mm) وي نو یې فشاري مقاومت د استوانه یې نمونې د فشاري مقاومت د (83%) سلنې ($f'_c \approx 0.83\ f'_{cu}$) په اندازه

وي . خو سره له دې د سپکو کانکرېټو لپاره د مکعبي او استوانه يې نمونو څخه حاصل شوو فشاري مقاومتونو اندازې تقريباً يو شانته وي [7 : 28].

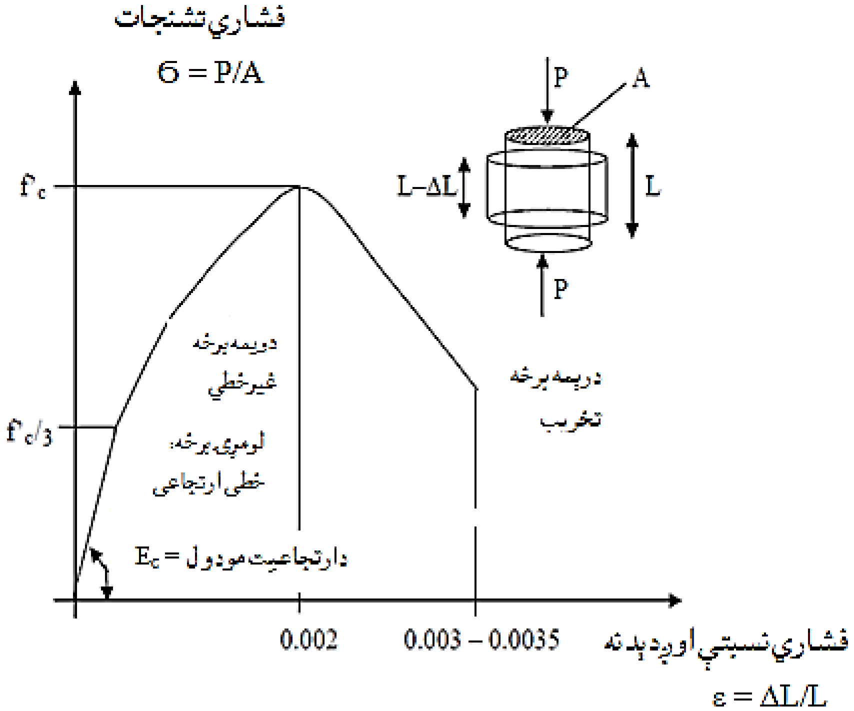
د کانکرېټو په ترکيبي اجزاوو کې د احصائيوي بدلون او اوښتون له امله د ترکيبي اجزاوو د تناسب ، مخلوطېدنې ، او اوبو پاشلو له مخې دوه ډوله فشاري مقاومت پېژندل کېږي. د اړتيا او غوښتنې له مخې فشاري مقاومت (f'_{rq}) او محاسبوي فشاري مقاومت (f'_c). د اړتيا او غوښتنې له مخې فشاري مقاومت (f'_{rq}) د موادو د انجنير په واسطه کارېږي . د اړتيا او غوښتنې له مخې فشاري مقاومت (f'_{rq}) د انتخاب شويو ترکيبي اجزاوو او موادو د مخلوط تناسب ، مخلوطېدنې او اوبو پاشلو د طريقې د انتخاب په واسطه په لاس راځي . د اړتيا او غوښتنې له مخې فشاري مقاومت (f'_{rq}) د کانکرېټو د درېيو سلنډري تيارو شويو ستندرد نمونو د ازمايښت د پايلو منځنی فشاري مقاومت دی. د کانکرېټو او محاسبوي فشاري مقاومت (f'_c) د ساختمانونو د عناصرو او ټول ساختمان د محاسبې لپاره کارېږي. محاسبوي فشاري مقاومت (f'_c) په ټيپيک ډول ، د غوښتنې له مخې د فشاري مقاومت (f'_{rq}) په پرتله په عمومي ډول (10%) سلنه لږ وي ، چې په نسبتي توګه د احصائيوي محاسبې ، د ترکيبي اجزاوو د مخلوطېدنې ، د مخلوطېدنې تناسب ، همدارنګه د ساختمان او د اوبو پاشلو د طريقې له مخې محاسبه کېږي. د دې درسي کتاب په راتلونکو برخو کې د کانکرېټو محاسبوي فشار ته ډېره مراجعه کېږي او ټولې محاسبې د محاسبوي فشاري مقاومت (f'_c) له مخې سرته رسيږي[10 : 16].

ب - د کانکرېټو د فشاري تشنجاتو - نسبتي اوږدوالی خواص

(Compression Stress – Strain Behavior of Concrete)

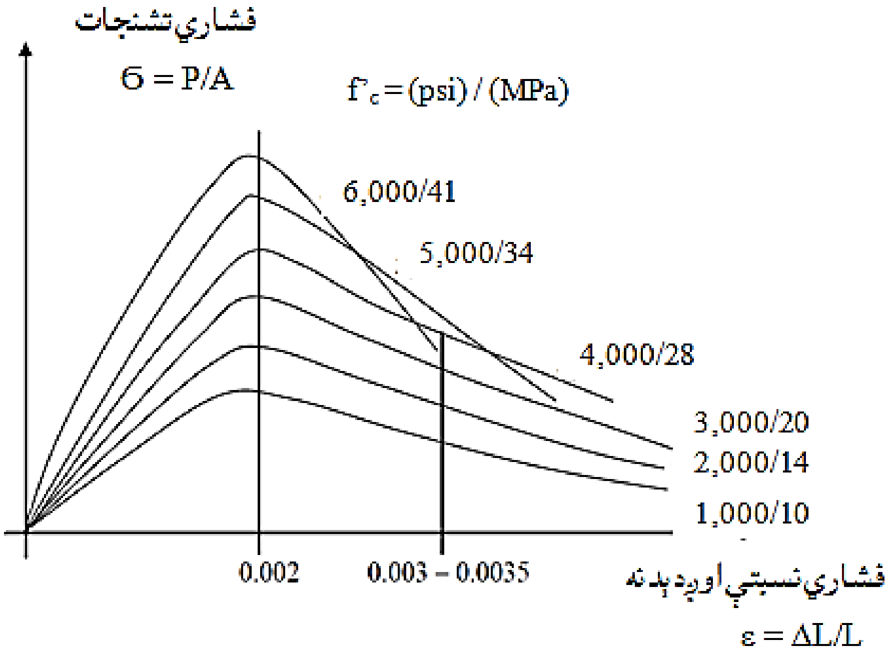
فرض کوو چې د کانکرېټو د مخلوط طرحه او محاسبه بريالۍ ده ، چې د کانکرېټو نهايي فشاري مقاومت د محاسبوي فشاري مقاومت سره يو شانته دی. د دې درسي کتاب د راتلونکو برخو په ډول (f'_c) نهايي فشاري مقاومت د کارېدنې لپاره غوره او ټاکل شوي دي. دا اړينه ده چې درک شي ،چې د کانکرېټو (Compression Stress – Strain) فشاري تشنجاتو - نسبتي اوږدوالی خواص د هغې د جوړښت لپاره په کارېږي[19 : 19].

(2.23 - **شکل**) تر فشاري تشنجاتو لاندې د کانکرېټو د خواصو ځانګړتیاوې ښيي .
لومړنۍ لیکه (Initial Linear) ، چې په لومړي حالت کې تشنجات د ($f'_c/3$) په اندازه شي،
نو ارتجاعي مرحلې ته د رسېدلو حالت ښيي . د هغې په تعقیب مرحلې د لیکې په څېر نه ده،
چې د فشاري تشنجاتو تر ځوکې پورې ، چې د(f'_c) په اندازه ده او په هغې کې نسبتي
اوږدېدنه (Strain) نژدې (0.002) ته رسیږي. د ویجاړېدنې مرحله (Failure Stage) کې د
کانکرېټو اصغري ماتېدنه په کې هم ور شامليږي اونسبتي اوږدېدنه (Strain) نژدې
(0.003) او (0.0035) تر منځ وي.



23.2 - شکل: د کانکرېټو د تشنجاتو - د نسبتي اوږدېدنې (Stress-Strain) خواص**[17:10]**.

(24.2 - شکل) کې د کانکرېټو فشاري تشنجاتو - نسبتي اوږدېدنې خواصو بدلون ، د کانکرېټو د نهایي فشاري مقاومت (f'_c) د بدلون له امله ښودل شوي دي. دا جوته ده چې د کانکرېټو د ټولو ډولونو د نهایي تشنجاتو یا مقاومت لپاره نسبتي اوږدېدنه یا شکل بدلون نژدې (0.002) دی . سربېره پر دې ،لوړ مقاومت لرونکي کانکرېټ نه د عادي کانکرېټو په پرتله ډېر ماتېدونکي دي. په لوړ مقاومت لرونکو کانکرېټو کې د ویجاړېدنې مرحله (Failure Stage) د عادي کانکرېټو په پرتله یو څه اندازه په ناڅاپي توګه او نوره په تدریجي توګه رامنځته کېږي ، نو ځکه د لوړ مقاومت لرونکو کانکرېټو لپاره په ټیپیک ډول سره لوړ محافظوي ضریب په پام کې نیول کېږي [17,18: 10] .



(a)- د بارونو لاندې د کانکرېټو د تشنجاتو - د نسبتي اوږدېدنې منحني [10 : 18].

(b)- د لنډې مودې بارونو لاندې د کانکرېټو د تشنجاتو - د نسبتي اوږدېدنې منحني

24.2 - شکل: د کانکرېټو د تشنجاتو - د نسبتي اوږدېدنې خواص [40:7] .

7.2- د کانکرېټو د ارتجاعیت ستاتیکی مودول

(Concrete Static Modulus of Elasticity)

سره له دې چې کانکرېټ ارتجاعي ماده نه ده ، خو په عمومی توګه ، کله چې د فشار لاندې تشنجات د ($f'_c/3$) څخه ښکته یا ټیټ وي ، نو کانکرېټ په ارتجاعی حالت کې په پام کې نیول کېږي . د کانکرېټو فشاري خواص په همدې نیمه ارتجاعي ساحه کې ، د ارتجاعیت ستاتیکی مودول په تجربوي ډول اندازه یا پیدا کېږي. په ټیپیک ډول سره د لاندېنیو تجربوي معادلو په واسطه د کانکرېټو د فشاري مقاومت (f'_c) پر بنسټ کولی شو چې د ارتجاعیت مودول په لاس راوړو . د معمولي کانکرېټو لپاره چې که حجمي وزن (W_c) یې د (1,500 kg/cm^2) کیلوګرام پر سانتي متر مربعه څخه تر د (2,500 kg/m^3) کیلوګرام پر سانتي متر مربعه پورې وي ، نو د (15.2) معادلې په واسطه پیدا کېږي [44,45: 6] .

د معمولي کانکرېټو حجمي وزن د (2,300 $kg/\ m^3$) کیلوګرام پر سانتي متر مربعه وي د (2.16)معادلې په واسطه پیدا کېږي.

$$E_c = 0.043(W_c)^{1.5}\sqrt{f'_c}\ (kg/cm^2) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (15.2)$$

$$E_c = 4{,}700\sqrt{f'_c}\ \ (kg/cm^2) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (16.2)$$

که چېرته د کانکرېټو حجمي وزن په امريکايي سيستم (pcf) پونډ پر فوټ مکعب وي ، نو دارتجاعيت مودول يې د (15'.2) او (16'.2) معادلو په واسطه پيدا کېږي.

$$E_c = 57{,}000\sqrt{f'_c}\ \ (psi) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (15'.2)$$

$$E_c = (W_c)^{1.5} \times 33 \times \sqrt{f'_c}\ (psi) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (16'.2)$$

دلته:

E_c - په فشار کې د کانکرېټو د ارتجاعيت ستاتيکي مودول دی.

$f'c$- د کانکرېټو فشاري مقاومت دی په (kg/cm^2) او (psi).

W_c - د کانکرېټو حجمي وزن دی په (lb/ft^3)يا ($kg/\ m^3$).

دا بايد په ياد ولرو چې د('2.15) او ('2.16) معادلې په هغه حالت کې صحيح دي ، چې يوازې د امريکايي واحداتو څخه ګټه اخيستل شوې وي ، د(2.15) معادله ډېره مشهوره معادله ده. د کانکرېټو د ازتجاعيت مودول معمولاً د (ASTM C 469) ستندرد له مخې په تجربوي ډول پيدا کېږي [10 : 19].

همدارنګه د هغو ساختمانونو لپاره چې د زلزلې او يا د ضربه يې بارونو د اغېزې لاندې واقع کېږي ، دهغې لپاره د کانکرېټو ډيناميکي ارتجاعيت مودول په پام کې نيول کېږي. دا مودول ديو ډېر کوچني شکل بدلون يا نسبتي اوږدېدنې پورې اړه لري چې په تقريبي ډول د لومړني ستاتيکي ارتجاعيت مودول(هغه مماسي شيبي ليکه چې تشنجاتو-نسبي اوږدېدنې ياد شکل بدلون د منحني په مبداء کې ترسيمېږي) پورې اړه لري. د کانکرېټو ډيناميکي ارتجاعيت مودول د ټيټ ، منځنې او لوی مقاومت لرونکو کانکرېټو لپاره د کانکرېټود ستاتيکي ارتجاعيت مودول څخه په ترتيب سره د (20%) سلنې، د (20%) سلنې او د (20%) سلنې په اندازه ډېر په پام کې نيول کېږي.

د کانکرېټو د کږېدنې ارتجاعیت موډول د کانکرېټې مقطعې د سختۍ پر بنسټ ټاکل کېږي او کولی شو د یو ساده اتکاء لرونکي ګاډر د بارېدنې په منځنۍ برخه کې د ازمایښت له مخې د لاندینۍ معادلې په واسطه پیدا کړو [7 : 46]:

$$E = \frac{PL^3}{48Iy} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(17.2)}$$

په پورتنۍ فورمول کې:

L- د ګاډر اوږدوالی دی.

P- د ګاډر په منځنۍ برخه کې متمرکز بار دی.

I- د ګاډر د مقطعې د انرشیا مومنټ دی.

y- د ګاډر د وایې د منځنۍ برخې اوږدوالی دی.

8.2 - د کانکرېټو د پواسون ضریب یا نسبت (Poisson's Ratio): کله چې د کانکرېټو یوه استوانه یې نمونه د فشار لاندې واقع شي ، د نمونې د اوږدوالي د لنډېدنې او د محوري فشاري شکل بدلون د راپیدا کېدنې سره پر یوه مهال د نمونې د اړخونو پر لوري حجم ډېرېږي. نو د اړخونو د شکل بدلون او د محوري فشاري شکل بدلون نسبت د پواسون ضریب یا نسبت په نوم یادېږي ، دا ضریب د لوړ مقاومت لرونکو کانکرېټو لپاره د (0.11) تر بریده او د ټیټ مقاومت لرونکو کانکرېټو لپاره د (0.21) تر بریده وي ، خو د کانکرېټو لپاره د منځني او مناسب پواسونو ضریب له (0.15) څخه تر (0.17) پورې په پام کې نیول کېږي.

9.2- د کانکرېټو کششي مقاومت (Tensile Strength of Concrete)

د کانکرېټو کششي مقاومت پیدا کول ډېر ستونزمن دي ، دا ځکه چې د کانکرېټو کششي مقاومت د فشاري مقاومت په پرتله په نسبتي توګه ډېر کوچنی قیمت لري. برسېره پر دې ،په کانکرېټو کې د مایکرو درزونو د شتون له امله د ځایي تشنجاتو د حساسیت په پایله کې چې د ځاني کلکوالی لامل کېږي ، د کانکرېټو د نمونود ویجاړېدنې په عمومي توګه د همدې ځانې کلکوالی له امله پېښېږي. د (ASTM) ستندرد په واسطه د کانکرېټو کششي مقاومت په درېیو طریقو پیداکېږي ، چې د هغې د جوړښت په کار اچولو

پورې اړه لري. ددې طريقو په واسطه کولی شو مستقيم کششي مقاومت (Direct Tensile Strength) ، چوونکې کششي مقاومت (Splitting Tensile Strength) او د کږېدنې يا انحنايې مقاومت (Flexural Strength) يا (Modulus of Rupture) د شلېدنې يا ويجاړېدنې مودول پيدا کړو. د دې هر ډول ازمايښتونو طريقې په لاندې ډول په لنډه توګه توضيح او تشريح کېږي.

1- د کانکرېټو مستقيم کششي مقاومت (ASTM C 192)

The Direct Tensile Strength of Concrete (ASTM 192)

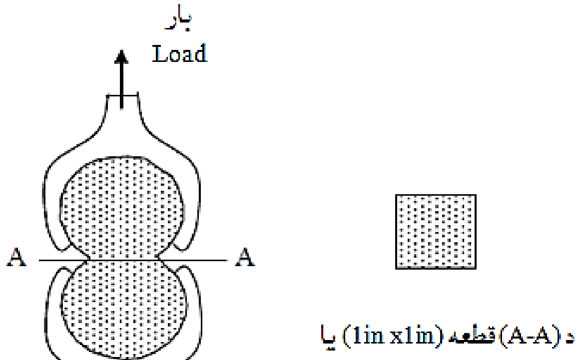
د کانکرېټو په خښته ډوله نمونه کې د مستقيمې کششي قوې چې عرضاني بحرانې مقطعه د (1in x 1in) يا (25 mm x 25 mm) په اندازه ، لکه چې په (2.25 - شکل) کې ښودل شوې ده ، د عمل کولو له اغېزې پيدا کېږي. کوچنۍ اندازه لرونکې نمونه ، په (2.25 - شکل) کې نمونې له امله ، مستقيم کششي مقاومت په عمومي ډول په مسالې (بې له غټو ډکوونکو کانکرېټ) يا د سمنټو خميره بې له ډکوونکو څخه پلې کېږي. په تجربوي ډول سره د کششي مقاومت د پيداکولو لپاره نهايي بار د نمونې په واسطه متحمل کېږي. نهايي اعظمي بار (P_{max}) د نمونې په بحراني عرضي مقطعه وېشل کېږي. د (2.18) معادله يوه تجربوي معادله ده چې په (MPa) سره او (2.18’) معادله په (psi) سره په ټيپيک ډول د مستقيم کششي مقاومت د پيداکولو لپاره ترې استفاده کېږي. مستقيم کششي مقاومت د کانکرېټو ، مسالې يا د سمنټو خميرې ، د فشاري مقاومت پر بنسټ په لاندې ډول پيدا کېږ ي:

$$f_c = 0.465\sqrt{f'_C}\ , (MPa)\ldots\ldots\ldots\ldots(18.2)$$

$$f_c = 5.6\sqrt{f'_C}\ , (psi)\ldots\ldots\ldots\ldots(18'.2)$$

دلته:

f_c - د کانکرېټو ، مسالې يا د سمنټو خميرې مستقيم کششي مقاومت دی.



25.2 - شکل: د مستقیم کششي مقاومت د ازمایښت طریقه[10 : 19].

2 - د کانکریټو د چاودېدنې کششي مقاومت (ASTM C 496)

(The Splitting Tensile Strength of Concrete)

دا طریقه په استوانوي کانکرېټي نمونې چې په افقي ډول پرته وي او د دوو متقابلو لورو د بار لاندې واقع شي ، لکه د (2.26 - شکل) په شانته سرته رسیږي. د دې ازمایښت لپاره استوانوي نمونه (4in x 8in) یا (100 mm x 200 mm) ابعاد ولري ، کارېږي. د نمونې په بحراني مقطعې کې د تشنجاتو عمل چې په(2.26 - شکل) کې ښودل شوي دي. د نمونې د مقطعې له پاسه او لاندې فشاري تشنجات ، د نمونې د مقطعې په منځنۍ برخه کې د کششي تشنجاتو په پرتله ډېر ښکاري. سره له دې چې نمونه په کشش کې له کاره لوېږي ، ځکه چې کانکرېټ په کشش کې کمزوری او په فشار کې ځواکمن او قوي دي. د (19.2) معادلې په واسطه کولې شو د کانکرېټو چاودېدونکې کششي مقاومت محاسبه کړو.

$$f_{ct} = 2P_{max}/\pi DL \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(19.2)$$

دلته:

f_{ct} - په چاودېدنه کې د کانکرېټو کششي مقاومت دی.

P_{max} - د نمونې له پاسه عامل اعظمي بار دی.

D - د نمونې قطر دی.

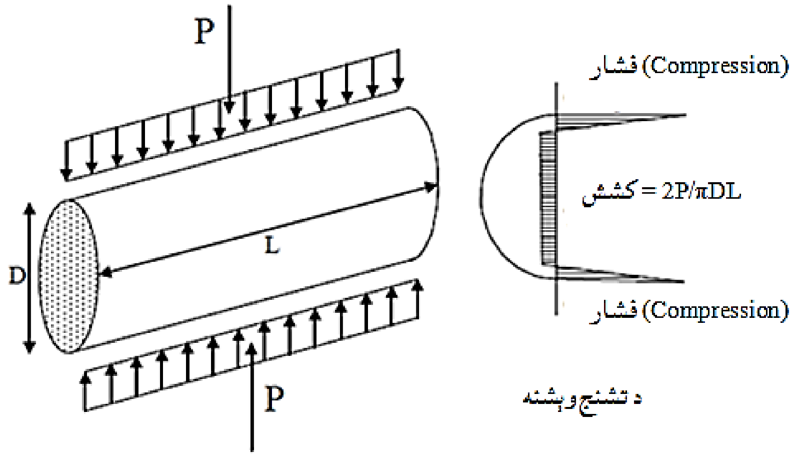
L - د نمونې اوږدوالی دی.

د (20.2) معادله یوه تجربوي معادله ده ، چې (دامریکایي واحدونو لپاره په کارېږي) په ټیپیک ډول سره د فشاري مقاومت پر بنسټ د کانکرېټو چاودېدنه کې کششي مقاومت قیمت د پیدا کولو لپاره ترې ګټه اخیستل کېږي.

$$f_{ct} = 0.473\sqrt{f'_C}\text{ , (MPa)}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(20.2)$$

$$f_{ct} = 5.7\sqrt{f'_C}\text{ , (psi)}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(20'.2)$$

په عمومی ډول سره په چاودېدنه کې د کانکرېټو کششي مقاومت د کانکرېټو د جوړښت په کارولو کې حقیقت ته نژدې کششي مقاومت دی[10 : 19,20].



26.2 - شکل: په چاودېدنه کې د کششي مقاومت د ازمایښت طریقه ده[10 : 20].

10.2- په کږېدنه (انحناء) کې د کانکرېټو کششي مقاومت (ASTM C 78)

The Bending Tensile (Flexure) Strength of Concrete

د کانکرېټو دا ډول مقاومت د کانکرېټي ګاډر په انحناء کې د څلورو نقطو څخه (1/3 نقطه) کې د بار د عمل لاندې پیدا کېږي [8 : 63].

په کږېدنه انحناء کې د دې ازمایښت لپاره د ګاډر نمونه (12in) انچه یا (300 mm) ملي متره وایه او خیالي ابعاد یې (4in x 4in x14in) انچه یا (100mmx100mmx350mm) ملي متره پورې وي ، چې په (2.27 - شکل) کې ښودل شوي دی. د (P) بار اعظمي قیمت هغه دی چې د هغې له اغېزې کانکرېټي نمونه په لاندینۍ برخه کې درز پیدا کېږي ،یا هغه برخه چې هلته ډېر کششي تشنجات رامنځته کېږي. د جامداتو میخانیک پر بنسټ هغه

اعظمي انحنايي تشنجات (کششي يا فشاري) چې په نمونه کې رامنځته کېږي ، کولی شو د (21.2) معادلې په واسطه پيدا کړو :

$$f_r = M_{max}/S = M_{max}/(bh^2/6) = P_{max} . L/(bh^2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots.(21.2)$$

دلته:

f_r - په انحناء کې د کانکرېټو مقاومت يا په شلېدنه کې د کانکرېټو مودول دی.

M_{max} - د نمونې په واسطه متحمل کېدونکی اعظمي انحنايي مومنټ دی.

P_{max} - د نمونې په واسطه متحمل کېدونکی اعظمي بار دی.

b - د نمونې عرض دی.

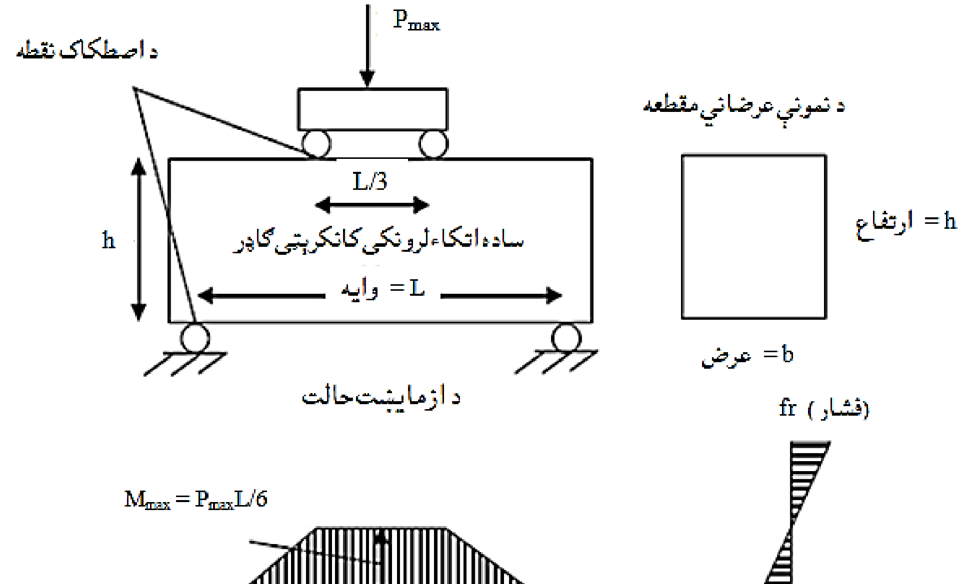
h - د نمونې ارتفاع ده.

د (21.2) په معادله کې فرض شوې ده ، چې په خطي ارتجاعيت برخه کې تشنجات د مقطعې په ټولو خواو کې وي وېشل کېږي، يوازې د کانکرېټو د غېر خطي خواصو له امله قوی بيا وېشل کېږي. دا دواړه فرضي دقيقې نه دي ، که چېرې د کانکرېټو د شلېدنې مودول (Modulus of Rupture) لپاره د قيمتونو پايلې په اټکلې توګه وي.

د (22.2) معادله يوه تجربوي معادله ده ، چې په (MPa) سره او د (22'.2) په (psi) سره په ټيپيک ډول د فشاري مقاومت پر بنسټ و د کانکرېټو ، مسالې او د سمنټو د خميرې د شلېدنې مودول (Modulus of Rupture) د پيدا کولو لپاره ترې استفاده کېږي[21: 10].

$$f_r = 0.623\sqrt{f'_C},\ (MPa)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots.(22.2)$$

$$f_r = 7.5\sqrt{f'_C}\ ,\ (psi)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots.(2.22')$$



27.2 - شکل: دکرېدنې یا انحنایې مقاومت د ازمایښت طریقه[10 : 21] .

11.2- د کانکرېټو د مخلوط طرحه او محاسبه (Concrete Mixed Design)

د کانکرېټو د مخلوط طرحه او محاسبه دارنګه تعریفېږي: د کانکرېټو لپاره د مناسبو ترکیبي اجزاوو غوره کول او د اقتصادي کانکرېټو لپاره د هغوی د نسبي مقدار ټاکل چې د ځانګړو خواصو لکه کاري وړتیا ، مقاومت او پایښت لرونکي وي.

مخکې د کانکرېټو په خواصو اغېزمن لاملونه په کافي اندازه د مطالعې لاندې ونیول شو ، خو په دې برخه کې هغه مهم لاملونه چې د کانکرېټو د مخلوط د طرحې او محاسبې په کړنه کې کارېږي ، د اوبو او سمنټو نسبت اعظمي اندازه، د سمنټو اصغري مقدار ، اصغري مقاومت، د کاري وړتیا اصغري اندازه، د ډکوونکو د دانو اعظمي قطر او په یوه محدوده کې په سلنې سره د هوا شتون مشخصولو څخه عبارت دي.

د معمولي کانکرېټو او د درندو کانکرېټو د مخلوط طرحه او محاسبه د امریکا کانکرېټو انستیتوت (ACI 211.1-91) کود د لارښوونې پر بنسټ سرته رسیږي. خو په دې برخه کې یوازې د معمولي کانکرېټو د مخلوط طرحه او محاسبه د (ACI) او (BS) ستندردونو پر بنسټ سرته رسیږي.

هغه فکتورونه چې د مخلوط په طرحه کې په پام کې نیول کېږي په لنډه توګه د مطالعې لاندې نیسو:

1. د اوبو او سمنټو نسبت (Water- Cement Raio): بهتره ده چې د ورکړل شوي منځني مقاومت ته د رسېدنې لپاره د اوبو او سمنټو اړین نسبت ، د مخکنیو مشابهو یا یو شانته اجزاوو څخه د جوړو شویو مخلوطونو لپاره د لاسته راغلو اړیکو له مخې و ټاکل

شي اود سرته رسيدلو ازمايښتونو دترکيبي اجزاوو مخلوط د واقعي مسالې چې په جوړولو کې ترې ګټه اخيستل کېږي دترکيبي اجزاوو د مخلوطونو لپاره مشخصېږي. د ازمايشي مخلوط لپاره د اوبو او سمنټو اړتکلي نسبت د بېلابېلو سمنټو لپاره کولی شو د (2.15- جدول)، (2.16- جدول) او (2.28- شکل) څخه په لاس راوړو، چې د (ACI Code) او (BS) ستېندرد په واسطه توصيه شوي دي. د نورډولو سمنټو لپاره د اوبو او سمنټو نسبت د ازمايشي مخلوطونو د جوړونې له مخې وټاکل شي. د مخلوط د طرحې لپاره د انګليسي طريقې په کارونه کې اړينه ده، چې د لويوډ کوونکو ډول، د سمنټو ډول او منځني مقاومت ته درسېدنې عمر، د اوبو او سمنټو نسبت (0.50) په پام کې نيولو سره منځنی مقاومت د(2.16- جدول) څخه اخيستل کېږي. د جدول څخه دا اخيستل شوی قيمت د(2.28- شکل) کې په ښودل شويو منحني ګانو کې چې په هغې کې د مقاومت د بدلون يوه منحني د اوبو او سمنټو د نسبت پر وړاندې ترسيمېږي. د منځني مقاومت لپاره د اوبو او سمنټو ازاد نسبت کولی شو د دې منحني څخه وټاکو [16:382-377].

15.2- جدول: د (ACI 211.1-91) کود او ستېندرد له مخې داوبو او سمنټو د نسبت منځني مقاومت ترمنځ اړيکي [16 : 379].

د (28) ورځنې منځني فشاري مقاومت		د اوبو او سمنټو اغېزمن نسبت د وزن له مخې	
MPa	Psi	هوا لرونکی کانکرېټ	بې له هوا کانکرېټ
45	-	-	0.38
-	6, 000	-	0.41
40	-	-	0.43
35	5, 000	0.40	0.48
30	-	0.46	0.55
-	4, 000	0.48	0.57
25	-	0.53	0.62
-	3, 000	0.59	0.68

0.70	0.61	-	20
0.80	0.71	-	15
0.82	0.74	2, 000	-

یادونه : منځني اته وېشت ورځني فشاري مقاومت د استوانه يي نمونو له مخې اخيستل شوي قيمتونه دي ، چې په نمونو کې د ډکوونکو د لويو دانو قطر د(20mm) ملي مترو څخه تر (25mm) ملي مترو پورې ،په کانکرېټو کې د هوا مقدار لږ او پورتلنډ سمنټ په کې کارېدلي دي.

16.2- جدول: د (ACI 211.1-89) کود او سټندرد له مخې داوبو او سمنټو د نسبت منځني مقاومت تر منځ اړیکي [16 : 380].

د اوبو او سمنټو اغېزمن نسبت د وزن له مخې		د (28) ورځنې منځني فشاري مقاومت	
بې له هوا کانکرېټ	هوا لرونکی کانکرېټ	Psi	MPa
0.38	-	4, 500	-
0.40	-	-	30
0.44	0.35	4, 000	-
0.50	0.39	-	25
0.51	0.40	3, 500	-
0.58	0.46	3, 000	-
0.60	0.49	-	20
0.66	0.54	-	17
0.67	0.54	2, 500	-

17.2- جدول: د (BS 1986) ستندرد د (0.50) داوبو او سمنټو دازاد نسبت په لرلو سره اټکلي منځنۍ مقاومت تر منځ اړیکي [16 : 380].

د سمنټو ډول	د ډکوونکو ډول	د کانکریټو فشاري مقاومت په [MPa (psi)]			
		درې ورځني	اوه ورځني	(28) ورځني	(91) ورځني
عادي پورتلنډ سمنټ (I) د سلفاتو ضد پورتلنډ سمنټ (V)	بې له ماتېدنې	22(3,200)	30(4,400)	42(6,100)	49(7,100)
	مات شوي	27(3,900)	36(5,200)	49(7,100)	56(8,100)
ژر سختېدونکي پورتلنډ سمنټ (III)	بې له ماتېدنې	54(7,800)	48(,7000)	37(5,400)	29(4,200)
	مات شوي	61(8,900)	55(8,000)	43(6,200)	34(4,900)

2. د سمنټو ډول (Type of Cement): د بېلابېلو ډولونو سمنټو د خواصو په اړه مخکې بحث وشو، خو د سمنټو د ډول غوراوی داړین مقاومت د سختېدنې په درجې، دکیمیاوي حملو احتمال او د تودوخې په پاملرنې پورې اړه لري.

3. پایښت (Durability): د چاپېریال سخت شرایط د اوبو او سمنټو د نسبت د جدی کنترول او څارنې ایجاب کوي. څرنګه چې دا نسبت د سمنټو د خمیرې او کانکریټو د پایښت بنسټیز لامل دی، نو سربېره پردې د فولادي سیخانو بشپړه پوښل هم اړین دي. د (ACI 318-89) کود د لارښوونې له مخې په جدولونو کې د معمولي کانکریټو لپاره د اوبو او سمنټو اعظمي نسبت اندازه او د سپکو دانو لرونکو کانکریټو لپاره داصغري مقاومت اندازه مشخصه شوې ده، دا ځکه چې په سپک دانه لرونکو کانکریټو کې د ازادو اوبو او سمنټو نسبت ډېر ډاډمن نه وي.

4. کاري ورتیا او د اوبو مقدار(Workability and waer quantity): لکه مخکې چې ترې یادونه وشوه د کانکریټو خواص د لېږدونې او اچولو پر مهال هم ډېر د اهمیت وړ دي، چې په دې مرحله کې د مهمو خواصو څخه یو هم د کانکریټو کاري ورتیا ده.

د کانکرېټو اړینه کاري وړتیا د دوو لاملونو پورې تړلې ده: لومړنی لامل يې د عناصرو د مقطعې ابعاد او فولادي سیخانو تر منځ فاصله ده او دویم لامل يې تراکم طریقه ده. څرګنده ده کله چې د عنصر مقطعه نرۍ او پیچلې وي اویا نور داسې حالت شتون ولري نو اړینه ده چې د کانکرېټو کاري وړتیا باید چې لوړه وي ، د دې لپاره چې د منطقي سختېدنې لپاره بشپړه تراکم حاصل شي. همدارنګه که فولادي سیخان یو له بل سره ډېر نژدې واقع وي ، نو د کانکرېټ اچولو او تراکم عملیه ستونزمنه کوي ، نو باید چې په دې حالت کې کانکرېټ لوړه کاري وړتیا ولري ، د کانکرېټو د مخلوط په طرحه او محاسبه کې د ساختماني عناصرو دا ځانګړتیاوې په پام کې نیول کېږي.

کله چې د کانکرېټو کاري وړتیا وټاکل شوه ، کولی شو د هغې له مخې د مخلوط لپاره د اوبو مقدار په اټکلي ډول د سټندرد د لارښوونکو جدولونو څخه وټاکو.

18.2- جدول: د (ACI 211.1-91) سټندرد په واسطه د بېلابېلو ډول ساختمانونو لپاره توصیه شوي سلمپ اندازې [16 : 383].

د ساختمان ډول	د سلمپ (Slump) اندازه	
	په (mm)	په (in)
او سپنیز کانکرېټي دیوالونه او تهدابونه	20 – 80	1 – 3
او سپنیز کانکرېټي تهدابونه بندونه او دیوالونه	20 – 80	1 – 3
او سپنیز کانکرېټي ګاډرونه او دیوالونه	20 – 100	1 – 4
د ساختمان ستنې (پایې)	20 – 100	1 – 4

1 – 3	20 – 100	مخنې کارونه او د پوښښ تختې
1 – 2	20 – 80	په لوی حجم کانکرېټ (Mass concrete)

19.2- جدول: د (ACI 211.1-91) ستندرد په مطابق د ډکوونکو د دانو د اعظمي قطر پر بنسټ د بېلابېلو کاري ورتیاوو له مخې د مخلوطېدونکو اوبو مقدار [16 : 384].

کاري ورتیا د هوا په شتون کې	داوبو مقدار په kg/m³ (lb/yd³) د ډکوونکو د لویو دانو پربنسټ							
	10mm ($\frac{3}{8}$ in)	12.5mm ($\frac{1}{2}$ in)	20mm ($\frac{3}{4}$ in)	25mm (1 in)	45mm (1$\frac{1}{2}$ in)	50mm (2 in)	70mm (3 in)	80mm (6 in)
بې له هوا کانکرېټ								
سلمپ:								
30-50mm (1 -2 in)	205(350)	200(335)	185(315)	180(300)	160(275)	155(260)	145(220)	125(190)
80-100mm (3 - 4 in)	225(385)	215(365)	200(340)	195(325)	175(300)	170(285)	160(245)	140(210)
150-180mm (6 - 7 in)	220(410)	230(385)	210(360)	205(340)	185(315)	180(300)	170(270)	-
په سلنې سره د شته هوا اټکل شوی اندازه	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
هوا لرونکی کانکرېټ								
سلمپ:								
30-50mm (1 -2 in)	180(305)	175(295)	165(280)	160(270)	145(250)	140(220)	135(205)	120(180)
80-100mm (3 - 4 in)	200(340)	190(325)	180(305)	175(295)	160(275)	160(245)	150(225)	135(200)
150-180mm (6 - 7 in)	215(365)	205(345)	190(325)	185(310)	170(290)	170(270)	160(260)	-
په سلنې سره ټوله توصیه شوی هوا								
ملایم شرایط	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
منځني شرایط	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
سخت شرایط	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

یادونه: دهغه کانکرېټو لپاره چې په هغې کې د ډکوونکو د دانو کچه د (40mm) ملي مترو یا($1\frac{1}{2}$ in) انچو څخه لوی وي د سلمپ ازمایښت پر بنسټ چې د (40mm) ملي مترو یا($1\frac{1}{2}$ in) انچو څخه لوی دانو یا ذرو د لمدې چاڼېدنې په واسطه لیري کېږي او د سلمپ قیمت پیدا کېږي.

داوبو مقدار له (70mm) ملي مترو څخه تر(150mm) ملي مترو یا(3 in) انچو څخه تر (6 in) انچو پورې لویو دانو لپاره ددانو منځنی اندازې له مخې د لوی دانو څخه تر کوچنیو دانو پورې په پام کې نیول کېږي.

5. **د ډکوونکو ټاکنه** (Selection of Aggregtes): لکه مخکې چې ترې یادونه وشوه ، چې د ډکوونکو لویه دانه د عنصر د عرضاني مقطعې او د سیخانو تر منځ فاصلې له مخې ټاکل کېږي. د یادولو وړ ده چې د کانکرېټو د خواص د ډکوونکو د دانو د (40mm) ملي مترو($1\frac{1}{2}$in) انچو ***څخه*** په ډېرېدنې سره بهتري نه مومي ، نو له دې امله د لویو دانو کارېدنه ګټوره نه ده.

سربېره پر دې د لویو دانو کارېدنه په دې مانا ده چې د ډکوونکو د ساتلو لپاره په پراخه کچه ګدام ته اړتیا ، وي او په پایله کې د مخلوط عملیه بیچلې کوي. په کوچنیو مخلوط ماشینونو کې دا عمل د کانکرېټو د تیارولولپاره غیر اقتصادي دی ، خود لوی حجم کانکرېټو په تیارولو کې غیر اقتصادي نه تمامېږي.

20.2- جدول: د (ACI 211.1-91) ستندرد په مطابق د کانکرېټو په یوه واحد حجم کې دلویو ډکوونکو وچ حجمي وزن [16 : 393].

د ډکوونکو اعظمي کچه		د کانکرېټو د حجم په واحد کې د شګې د میده والی ضریب (FM) لپاره د لویو دانو وچ حجم			
په (mm)	په (in)	2.4	2.6	2.8	3.0
10	$\frac{3}{8}$	0.5	0.48	0.46	0.44
12.5	$\frac{1}{2}$	0.59	0.57	0.55	0.53
20	$\frac{3}{4}$	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1	0.71	0.69	0.67	0.65
40	$1\frac{1}{2}$	0.75	0.73	0.71	0.69
50	2	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3	0.82	0.80	0.78	0.76
150	6	0.87	0.85	0.82	0.81

21.2- جدول: د (ACI 211.1-91) ستندرد په مطابق د تازه کانکرېټو لومړنی اټکل شوی کثافت (حجمي وزن) [16 : 393].

د ډکوونکو اعظمي کچه		د تازه کانکرېټو لومړنی اټکل شوی کثافت (حجمي وزن)			
		د هوا په شتون کې		بې له هوا	
په (mm)	په (in)	Kg/m^3	lb/yd^3	Kg/m^3	lb/yd^3
10	$\frac{3}{8}$	2,190	3,690	2,285	3,840
12.5	$\frac{1}{2}$	2,235	3,760	2,315	3,890
20	$\frac{3}{4}$	2,280	3,840	2,355	3,960
25	1	2,315	3,900	2,375	4,010
40	$1\frac{1}{2}$	2,355	3,960	2,420	4,070
50	2	2,375	4,000	2,445	4,120
70	3	2,400	4,040	2,465	4,160
150	6	2,435	4120	2,505	4,230

1.2- مثال: د يوې ودانۍ داخلي پايې يا ستنې ته د داسې کانکرېټو اړتيا ده ، چې اته ويشت ورځنې فشاري مقاومت يې (20 MPa) ميګا پاسکال يا (2900 psi) پونډ پر انچ مربع وي ، لازمه ده چې د شلو پاېلو څخه ديوې يا په منځنۍ توګه دوه پايلي مشخصې شوې وي. د ستنې يا پايې د عرضاني مقطعي د ابعادو او د سيخانو تر منځ فاصلې له مخې سلمپ (50mm) ملي متره يا (2in) انچه او د ډکوونکو د دانو اعظمي قطر (20 mm) ملي متره يا ($\frac{3}{4}$ in) ته اړتيا ده. دواړه کوچني او لوي ډکوونکي دانه بندي يې د (ASTM C 33-92a) ستندرد په مطابق دي او د کوچنيو ډکوونکو د ميده والي ضريب (FM = 2.60) دی. د ډکوونکو لومړنيو ازمايښتونو ښودلې ده چې د دواړو ډکوونکو مخصوص وزن (SSD = 2.65) ده او د لمدبل يا رطوبت اندازه يې لږه ده. د لويو ډکوونکو حجمي وزن ($1,600\ kg/m^3$) يا ($100\ lb/ft^3$) دی. د کانکرېټو د ترکيبي اجزاوو و مقدار په ترتيب سره په لاندې ډول محاسبه کېږي:

(الف) - دا چې بیرون کوم ځانګړي شرایط نه شته ، نو معمولي پورتلنډ (لومړي ډول) سمنټو پرته له د داخلي هوا څخه کارېږي.

(ب) - د مخکنیو تجربو له مخې کانکرېټ د مشخص او ځانګړي (25 MPa) میګا پاسکال یا (3600 psi) پونډ پر انچ مربع فشاري مقاومت په پام کې نیول شویو موادو سره یو شانته ، چې د شلو سټندردو سلندرونو ازمایښت پایلې(د یوه یا په منځنۍ توګه د دوو سلنډرون) معیاري انحراف (3.5 MPa) میګا پاسکال یا (500 psi) پونډ پر انچ مربع دی. د اړین مقاومت د کموالي احتمال د شلو څخه په یوه نمونه کې دي ، نو له همدې امله احتمالي ضریب (1.64) په پام کې نیول کېږي. سره له دې چې د شلو ازمایښتونو پایلې شته، خو سټندرد انحراف د (1.08) ضریب په اندازه ډېرېږي ، نو اړین منځنۍ فشاري مقاومت په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$f_m = f_{ck} + k\sigma n \text{ ....(23.2)}$$

په پورتنې فورمول کې:

f_{ck}- دفشاري مقاومت(20 MPa)دی.

σ- سټندرد انحرافي فکتور (Standard deviation factor) (3.5MPa)دی.

k- مناسب احتمالي ضریب (The appropriate probaility factor) (1.08) دی.

n- سټندرد انحرافي د زیادښت ضریب (Standard deviation increasing factor) (1.64) دی.

$$f_m = 20 + (1.64 \times 3.5 \times 1.08) = 26 \text{ MPa } (3800 \text{ psi})$$

د (15.2- جدول) څخه داوبو او سمنټو نسبت (W/C = 0.60) قبلوو. دا باید په یاد ولرو چې په(15.2- جدول) کې هم داوبو او سمنټو نسبت (W/C = 0.60) ورکړل شوی دی.

(ج) - د (19.2- جدول) څخه د بې له هوا کانکرېټو د اوبو مقدار د سلمپ د (50mm) ملي متر یا (2 in) انچه اندازې او د دانو د اعظمي قطر (20 mm) ملي متره یا ($\frac{3}{4}$ in)

انچه پر بنسټ ($185 kg/m^3$) یا ($315\ lb/yd^3$) په اندازه اخیستل کېږي ، همدارنګه د بندې شوی هوا مقدار په اټکلي توګه (2%) سلنه قبلېږي.

(د) - به کانکرېټو کې د سمنټو اړین مقدار مساوي کېږي په:

$$\frac{\text{داوبومقدار}}{\text{داوبواوسمنونسبت}} = \frac{185}{0.6} = 308\ kg/m^3\ (519\ lb/yd^3)$$

(هـ) - د لویو ډکوونکودانو د اعظمي قطر (20 mm) ملي متره یا ($\frac{3}{4}$ in) انچه او د کوچنیو ډکوونکو د میده والي ضریب (FM = 2.6) پر بنسټ د(2.20- جدول) څخه د کانکرېټو په یوه واحد حجم کې د لویو ډکوونکو وچ حجم ($0.64\ kg/m^3$) اخلو . نو د کاري وړتیا لرونکو کانکرېټو لپاره د لویو ډکوونکو مقدار مساوي کېږي په:

$$0.64 \times 16000 = 1024\ kg/m^3\ (1725\ lb/yd^3)$$

د دې لپاره چې د د لویو ډکوونکو د جذبېدنې ډېره لږه ده نو په پام کې نه نیول کېږي ، نو له دې امله د (SSD) له مخې د وزن د پیداکولو کې اصلاح ته اړتیا نه لیدل کېږي.

(و) -اوس د کوچنیو ډکوونکو مقدار کولی شو د د وزني طریقې له مخې په لاس راوړو. د (12.2- جدول) څخه د بې هوا کانکرېټو حجمي وزن چې په هغې کې د لویو دانو قطر (20 mm) ملي متره یا ($\frac{3}{4}$ in) انچه وي ، ($2355\ kg/m^3$) یا ($3960\ lb/yd^3$)اټکل کېږي. همدارنګه د لاندیني فورمول په واسطه هم کولی شو د کانکرېټو حجمي وزن اټکل کړو:

$$(kg/m^3) \text{په} \ldots \rho = 10\,\gamma_a\,(100 - A) + C\left(1 - \frac{\gamma_a}{\gamma}\right) - W\,(\gamma_a - 1) \ldots\ldots\ldots \quad (24.2)$$

$$(lb/yd^3) \text{په} \ldots \rho = 16.85\,\gamma_a\,(100 - A) + C\left(1 - \frac{\gamma_a}{\gamma}\right) - W\,(\gamma_a - 1) \ldots \quad (24'.2)$$

په پورتنې فورمول کې:

γ_a- د لویو او کوچنیو ډکوونکو مرکب منځنی حجمي وزن (SSD) دی، چې د ازمایښت په پایله کې په لاس راځي.

A- په سلنه د هوا ترکیب شوي مقدار دی.

C- په (kg/m^3) یا (lb/yd^3) د سمنټو مقدار دی.

γ- د سمنټو حجمي وزن دی ، چې د پوټلنډ سمنټو لپاره (3.15) په پام کې نیول کېږي.

W- په (kg/m^3) یا (lb/yd^3) د ګډوونکو اوبو مقدار دی.

$$\rho = 10\ x2.65\ (100 - 2) + 308\ \left(1 - \frac{2.65}{3.15}\right) - 185\ (2.65\ -1)$$

$$\rho = 2292\ kg/m^3\ (3861\ lb/yd^3)$$

په لاس راغلي قیمت د اټکلی جدول څخه اخیستل شوی ($2355\ kg/m^3$) یا ($3960\ lb/yd^3$)قیمت څخه لږ دی ، نو له دې امله د جدول څخه اټکل شوی قیمت قبلوو او کانکرېټو د حجمي وزن د لومړني اټکل شوي قیمت له مخې د کانکرېټو د حجم په واحد کې د کوچنیو ډکوونکو وزن په لاندې ډول په لاس راوړو:

په(kg/m^3) …… $A_f = \gamma_f \left[1000 - \left(W + \frac{C}{\gamma} + \frac{A_c}{\gamma_c} + 10A\right)\right]$……… (25.2)

په(lb/yd^3) …… $A_f = \gamma_f \left[27 - \left(W + \frac{C}{\gamma} + \frac{A_c}{\gamma_c} + 0.27A\right)\right]$ ……..… (25’.2)

په پورتنې فورمول کې:

A_c- په (kg/m^3) یا (lb/yd^3) د لویو ډکوونکو مقدار دی.

γ_f- د کوچنیو ډکوونکوظاهري مخصوص وزن (SSD) دی.

γ_c- د لویو ډکوونکوظاهري مخصوص وزن (SSD) دی.

$$A_f = 2.65x \left[1000 - \left(185 + \frac{308}{3.15} + \frac{1024}{2.65} + 10\ x2\right)\right]$$

$$A_f = 824\ kg/m^3 (1388 lb/yd^3)$$

(ط) - د (SSD) پر بنسټ د ټولو موادو وزن په لاس راوړو ، خو د ډکوونکو لپاره لمدبل یا رطوبت د لږوالی له امله د انصراف په حالت کې نور اصلاحاتو ته اړتیا نه لیدل کېږي.

(ی) - د کانکرېټو په یو متر مکعب کې په کیلوګرام یا په یارد مکعب کې په پونډ سره د ټولو ترکیبي موادو وزن په لاندې ډول اټکلوو:

سمنټ (Cement) =	308 kg (519 lb)
کوچني ډکوونکي یا شګه (Fine aggregate) =	824 kg (1,388 lb)
لوی ډکوونکي (Coarse aggregate) =	1,024 kg (1,725 lb)
یوځای شوې اوبه (Added water) =	185 kg (315 lb)

مجموعه (Total) =	2,341 kg (3,947 lb)

(ک) - په پورتنيو نسبتونو يو ازمايشي مخلوط د ($0.02m^3$) متر مکعب يا ($0.026lb/yd^3$)پونډ پر يارډمکعب کانکرېټو لپاره تيار شو ، چې د ياد شوي حجم کانکرېټو لپاره (3.7 kg) اوبه په پام کې نيول شوې وي ، چې په پايله کې يې سلمپ ډېر لږ و . نو له دې امله لازمه ده چې د ډاډمنې کاري وړتيا لرونکي مخلوط د لاسته راوړنې لپاره داوبو مقدار ته تر (4 kg) يا (8.8lb) پورې زيادښت ورکړو ، چې په پايله کې يې د کانکرېټو سلمپ (25 mm) ملي متره يا (1 in) انچه او حجمي وزن يې (2,320 kg/m3) يا (3,909 lb/yd^3) شي ، نو له دې امله به د کارېدونکو موادو مقدار مساوي شي په:

سمنټ (Cement) =	6.16 kg (13.35 lb)
کوچنيو ډکوونکي يا شګه (Fine aggregate) =	16.48 kg (36.26 lb)
لوی ډکوونکي (Coarse aggregate) =	20.48 kg (45.06 lb)
يوځای شوې اوبه (Added water) =	4.00 kg (8.80 lb)
مجموعه (Total) =	47.12 kg (103.67 lb)

دپاسني مجموعي وزن له امله د کانکرېټو ټول حجم د ($\frac{47.12}{2,320}$ = 0.0203 m^3 (0.0266yd^3) سره مساوي کېږي. نو د کانکرېټو د يو واحد حجم لپاره د اوبو اړين مقدار مساوي کېږي په ($\frac{4.0}{0,0203}$ = 197kg/ m^3) يا (332 lb/ yd^3) سره. سره له دې هم د اوبو دا مقدار يا وزن د سره بايد (6kg/m^3) يا (10 lb/yd^3) ورډېر شي ، ځکه چې (50 mm) ملي متره يا (1.0 in) انچه سلمپ د ازمايشي مخلوط په واسطه حاصل نه شو ، ځکه نو د ګډېدونکو اوبو مقدار د کانکرېټو د جوړوونکي مخلوط لپاره مساوي کېږي په: (197 + 6 = 203 kg/m^3) يا (341 lb/yd^3) سره. د اوبو او سمنټو د ثابت نسبت له امله داوبو د مقدار د ډېرېدنې سره د سمنټو مقدار هم ډېرېږي ، چې مساوي کېږي په: ($\frac{203}{0,6}$ = 338 kg/ m^3) يا (569 lb/ yd^3)

سره. له کومه ځایه چې کانکرېټو د ازمایشي مخلوط کاري وړتیا ډاډمنه په لاس راشي ، نو د کانکـــرېټو د حجـــم په واحـــد کې د لویو ډکوونکو دانو مقدار مساوي کېږي په :
$(\frac{20.48}{0.0203} = 1,009\ kg/m^3)$ یا ($1,697\ lb/yd^3$) سره. همدارنګه د کانکرېټو د حجم په واحد کې د کوچنیو ډکوونکو مقدار د بیا محاسبه کولو لپاره ، کولی شو چې د کانکرېټو حجمي وزن ($2,320\ kg/m^3$) یا ($3,909\ lb/yd^3$) قبول کړو چې د ازمایشي مخلوط د محاسبې په پایله کې حاصل شوی و. د وزن طریقې په کارولو سره د کوچنیو ډکوونکو مقدار مساوي کېږي په :

$$2,329 - (203 + 338 + 1,009) = 770\ kg/m^3\ (1,295\ lb/yd^3)$$

په پایله کې د کانکرېټو په یو متر مکعب (پونډ پر یارد مکعب) حجم کې د ترکیبي موادو مقدار په لاندې ډول حاصلېږي:

سمنټ (Cement) =	338 kg (569 lb)
کوچني ډکوونکي یا شګه (Fine aggregate) =	770 kg (1,295 lb)
لوي ډکوونکي (Coarse aggregate) =	1,009 kg (1,697 lb)
یوځای شوي اوبه (Added water) =	203 kg (341 lb)
مجموعه (Total) =	2,320 kg (3,902 lb)

12. 2 - د کانکرېټو انقباض (Shrinkage of Concrete)

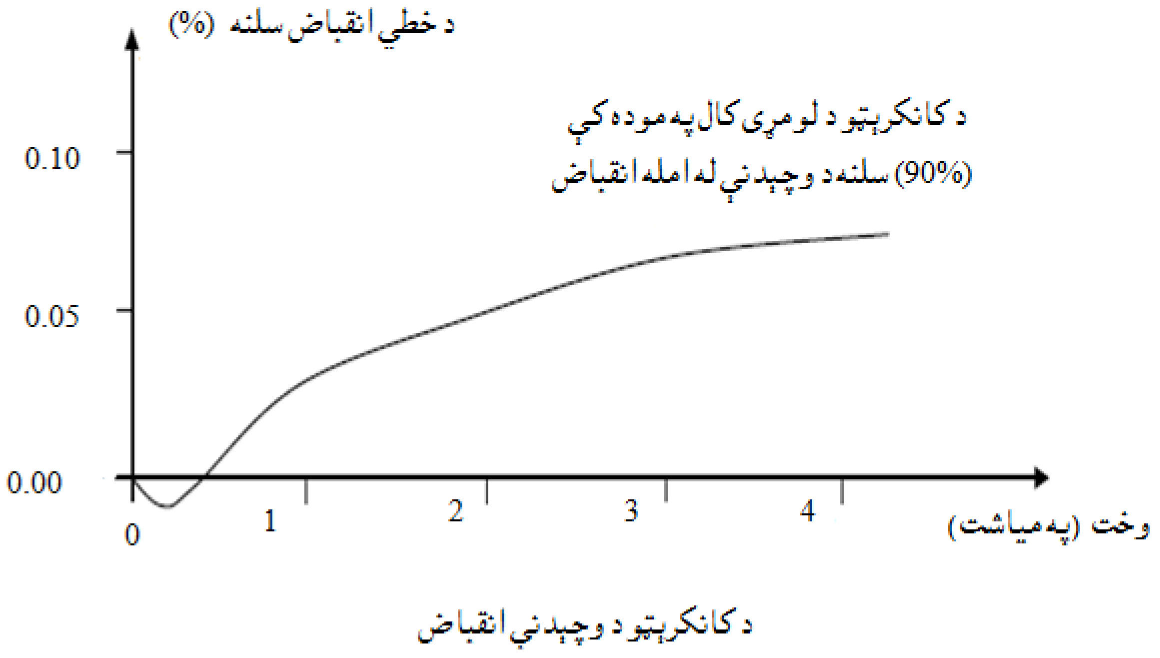
انقباض یا د کانکرېټو د حجم کمېدنه ده ، د سمنټو خمیرې د جوړېدلو پر مهال د جذب شویو اوبو له لاسه ورکولو ته ویل کېږي . په کانکرېټو کې انقباض څلورو ډولونو پلاستیکي انقباض ، ګونجي کېدنې انقباض ، د وچېدنې انقباض او کاربوناسیوني انقباض وېشل کېږي[15 : 3] .

د کانکرېټو د سختېدلو له امله د تدریجي تبخیر ، وینبنته ډوله تشو او خالیګاو، د اوبو وتل او وچېدنې انقباض په پایلې کې د کانکرېټو کچه یا سایزکمېږي . کله چې کانکرېټ تازه وي او په هغې کې انقباض څرګند شي ، نو دې ته د کانکرېټو پلاستیکي

انقباض ویل کېږي ، او کله چې په سخت شویو کانکرېټو کې انقباض څرګند شي ، هغې ته د وچېدنې انقباض(Drying Shrinkage) ویل کېږي . د پلاستیکي انقباض په وړاندې د ساتنې لپاره اړینه ده ، چې تازه کانکرېټ ښه ځای په ځای شي ، کلک یا ښه ټپک شي،سطحې یې ښې هوارې شي ، اوبه پرې په پرله پسې په منظم ډول وپاشل شي او په ځانګړي توګه د ډېري تودوخې ، باد او د لمر د مستقیمو وړانګو لاندې د شتون له امله د اوبو د چټک تبخیر څخه یې په ښه طریقه مخنیوی وشي. دارنګه ساتنه په ټیپیک ډول سره د اوبو د پاشلو په واسطه سرته رسیږي. د سختو شویو کانکرېټو لپاره د وچېدنې انقباض په عمومي توګه د (600µm) مایکرون متر څخه تر (800µm) مایکرون متر پورې او نسبتي اوږدوالی یې (0.06%) سلنې د څخه تر(0.08%) سلنې پورې وي . د وخت پر بنسټ د کانکرېټو د وچېدنې انقباض توضیح په (2.28 - شکل) کې ښودل شوې ده. د دې لپاره چې د کانکرېټو د وچېدنې انقباض راکم کړو ، نو لاندیني پاملرنې باید په پام کې ونیول شي:

1. په کانکرېټو کې د ګډېدونکو اوبو کمول.
2. په ښې طریقې د اوبو پاشلو سرته رسونه (لږ تر لږه تر اوو ورځو پورې د اوبو پاشلو په واسطه لوند ساتل).
3. د ښو او با کیفیته ډکوونکو کارول ، هم کولی شي چې په کانکرېټو کې انقباض راکم کړي.
4. د کانکرېټو د ښه مخلوط د طرحی کارول پرته له دې چې د سمنټو خمیرې مقدار ډېر شي (د ترکیب ی اجزاوو د مقدار ډېرېدنه هم د انقباض لامل کېږي) [11:15] .
5. د ساختماني درز کارول (د دې سره د مقطعې ارتفاع کمیږی)، په همدې ډول د ساختماني درز په واسطه ، انقباضی درزونه محدود او کنترولیږي.
6. د انقباضي سیخانو ځای په ځای کولو په پایله کې یې د انقباضي درزونو عرض او ډېرېدنه کمیږي.

د پلاستیکي انقباض او وچېدنې انقباض په وړاندې د محاسبې او ډیزاین نه شتون او د جوړېدنې په نه پاملرنه کې موازي درزونه نژدې د(250mm) ملي متره په فاصله د پوښښ تختو او نورو هوارو کانکرېټو په کارولو کې په پام کې نیول کېږي[10 : 22].



28.2 - شکل: د وخت په پام کې نیولو سره د کانکرېټو د وچېدنې انقباض توضیحات [10 : 22].

د ګونجې کېدنې انقباض (Autoggenous shrinkage) ځانګړی ډول انقباض دی ، چې په هغې کې کانکرېټ اوبه د سمنټو د هایدریشن له امله د لاسه ورکوي او په ډېره اسانۍ سره د سختېدنې د انقباض څخه توپیر کېدلی نه شي. د دې ډول انقباض اندازه ډېره لږه وی او د شکل بدلون اندازه یې د (50×10^{-6}) څخه تر(100×10^{-6}) پورې محدود ېږي. د یادولو وړ ده ، که چېرې کانکرېټ د سمنټو د هایدریشن په مرحله کې په پرله پسې توګه ډېر له اوبو سره وساتل شي ، نه یوازې داچې دا ډول انقباض نه پیدا کېږي ، بلکې د یو ډول انبساط چې سمنټ یې د اوبو د جذب په پایله کې کوي ، چې د پړسېدنې یا تورم (Swilling) ورته ویل کېږي رامنځته کېږي.

د وچېدنې انقباض هغه انقباض دی ، چې په سختو شووکانکرېټو کې د سمنټو خمیرې څخه د جذب شویو اوبو د وتلو(په هغه چاپیریال کې چې لمدبل یې د 100% سلنې څخه په نسبي توګه لږوي) په پایله کې رامنځته کېږي.

کاربوناسیوني انقباض،هغه انقباض دی،چې په هواکې دکاربن ډاي اوکسایدو (CO_2) په شتون کې د سمنټو په هایدریشن کېدنې په پایله کې په کانکرېټو کې را پیدا کېږي [7 : 67-61].

13.2- د کانکرېټو ځکېدنه یا خزش (Creep of Concrete)

له جوش خوړلو څخه وروسته ، برسېره پرانقباض د کانکرېټو د سوریو (منفذونو) څخه اوبه وځي او د بېروني فشار په واسطه چوي (درز کېږي) ، چې په پایله کې تشنجات د اندازو (ابعادو) د انقباض لامل کېږي ، چې دا پېښه(پدېده) د ځکېدنې (Creep) یا د پلاستیکي بهېدنې (Plastic Flow) په نوم یادېږي. یـا هـم د یـوې مـادې د شـکل بـدلون دوخت په اوږدوکې د ثابت تشنجاتو په شتون کې د ځکېدنې یا خزش په نوم یـادېـږي[15 : 10] .

ځکېدنه د کانکرېټو مایکرو جوړښت ویجاړوي ، چې په پایله کې د کانکرېټو د فشاري مقاومت (f'_c) د کمښت لامل کېږي ، چې دا کمښت کېدای شي ، چې تر (25%) سلنې پورې لوړ شي. د ځکېدنې له اغېزې د کانکرېټو د اخرنې شکل بدلون (فشاري نسبتي اوږدېدنه Compression Strain) کېدای شي د لومړني شکل بدلون د دوو څخه تر درې برابره پورې وي . د ځکېدنې له امله د شکل بدلون د څو کلنو په اوږدو کې پېښېږي، خو په لومړي کال کې له بارېدنې څخه وروسته د ټولې ځکېدنې د (80%) سلنې پورې رسیږي . د بار د لېرې کېدنې ځکېدنې نسبتي اوږدوالی یا د شکل بدلون (Strain or Deformation) په ټیپیک ډول سره نه جبران کېږي ، سره له دې چې په کانکرېټو کې د ارتجاعی شکل بدلون (Elastic Deformation) جبران کېږي. د (2.29- شکل) په کانکرېټو کې د فشاري تشنجاتو له امله د ځکېدنې پېښه څرګندوي .

د ځکېدنې (Creep) د کمېدنې لپاره یو لړ پاملرنې په لاندې ډول توصیه کېږي:

1. مخکې له بارېدنې څخه په پوره او وړ توګه د اوبو پاشلو بشپړول (لږ تر لږه د اوو ورځو پورې د اوبو پاشلو په واسطه لوند ساتل) ، د اوبو پاشلو د مودې اوږدېدنه اود عمر د

ډېرېدنې سره د کانکرېټو مایکرو جوړښت بشپړ (وخت ته رسیږي) او د څکېدنې په وړاندې له ځانه وړتیا ښیي .

2. دلوړ مقاومت لرونکو کانکرېټو کارېدنه ، د عادي کانکرېټو په پرتله د ښه مایکرو جوړښت له امله ، یې د څکېدنې اندازه لږه وي .

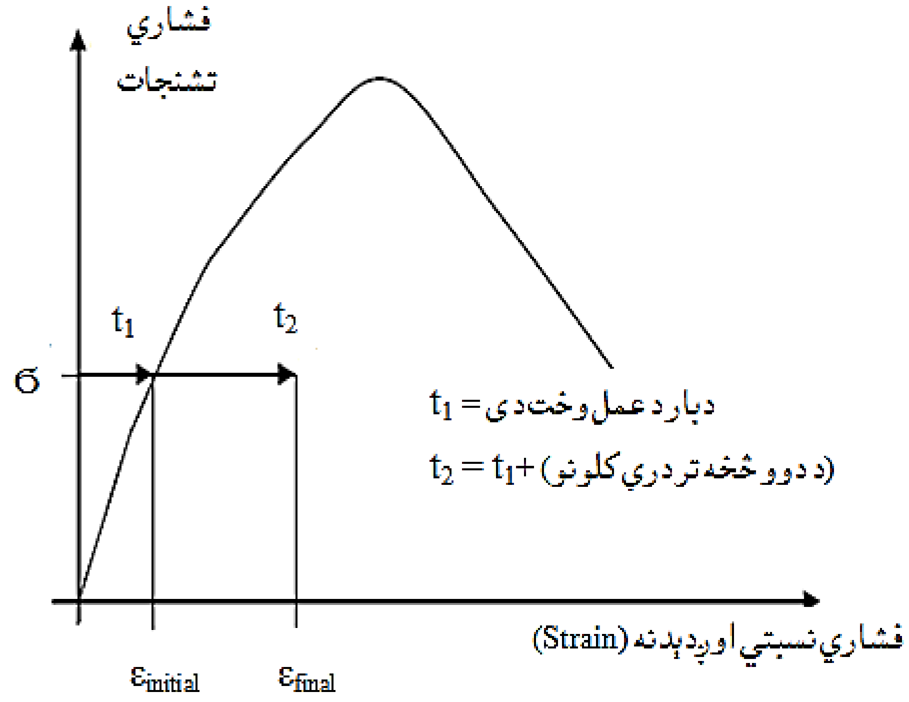
3. په کانکرېټو کې د ګډېدونکو اوبو کمولو په پایله کې تشې (خالیګاوې) او مایکرو درزونو یا کوچنیو درزونو پیدا کېدنه کمېږي.

4. د ښه او با کیفیته ډکوونکو کارول ، ممکن په کانکرېټو کې د څکېدنې ښه مخنیوی وکړي.

5. د کانکرېټو د ښه مخلوط د طرحې کارول پرته له دې چې د سمنټو خمیرې مقدار ډېر شي (د ترکیب ی اجزاؤ مقدار هم د په څکېدنه اغېزه کوي).

6. د فولادي سیخانو کارول د کانکرېټي عناصرو د څکېدنې اغېزه کموي .

د تودوخې په لوړېدلو او د لمدبل په کمېدلو سره ،د څکېدنې او انقباض حالت ډېر خرابېږي ، دا ځکه چې د اوبو د تبخیر لپاره شرایط برابر وي[10 : 23] .



29.2 - شکل: د کانکرېټو په فشاري خواصو د څکېدنې اغېزه [10 : 23] .

14.2- فولادي سيخان (Reinforcing Steel Bars)

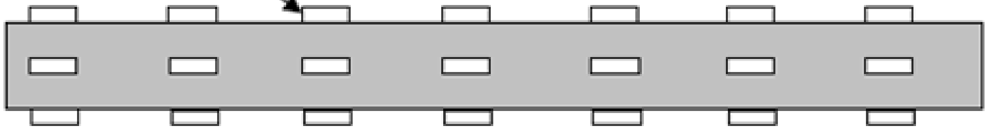
لکه مخکې ترې يادونه وشوه ، چې په کشش کې د کانکرېټو د کمزورۍ له امله د فولادي سيخانو کارېدنه د کانکرېټي مقطعو د استحکام لامل کېږي. هغه فولاد چې د دې موخې لپاره په کانکرېټو کې ځای په ځای کېږي ، ګرده عرضاني مقطعه لري ، چې فولادي سيخان ورته ويل کېږي. فولادي سيخان د توليد له مخې په توده او سړه طريقه توليد ېږي. فولادي سيخان د ظاهري شکل له مخې په ښوی سيخانو (Mild Reinforcement) او رخې لرونکو سيخانو (Deformed Reinforcement or steel bars) وېشل کېږي ، چې په سيخانو کې رخې او نا هوارې د کانکرېټو سره د ښې نښلېدنې لپاره په پام کې نيول کېږي. ښوی سيخان هغه سيخان دي ، چې سطحه يې هواره او صافه وي او رخداره سيخان هغه سيخان دي ، چې سطحه يې ناهواره او رخې، رخې وي [5 :43,44].

اوس مهال عملأ د او سپنيز کانکرېټو عناصرو په جوړښت کې د ښويو سيخانو کارېدنه ډېره کم رنګه شوې ده ، د ښويو سيخانو پر ځای د رخې لرونکو سيخانو څخه اوس مهال د اوسپنيز کانکرېټي ساختمانونو په جوړښت کې د سيخبندۍ لپاره ډېره ګټه اخيستل کېږي. د کانکرېټو او سيخانو ترمنځ نښلېدنه له درېيو لاملونو له امله سرته رسيږي:

1. کيمياوي نښلېده (Chemical Bond) چې د سمنټو د خميرې د القلې مادې او فولادو د تعامل يا غبرګون له امله را منځته کېږي.
2. فزيکې نښلېدنه (Physical Bond) چې په کانکرېټو کې د اصطکاک او کلکوالې له امله را منځته کېږي.
3. ميخانيکي نښلېدنه (Mechanical Bond) يا چنګک کول ، چې په پايله کې يې کانکرېټ د سيخانو د رخو په واسطه نښلي . د رخې لرونکو سيخانو چې سطحې شکل يې بدلون لري د کانکرېټو او سيخانو د ميخانيکي نښلېدنې اغېزمنتيا لوړوي [15 : 11] .

ميخانيکي نښلېدنه په ټيپيک ډول سره د فولادي سيخانو او کانکرېټو تر منځ د پام وړ او ډاډمن بدلون راوړي ، چې د ساختماني ډيزاين او محاسبې سره مرسته کوي . سره له

دي چې کیمیاوي او فزیکي ننښلېدنه ، د ساختماني ډیزاین او محاسبي سره د پام وړ ډاډمنتیا نه رامنځته کوي . د ښوی سیخانو چنګک کول پخوانۍ طریقه ده ، چې د فولادي سیخانو په چنګک کولو سره د میخانیکي فعالیت ښکارندوینه پرې کېدله . په (2.30- شکل) کې د رخې لرونکو فولادي سیخانو سکیچ ښودل شوې دی. د رخې لرونکو فولادي سیخانو په واسطه سیخبندي کول د (ASTM A 615) ستندرد د لارښوونې له مخې سرته رسیږي، چې د ښې ننښلېدنې په پایله کې کېدای شي ، د کانکرېټو او فولادي سیخانو ترمنځ مقاومت پیاوړی شي [10 : 24].



30.2 - شکل: د رخې لرونکو فولادي سیخانو شیماېز دیاګرام [10 : 24].

1- د فولادي سیخانو طبقه بندي

(Reinforcing Steel bars classification)

فولادي سیخان په بېلابېلو هېوادونو کې په بېلابېلو ستندردونو تولیدېږي او په هر ستندرد کې د فولادو د میخانیکي خواصو پر بنسټ بېلابېل ډول طبقه بندي شوی ده. د بېلګې په توګه په امریکایي سیستم کې د (ASTM) ستندرد په مطابق په څلورو کارکونو او یا ګریډونو (Grades) چې په تسلیمېدنې (yield) کې د هغوې مقاومت ښایي په لاندې ښیو مشخصاتو او ځانګړتیاوو تولیدېږي:

(الف) - د (ASTM A615) په مطابق: دا ستندرد د اوسپنیز کانکرېټي ساختمانونو لپاره د هغه رخې لرونکو او هوارو یا صافو کاربن لرونکو فولادي سیخانو مشخصات او ځانګړتیاوی څرګندوي . په دې ځانګړتیاو او مشخصاتو کې د عامو کارېدونکو سیخانوپه اړه څرګندونې شوي دي ، چې قطرونه یې د (10mm) ملي متره څخه تر (57 mm) ملي متره یا د (No.3) یا (#3) یانی دریېم نمبر سیخ ($\frac{3}{8}$ in) انچه څخه تر (#18)

یانی اته نمبر سیخ ($2\frac{2}{8}$ in) انچوپورې په (60Grade) ګریډ یا مارک چې په تسلیمېدنه کې یې مقاومت (60,000 psi) پونډ پر انچ مربع یا (60ksi) کیلوپونډ پر انچ مربع او یا هم (420 MPa) میګا پاسکال ، د (19mm) ملي متره څخه تر (57mm) ملي متره یا د (No.6) یا (#6) یانی دربیم نمبر سیخ ($\frac{3}{8}$ in) انچه څخه تر (#6) یانی دربیم نمبر سیخ ($\frac{6}{8}$ in) انچوپورې په (40 Grade) ګریډ یا مارک چې په تسلیمېدنه کې یې مقاومت (40,000 psi) پونډ پر انچ مربع یا (40 ksi) کیلوپونډ پر انچ مربع او یا هم (280 MPa) میګا پاسکال او د (10mm) ملي متره څخه تر (19 mm) ملي متره یا د (No.6) یا (#6) یانی دربیم نمبر سیخ ($\frac{6}{8}$in) انچه څخه تر (#18) یانی دربیم نمبر سیخ ($2\frac{2}{8}$ in) انچوپورې په (75 Grade) ګریډ یا مارک چې په تسلیمېدنه کې یې مقاومت (75,000 psi) پونډ پر انچ مربع یا (75 ksi) کیلوپونډ پر انچ مربع او یا هم (525 MPa) میګا پاسکال تولیدېږي . چې میخانیکي خواص یې په (2.22- جدول) کې ښودل شوي دی.

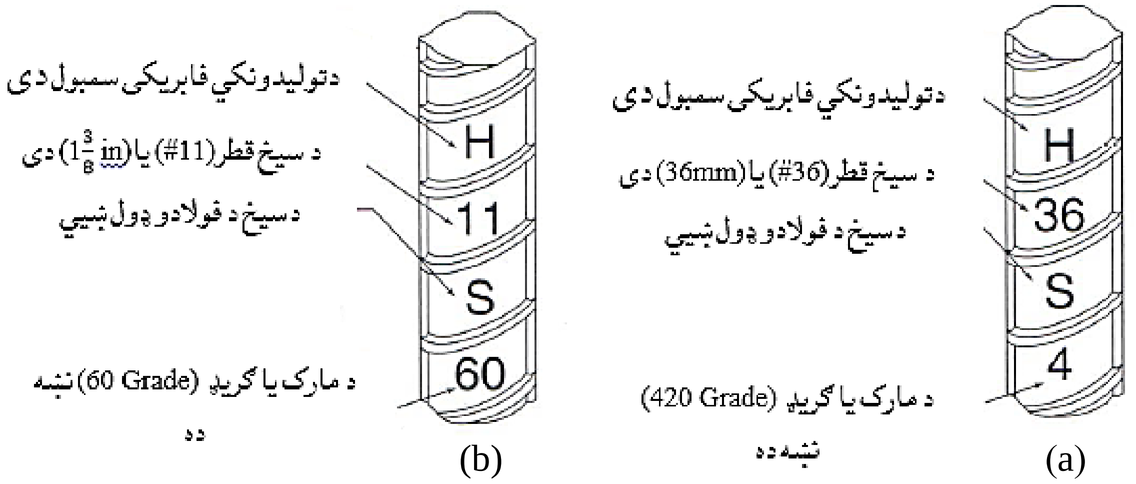
(ب) - د (ASTM A 706) په مطابق: دا ستندرد د اوسپنیز کانکریټي ساختمانونو لپاره د د ټیټ الیاژ شویو فولادو رخې لرونکواو هوارو یا صافو سیخانو مشخصات او ځانګړتیاوی څرګندوي. په دې ځانګړتیا او مشخصاتو کې د سیخانو په ځانګړو حالتونو کې لکه د ولډنګ وړتیا ، د کږېدنې وړتیا او نرمۍ او شکل بدلېدنې منښې په هکله لارښونه او توصیه شوی ده [8 : 43].

په (2.22- جدول) کې دښودل شویو (A 706) سیخان د (A 615) په پرتله په ویجاړېدنه یا تخریب کې ډېر غځېږي او د کږېدنې په ازمایښت کې دېر کلک او محکم دي. د (ACI Code) د (21.2.5.1) برخې د لارښوونې له مخې د (A 615) سیخان کېدای شي چې د ځانګړو اړتیاو لپاره وکارېږي ، خو (A 706) سیخان د زلزلې قوو په وړاندې غوښتنو د پوره کولو لپاره کارېدلی شي. په (A 706) سیخانو کې د کاربن ، منګنیز، فاسفورس و سلفرو او سلیکانو مقدار محدود دی ، چې د کاربن مقدار تر ($0.55\% \geq$) سلنې پورې محدودېږي. دا ډول سیخان له (10mm) ملي متره څخه تر (57 mm) ملي متره یا د (No.3) یا (#3) یانی دربیم نمبر سیخ ($\frac{3}{8}$ in) انچه څخه تر (#18) یـانی دربیم نمبر سیخ

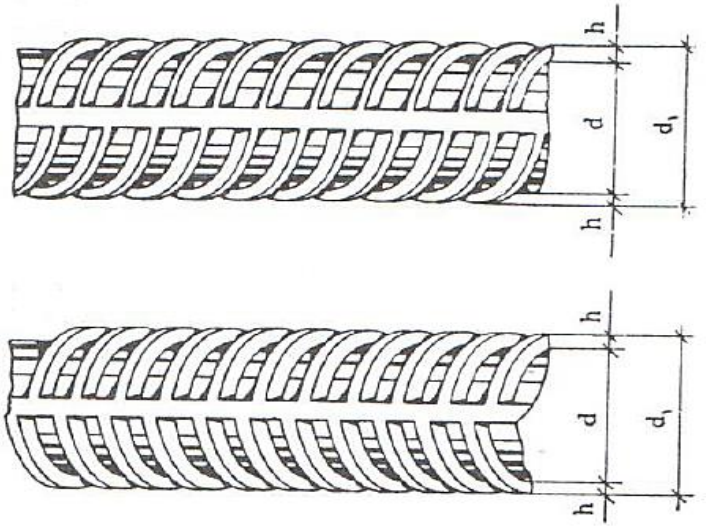
انچوپورې په (60Grade) ګریډ یا مارک چې په تسلیمېدنه کې یې مقاومت ($2\frac{2}{8}$ in) (60,000 psi) پونډ پر انچ مربع یا (60ksi) کیلوپونډ پر انچ مربع او یا هم (420MPa) میګا پاسکال پورې تولید یږي.

(ج) - د (ASTM A 996) په مطابق: دا ستندرد د اوسپنیز کانکرېټي ساختمانونو لپاره د د ریل او اکسل فولادو رخې لرونکواو هوارو یا صافو سیخانو مشخصات او ځانګړتیاوی ځرګندوي . په دې ځانګړتیاوو او مشخصاتو کې هغه سیخان چې د ریل دپټلیو او همدارنګه دریل په ټایرونو کې کارېدلو فولادو څخه تولید یږي. دا ډول سیخان په نرمۍ یا د شکل دلېدنه مننې او کرېدنې کې دد (A 615) سیخانو په پرتله کمزوري دي ، له همدې امله د (ACI Code) غوښتنې له مخې په اوسپنیزکانکرېټي ساختمانونو کې په ډېره پراخه کچه نه کاریږي.

په ټوله کې د اوسپنیزکانکرېټي ساختمانونود سیخبندۍ لپاره د مارک یا ګریډ له مخې څلور ډوله سیخان (40 Grade) ، (50 Grade) ، (60 Grade) او (75 Grade) کاریږي، چې په تسلیمېدنه یا سیالیت (yield) حالت کې یې مقاومتونه په ترتیب سره (40 ksi) کیلوپونډ پر انچ مربع یا (280 MPa) میګا پاسکال ، (50 ksi) کیلوپونډ پر انچ مربع یا (350 MPa) میګا پاسکال، (60 ksi) کیلوپونډ پر انچ مربع یا (520 MPa) میګا پاسکال او (75 ksi) کیلوپونډ پر انچ مربع یا (525 MPa) میګا پاسکال کېږي. خو د دې یادشویو سیخانو څخه د(60 Grade) ګریډ چې د تسلیمېدنې یا سیالیت (yield) حالت کې یې مقاومت (60 ksi) کیلوپونډ پر انچ مربع یا (520 MPa) میګا پاسکال دی ډېر په پراخه کچه د اوسپنیزکانکرېټي ساختمانونو لپاره کاریږي. خو که چېرې دا ډول سیخان په ساختماني ساحو کې نه پیداکیږي بیا د نورو ډولو سیخانو څخه ګټه اخیستل کیږي[21: 109-100].



31.2 - شکل: فولادي سيخان (a)- په متريک (SI) سيستم د سيخ ښودنه. (b)- په امريکايې سيستم د سيخ ښودنه [21 : 107].



32.2 - شکل: رخې لرونکي فولادي سيخان [6 : 44].

د (ASTM A 615) او د (ASTM A 706)ستندرد پر بنسټ په (2.23- جدول) کې ښودل شوي سيخان په يوولس کچو او سايزونو پيداکېږي. چې د فولادي سيخانو قطر په (SI) يا په متريک سيستم کې په (mm) ملي متراوپه امريکايې (US) سيستم کې د

(ASTM) ستندرد له مخې په (inch) انچ چې د (1/8 in) انچه د ضرب له مخې پېژندل کېږي. لکه (10mm) ملي متره یا (No.3) یا (#3) یانې درېیم نمبر سیخ چې قطر یې in(3/8) انچه دی . همدارنګه په اوسپنیزکانکرېټي ساختمانونو کې کارېدونکي فولادي سیخانوتولیدپه (IS) یا په مټریک سیستم کې تر (40 mm) ملي متر قطر پورې او په امریکایې سیستم کې د (ASTM) ستندرد له مخې چې لکه (No.11) څخه تر(No.14) او تر(No.18) پورې تېوپ وهل شوي دی ،خو د (12,13, 15,16) او (17) نمبر قطرونو څخه ګټه نه اخیستل کېږي. سره بېره پر دې، د قطر له مخې د هر اندازه سیخ مساحت هم په(2.22- جدول) کې دهغې د شکل بدلون په اړه مالوماتو سره ښودل شوي دي. په دغه مالوماتو کې د هغوې ترمنځ فاصله ، لوړوالی او دهغوې د رخو ډول هم شامل دي[10 : 24].

22.2- جدول: د (ASTM A615) او(ASTM A615) سټندرد د غوښتنې له مخې د سیخانو میخانیکي خواص لنډیز [21 : 108].

د (ASTM A 706) په مطابق فولادي سیخان		د (ASTM A 615) په مطابق فولادي سیخان						د سیخانو میخانیکي خواص
60 Grade		75 Grade		60 Grade		40 Grade		
Psi	MPa	psi	MPa	Psi	MPa	Psi	MPa	
80,000	560	100,000	700	90,000	630	70,000	490	کششي اعظمي مقاومت
60,000	420	75,000	525	60,000	420	40,000	280	تسلیمېدنې اصغري مقاومت
78,000	546	-	-	-	-	-	-	تسلیمېدنې اعظمي مقاومت
په سلنې سره په (200mm) ملي متره یا (8 in) انچو اوږدوالی اندازه کې اصغري غځېدنه								
14	14	-	-	9	9	11	11	No.3(10 mm)
14	14	-	-	9	9	12	12	No.4 and No.5 (13 mm and 16mm)
14	14	7	7	9	9	12	12	No.6 (19 mm)
12	12	7	7	8	8	-	-	No.7 and No.8 (22 mm and 25mm)
12	12	6	6	7	7	-	-	No.9, 10 and No.11 (28mm, 32mm and 35mm)
10	10	6	6	7	7	-	-	No.14 and No.18 (44 mm and 57mm)
د کږېدنې ازمایښت لپاره کوچني قطر لرونکي سیخان. دلته (d) د سیخانو نومینالی قطر دی								
3d	3d	-	-	3.5d	3.5d	3.5d	3.5d	No.3, 4 and No.5 (10mm, 13mm and 16mm)
4d	4d	5d	5d	5d	5d	5d	5d	No.6 (19 mm)
4d	4d	5d	5d	5d	5d	-	-	No.7 and No.8 (22 mm and 25mm)
6d	6d	7d	7d	7d	7d	-	-	No.9, 10 and No.11 (28mm, 32mm and 35mm)
8d	8d	9d	9d	9d	9d	-	-	No.14 and No.18 (44 mm and 57mm)

23.2- جدول: د (ASTM A615) غوښتنې له مخې د سیخانو ځانګړتیاوې [11 : 5].

د سیخانو نمبر Bar No.	قطر (mm)	قطر(in)	مساحت (cm^2)	مساحت (in^2)	د شکل د بدلون له مخې غوښتنې Deformation Requirement		
					اعظمي منځنۍ فاصله Max. Ave Spacing (in)	اعظمي منځنۍ ارتفاع Max. Ave Height (in)	اعظمي تشه Max. Gap (in)
3	10	3/8	0.785	0.11	0.26	0.015	0.14
4	12	½	1.131	0.20	0.35	0.020	0.19
5	16	5/8	2.011	0.31	0.44	0.028	0.24
6	18	6/8	2.545	0.44	0.52	0.038	0.29
7	20	7/8	3.142	0.61	0.61	0.044	0.33
8	25	1	4.909	0.79	0.70	0.050	0.38
9	28	1 1/8	6.158	1.00	0.79	0.056	0.43
10	30	1 ¼	8.042	1.27	0.89	0.064	0.49
11	35	1 3/8	10.20	1.56	0.99	0.071	0.54
14	44	1 ¾	15.20	2.25	1.19	0.085	0.65
18	56	2 ¼	22.00	4.00	1.60	0.105	0.86

همدارنګه د روسي ستهندرد له مخې سیان په شلورو کلاسونو (A-I)، (A-II) ، (A-III)، (A-IV) ، (A-V) او (A-VI) ویشل شوي دي، په یاد شویو کلاسونو کې د (A-I) کلاس سیخان ښوی سیخان دي او نور کلاسونه رخې لرونکي سیخان دي ، چې میخانیکي خواص یې په لاندیني (2.24- جدول) کې ښودل شوي دي[9 : 49].

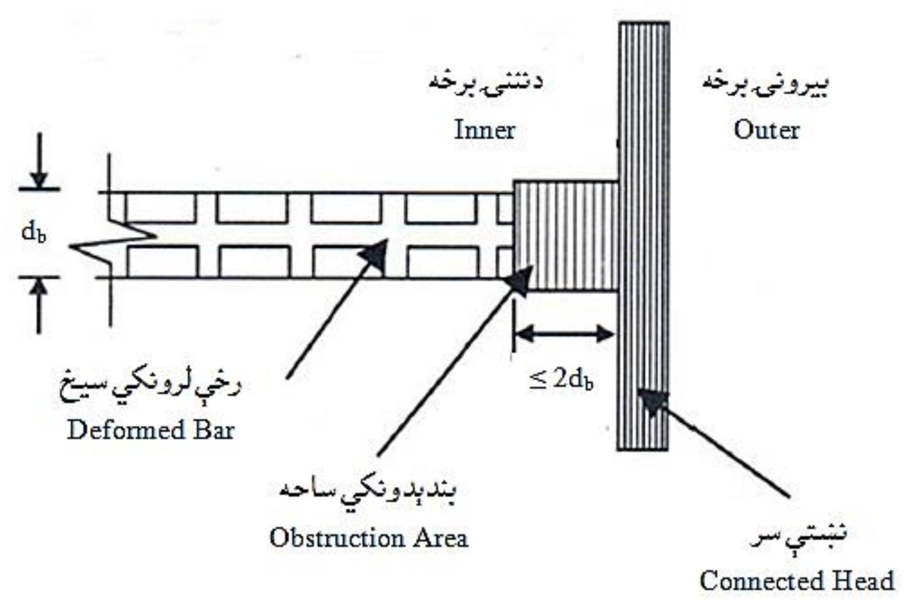
24.2- جدول: د روسی ستهندرد له مخې د تولیدېدونکو سیخانو میخانیکي خواصو لنډیز [9 : 949].

د فولادي سیخانو ډول	د تسلیمېدنې مقاومت (f_y) په (MPa)	د تسلیمېدنې مقاومت (f_u) په (MPa)	په (%) سلنې د تخریب پر مهال د نهایي شکل بدلېدنه
A-I	230	380	25
A-II	300	500	19
A-III	400	600	14
A-IV	600	900	8
A-V	800	1,000	7
A-VI	1,000	1,200	6

په روسیه کې د تولیدېدونکو فولادي سیخانو ستهندرد قطرونه په ترتیب سره د ملي متر د اندازې له مخې په 10mm، 12mm، 14mm، 16mm، 18mm، 20mm، 22mm ، 25mm، 28mm، 30mm، 32mm، 34mm، 36mm، 38mm، 40mm، 50mm او 60mm دي[9 : 49].

په اوسپنیزکانکرېټو کې سر لرونکي فولادي سیخان د (ASTM A 970/970M-06) ستنډرد له مخې په (ACI 318-08) کود کې په پام کې ونیول شو. سر لرونکې فولادي سیخان دفولادي سیخانو دچنګک په شانته د پراختیا یا غځېدنې او مقاومت لپاره په پام کې ونیول شي. په(13.32- شکل) کې د (ACI) کود د غوښتنې له مخې سرلرونکي سیخان (Headed bar) ښودل شوي دي. د رخې لرونکي سیخانو د نښلیدنې یا اتصال لپاره ،کوږ شوي سر پوښ د ولډنګ یا د بخې په واسطه تیارېږي ، نو له دې امله د شکل د بدلون څخه مخنیوي کېږي. د (ACI) کودلارښوونه کوي ،چې د دې ډول مخنیوي اوږدوالې باید چې د($2d_b$) څخه ډېر نه شي ،همدارنګه د سرپوښ شوي سیخ زغمونکې خالص مساحت باید

چې د (4A_b)څخه لږ نه شي ، دلته (d_b)او (A_b) په ترتیب سره د سرپوښ شوي سیخ قطراو مساحت دی [13 : 23] .



33.2 - شکل: سر او رخدارلرونکې فولادي سیخ [13 : 23] .

2- دفولادي سیخانو مقاومت او شکل بدلون یا نسبتي اوږدېدنه (Reinforcing Steel bars strength and strain)

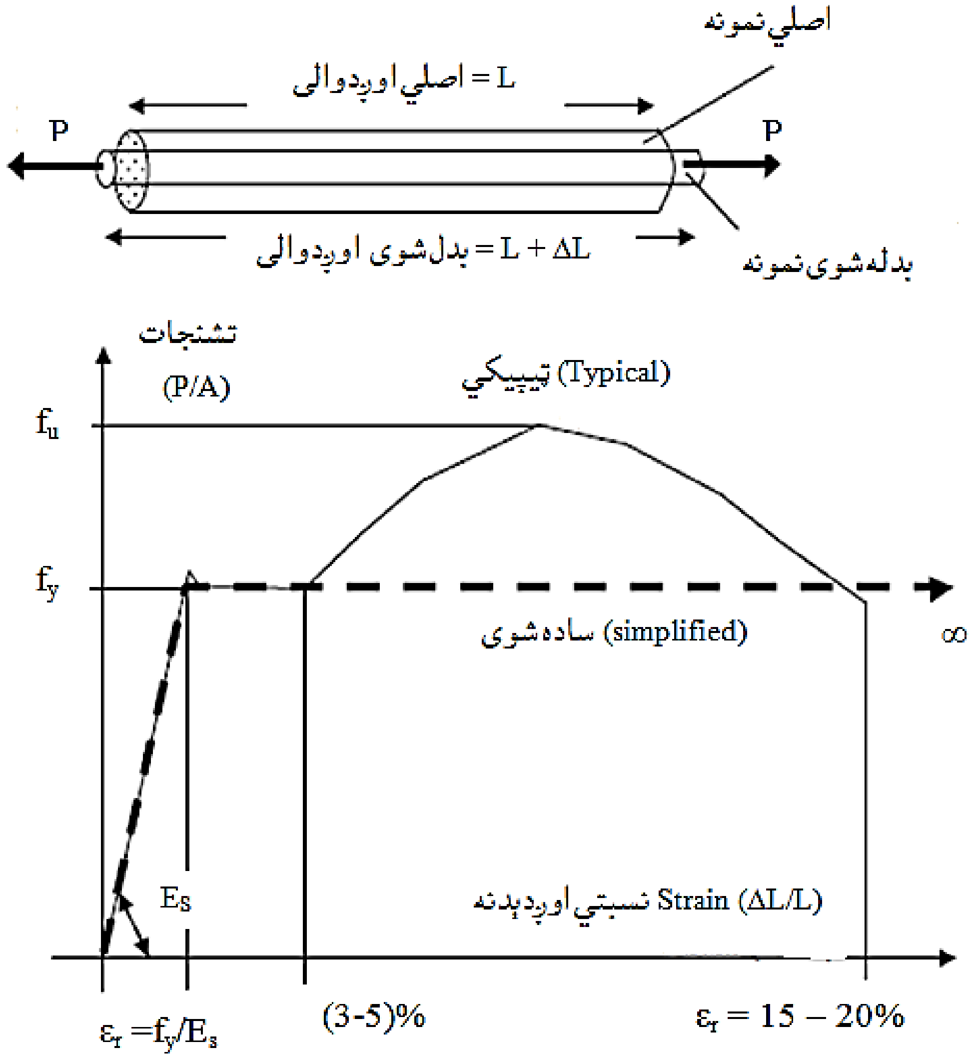
د فولادي سیخانو د مقاومت او شکل بدلون یا نسبتي اوږدېدنې ځانګړتیاوي او مشخصات د تشنجاتو- نسبتي اوږدېدنې منحني له مخې ، چې د فولادي سیخانو د نمونې د کششي ازمایښت له امله په لاس راځي ، ټاکل کېږي. په ټیپیک ډول سره په (2.33 - شکل) کې د فولادود تشنجاتو - نسبتي اوږدوالی (Stress – Strain) منحنی ښودل شوي ده[19 : 27] .

همدغه راز په (2.33 - شکل) کې ساده شوي دیاګرام د فولادو د تشنجاتو - نسبتي اوږدوالی څخه ترکیب مومي. د فولادو د تشنجاتو - نسبتي اوږدوالی د ساده شوي

دیاګرام د ارتجاعي او په بشپړه توګه د پلاستیکي موادو د محاسبې پېچلتیا تر ډېره برېده راکمېدنه څرګندوي . په ټیپیک ډول سره د فولادو د سیالیت (تسلیمېدنې) تشنجات (Yield Stress) یا (f_y) د تجربو له مخې د نسبتي اوږدوالي (Strain) په سختېدنه کې د نهایي تشنجاتو (Ultimate Stress) یا (f_u) پورې په سر کې واقع وي . په ساده شوي دیاګرام کې فولاد د سیالیت یا تسلیمېدنې څخه وروسته د فولادو په پاتې کېدنه کې د سیالیت یا تسلیمېدنې تشنجات نومېږي. په دارنګه ساده کېدنه کې ممکن په محاسبه او ډیزاین کې ډېره کوچنۍ خطاء رامنځته شي ، خو سره له دې ډول خطاء هم محفوظ وي . په عمومي ډول سره د فولادو د تشنجاتو - نسبتي اوږدوالی د ساده شوي دیاګرام د او سپنیز کانکرېټو د محاسبي لپاره کارېږي ، چې د امریکا د کانکرېټو انستیتوت (ACI Code) کود په واسطه قبول شوې دی.

په (2.33 - شکل) کې:

1. f_y - د فولادو د سیالیت یا تسلمېدنې مقاومت دی.
2. f_u - د فولادو نهایي تشنجات دي.
3. E_S - د فولادو د ارتجاعیت مودول (Modulus of Elasticity of Steel) دی ، چې د ($0.2x10^6$MPa) میګاپاسکال یا ($29x10^6$ psi) سره مساوي کېږي.
4. $\varepsilon_y = f_y/E_S$ - (Yield Strain of Steel) د فولادو د سیالیت یا تسلیمېدنې نسبتي اوږدوالی دی.
5. ε_r - د فولادو د نسبتي اوږدوالی شلېدنه ده ، کله چې کششي ویجاړېدنه پیښه شي.



34.2 - شکل: د فولادو د (Stress – Strain) دیاګرام دی[10 : 25].

د(34.2 - شکل) څخه څرګندېږي ، چې په ټیپیک ډول سره د فولادو د تسلیمېدنې یا سیالیت حد (Yield) د نسبتي اوږدوالي (Strain) له(3%) سلنې څخه تر (5%) سلنې پورې ادامه پیداکوي او په کشش کې د فولادو تر شلېدنې (Rupture) د نسبتي اوږدوالي (Strain) د (15%)سلنې څخه تر (20%) سلنې پورې ساحه نیسي. پر رخې لرونکو سیخانو

سربېره په کانکرېټو کې د سیخانو اچولو لپاره د ولډنګ شوېو سیمانو جالیو (Welded Wire Fabric) یا (WWF) څخه هم کار اخیستل کېږي. د ا ډول جالۍ د پوښښ تختو (Slabs) کې ډېري کارېږي.

ولـډنګ شویـو سیمانـو جالـۍ یا (WWF) د دوو لایو څخه چې یو په بل د عمود وي د سرو کش شوېو سیمانو څخــه جـوړېږي ، چې د سیـالیت یا تسلیمېـدنې مقاومت (Yield Strength) یې د (518 MPa) څخه تر (550 MPa) یاد (75 ksi)کیلو پونډ پر انچ مربع څخه تر (80 ksi)کیلو پونډ پر انچ مربع پورې دی او د تقاطع په نقطه کې ولډنګ کېږي . دولډنګ شویو سیمانو جالۍ کېدای شي د ښویو یا رخې لرونکو سیمانو څخه جوړې شي ، په جالیو کې سیمان او دهغې تر منځ فاصله د محاسبې او ډیزاین د غوښتنو او اړتیاو له مخې ټاکل کېږي. دولډنګ شویو سیمانو جالۍ په(2.33- شکل) کې ښودل شویو جالیو په څېر په هوار یا رولې جالیو په ډول جوړېږی او د کار ساحې ته لیږدول کېږي ، چې په عمومي توګه د پوښښ په تختو او هوارو کارونو کې ترې ګټه اخیستل کېږي . د ولډنګ شوېو سیمانو جالیو ډولونه لاندینۍ ځانګړتیاوې لري:

$$a \times b - Sc \times S'd \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (26.2)$$

دلته:

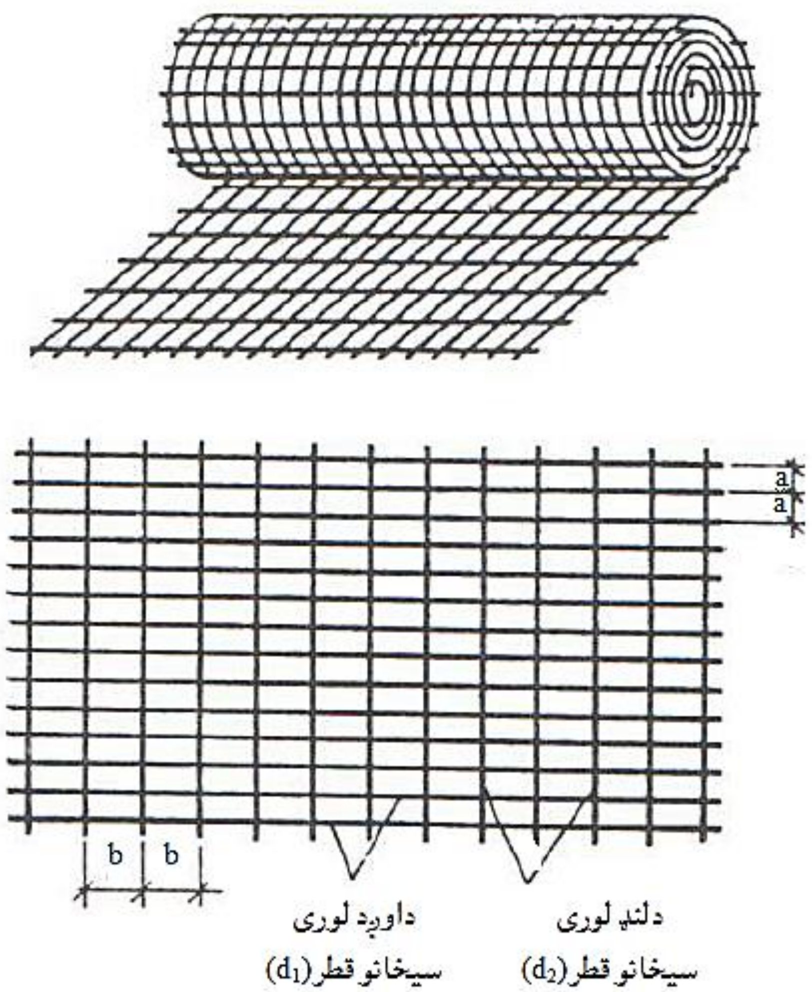
a او b - په ترتیب سره د اوږد لورې او لنډ لورې د سیمانو تر منځ فاصلې دي ، چې په عمومي ډول سره دا فاصلې(150 mm) ملي متره یا (6 in) انچه اویا (100 mm) ملي متره یا(4 in) انچه نیول کېږي.

S او 'S - په ترتیب سره د اوږد لورې او لنډ لورې د سیمانو ځانګړتیاوې ښیې ، چې دوه ډوله د (W) او (D) ځانګړتیاوې ، په ترتیب سره ښویې او رخې لرونکې پرې تو پیر کېږي.

c او d - په ترتیب سره د اوږد لورې او لنډ لورې د سیمانو د عرضي مقطعي مساحت دی ،چې په (mm^2) ملي مترمربع یا په (in^2) انچ مربع سره ښودل کېږي.

25.2 - جدول: د ولډنګ شوېو سيمانو جاليو (WWF) عمومي اندازي او ډولونه[27:10].

د رخې لرونکو سيمانوولډنګ شوې جالۍ WWF deformation	د فولادو مساحت Steel Area (in^2/ft)	
	د اوږد لوري سيمان Longitudinal	متقابل لوري سيمان Transverse
رولي Rolls		
6 x 6 – W1.4 x W1.4	0.028	0.028
6 x 6 – W2 x W2	0.040	0.040
6 x 6 – W2.9 x W2.9	0.058	0.058
6 x 6 – W4 x W4	0.080	0.080
4 x 4 – W1.4 x W1.4	0.042	0.042
4 x 4– W2 x W2	0.060	0.060
4 x 4 – W2.9 x W2.9	0.087	0.087
4 x 4 – W4 x W4	0.120	0.120
تختي Sheet		
6 x 6 – W2.9 x W2.9	0.058	0.058
6 x 6 – W4 x W4	0.080	0.080
6 x 6 – W5.5 x W5.5	0.110	0.110
4 x 4 – W4 x W4	0.120	0.120



35.2 - شکل: فولادي سیخانو څخه جوړې شوی جالۍ [6 : 44] .

لنـــډيــــز

په تېرفصل کې یادونه وشوه چې اوسپنیز کانکرېټ د دوو نورو ساختمني مادو (کانکرېټو او فولادي سیخانو) د یوځای کېدنې څه حاصلېږي. کانکرېټ یوه غیر متجانسه ساختماني ماده ده، چې سمنټو، ډکوونکو موادو (کریږ یا جغل او شګې)، اوبو او د اړتیا پرمهال د کیمیاوي علاوه کوونکو د منظم ترکیب څخه حاصلېږي.

د ښو، ډاډمنو، مطلوبه او د کښه کیفیت لرونکو کانکرېټو د لاسته وړانې لپاره اړینه ده، چې د هغې ترکیبي اجزاء ډاډمن او د ښه کیفیت لرونکي وي. د کانکرېټو د ترکیبي اجزاو څخه یو هم سمنټ دي، چې کیمیاوي ماده ده، چې د حاصلولو لپاره یې د کانکرېټو په ترکیبي اجزاووکې سمنټ او د سمنټو اجزاوو، د سمنټو کېمیاوي تحلیل او د سمنټوفــزیکي خواص مطالعه کېږي. د سمنټو په فزیکي خواصو کې، په هغې د رطوبت او د تودوخې اغېزه، د سمنټو میده والی، د سمنټو د ستهندرد خمیرې لپاره د اوبو د اړتیا، د سمنټو د سختېدو (جوش خوړلو) وخت، د سمنټو د صحت او درستوالي ازمایښت او د سمنټو دفشاري مقاومت په هکله لازمه مطالع ترسره کېږي. د هغې د ترکیبي اجزاو کیمیاوي او فزیکي تحلیلونه او ازمایښتونه تر سره کېږي تر څو په پایله کې یې مطلوبه سمنټ د کانکرېټو د ترکیب لپاره په پام کې ونیول شي. په کانکرېټو کې د سمنټو شتون د هغه کیمیاوي فعل او انفعال لپاره دي، چې د اوبو د یو ځای کېدنې په پایله کې یې د ډکوونکو موادو پر چاپیرد کلکېدنې لپاره اړین دی.

د کانکرېټو دبل ترکیبي جز یانې ډکونکونکو مواد دي چې د کانکرېټو د اصلي حجم جوړونکي دي، چې په دوو ډولونو د کانکرېټو د جوړولو لپاره ترې ګټه اخیستل کېږي. کوچني ډکوونکي او لوی ډکوونکي دي، چې په خپل مناسب او وړ ترکیب سره د کانکرېټو د جوړېدنې لپاره کارېږي. په کانکرېټو کې د ډکوونکو موادو لپاره اړینه ده چې د هغې د میخانیکي خواصو، د ښنبلېدنې، د مقاومت، کلکوالي (د ضربې په وړاندې مقاومت)، د سختۍ (د سولیدنې په وړاندې مقاومت) په هکله مطالعه تر سره شي. همدارنګه د ډکوونکو فزیکي خواصو په هکله چې په هغې کې مخصوص وزن، حجمي کثافت، منفذ لرنه او د اوبو جذب، د لمدبل یا رطوبت مقدار، د شګې حجمي انبساط یا پړسېدنه او د

ډکوونکو د حجم بدلون په اړه ثرګندونې لازم دي. په همدې شانته د ډکوونکو د تودوخې خواص ، په ډکوونکو کې خاورې او نور میده مواد ، په ډکوونکو کې د مالګو ککړتیا ، د ناپاکۍ له امله د ډکوونکونامناسبوالې ، د غلبېل په واسطه د ډکوونکو تحلیل ، دمیده والي ضریب، د ډکوونکو د دانه بندۍ اړتیا او د ډکوونکو اعظمي کچه او سایز په هکله اړین مالومات باید تر سره شي. د ښه کیفیت لرونکو کانکریټو د لاسته راوړنې لپاره اړینه ده ، چې د دواړو ډکوونکو د پورتنیو خواصو د ثرګندولو لپاره د ستندردنو د لارښوونې سره سم ازمایښتونه تر سره شي ، تر څو د کانکریټو د جوړېدنې سره سم ډکوونکي و کارېږي.

د کانکریټو د مخلوط په جوړولو کې د سمنټو سره د کیمیاوي تعالونو د سرته رسولو لپاره اړینه ده ،چې په لازمه اندازه اوبه واچول شي . داچې اوبه د کانکریټو د مخلوط د جوړونې مهم او اړین ترکیبي جز دي ، نو له همدې امله یې د کیفیت د ثرګندولو لپاره اړینه ده چې دکیمیاوي او فزیکي خواصو له پلوه بشپړه ډاډمنه وي . نو له همدې د امله یې ستندردونو د غوښتنې سره سم ازمایښتونه تر سره کېږي ، تر څو د ښه کیفیت لرونکي کانکریټي مخلوط د لاسته راوړنې لپاره مطلوبه د ښه کیفیت لرونکي اوبه تیارې شي.

همدا راز په ځینو حالتونو کې د کانکریټو د مخلوط د تیارولو لپاره اړینه برېښې چې په هغې کې غوښتنې سره سم کیمیاوي علاوه کوونکي واچول شي ، نو له دې امله د تیارېدونکو کانکریټو د مخلوط د غوښتنې له مخې د اړونده کیمیاوي علاوه کوونکو څخه ګټه اخیستل کېږي.

د کانکریټو د ترکیبي اجزاو د کیفیت د ثرګندونې څخه وروسته ، د دې موادو خواصو د مطالعې له مخې د کانکریټو د مخلوط طرحه او محاسبه ترسره کېږي ، چې د مطلوبه مقاومت لپاره دوزن اوبیا د حجم له مخې د پیمانې د تثبیتولو څخه وروسته د کانکریټو د ترکیبي اجزاوو اندازې ټاکل کېږي.

د کانکریټو د تیارولو څخه وروسته د تازه کانکریټو د کیفیت د ثرګندولو لپاره بېلابېل ډوله ازمایښتونه د (ASTM) له مخې ترسره کېږي . چې په دې فصل کې تازه کانکریټو او د هغې دخواصو چې په هغې کې د کانکریټو کارې وړتیا ، د سلمپ ازمایښت،

د تراکم ضریب یا فکتور ازمايښت ، د ويب ازمايښت ، د بهېدنې مېز ازمايښت ، د ازمايښتونو پرتلنې منحني اود تازه کانکرېټو په باره کې څرګندونې شوې دي.

د کانکرېټ د فشاري مقاومت له مخې په اوسپنيزکانکرېټي ساختمانونو کې کارېږي، نو دهغې د ښې څرګندونې لپاره د ستندرد کانکرېټو فشاري نمونو ، د کانکرېټو د فشاري تشنجاتو - نسبتي اوږدوالي خواصو، د کانکرېټو د ارتجاعيت مودول ، د کانکرېټو د پواسون ضريب يا نسبت په هکله او همدارنګه د کانکرېټو کششي مقاومت ، د کانکرېټو مستقيم کششي مقاومت ، په چاودېدنې کې د کانکرېټو کششي مقاومت او په کږېدنه (انحناء) کې د کانکرېټو کششي مقاومت په اړه څرګندونې شوي دي.

ښه او لوړ کيفيت لرونکو کانکرېټو د مخلوط تيارولو لپاره اړينه ده ، چې د کانکرېټو د ترکيبي اجزاوو د مخلوط محاسبه او طرحه سرته ورسيږي ، نو د همدې اړتيا له مخې په دې فصل کې د کانکرېټو د مخلوط د طرحې او محاسبې په هکله بشپړه مالومات د يوه مثال په حلولو سره ورکړل شوي دي.

همدارنګه د کانکرېټو د خواصو د څرګندولو لپاره اړينه ده ، چې د هغې د کانکرېټو انقباض او ځکېدنې (خزش) په اړه مالومات ولرو ، چې په دې فصل کې په دې هکله هم په دې اړه څرګندونه شوې ده.

په اوسپنيزکانکرېټو کې فولادي سيخان د عمده عنصر په توګه کارېږي ، چې په دې فصل کې د فولادي سيخانو ، او د هغوي خواصو ، دفولادي سيخانو طبقه بندي او دفولادي سيخانو مقاومت او شکل بدلون يا نسبتي اوږدېدنې د مطالعې لاندې نيول شوي دي.

پـــوښـــتنې

1- کانکرېټ څه ته ویل کېږي ؟

2- په کانکرېټو کې د ترکیبي اجزاوو اندازه د کانکرېټو د حجم له مخې په سلنې سره څومره دی ؟

3- کانکرېټ په کومو مرحلو کې جوړېږي ؟

4- د کانکرېټو په مخلوط کې د اوبو او سمنټو نسبت څه اغېزه لري ؟

5- په کانکرېټو کې تشې (خالیګاوې) سیستم په هکله څرګندونې وکړئ

6- دکانکرېټو انتقالي ناحیه یا ساحه څه ته ویل کېږي ؟

7- د سمنټو بنسټیزه اجزاوو ي کومې دي ؟

8- سمنټو کېمیاوي تحلیل په هکله خپلې څرګندونې وکړئ؟

9- د سمنټو د کیفیت څرګندولو لپاره د رطوبت ، تودوخې او میده والی باید په کومو حدونو کې محدود شوي وی ؟

10- د سمنټو د خمیرې د اوبو اړتیا ، د جوش خوړلو وخت ، د سمنټو درستوالی او فشاري مقاومت په څه ډول پیدا کېږي ؟

11- ډکوونکي مواد څه ته ویل کېږي او په څو ډوله دي ؟

12- د ډکوونکو د کیفیت څرګندولو لپاره باید کوم میخانیکي خواص مطالعه شي ؟

13- د ډکوونکو د کیفیت څرګندولو لپاره باید کوم فزیکي خواص مطالعه شي ؟

14- د کانکرېټو د جوړولو لپاره د کوم ډول اوبو څخه باید ګټه واخیستل شي ؟

15- د کانکرېټو کاري وړتیا څه ته ویل کېږي ؟

16- د کانکرېټو د پواسون ضریب څه ته ویل کېږي ؟

17- د کانکرېټو د ارتجاعیت مودل څه ته ویل کېږي ؟

18- د کانکرېټو د مخلوط طرحه او ډیزاین په څه ډول سرته رسیږي ؟

19- د کانکرېټو مارک یا ګریډ په څه ډول مالومېږي ؟

20- د کانکرېټو فشاري مقاومت د څه لپاره مالومېږي ؟

21- د کانکرېټو کششي مقاومتونه په کومو حالتونو کې مطالعه کېږي ؟

22- د کانکرېټو د تشنجاتو - نسبتي اوږدېدنې (شکل بدلون) منحني په څه ډول ده ؟

23- د کانکرېټو د سلمپ ازمايښت په څه ډول سرته رسيږي ؟

24- د کانکرېټو د تراکم ضريب په هکله خپل مالومات څرګند کړئ ؟

25- د کانکرېټو د بهېدنې مېز او ويبي ازمايښتونو په هکله خبل مالومات ځرګند کوئ؟

26- په چاودېدنه کې د کانکرېټو کششي مقاومت ازمايښت په څه ډول سرته رسيږي ؟

27- د کانکرېټو مستقيم کششي مقاومت په څنګه پيدا کېږي ؟

28- د کانکرېټو انقباض او څکېدنه (خزش) څه ته ويل کېږي ؟

29- په کږېدنه يا انحناء کې د کانکرېټو مقاومت په څه ډول پيدا کېږي ؟

30- څه ډول سيخان په او سپنيز کانکرېټي عناصرو کې کارېږي ؟

31- دفولادي سيخانو د طبقه بندۍ په هکله خپلې ځرکندونې وکړئ ؟

32- د فولادي سيخانو د مقاومت او شکل بدلون په هکله خپلې ځرکندونې وکړئ ؟

مـــاخـــــذونه

1- اطیابی ،اردشیر . (1385) ش . طراحی و کنترول مخلوط های بتن . ایران :جویبار تهران .ص ص(41-109) .

2- رمضانپور ،علی اکبر . محمدرضا ، شاه نظری . (1388). تکنولوژی بتن . ایران : میلاد نور تهران .ص ص(20-85) .

3- زندی ، یوسف . سهرابی ،قاسم. (1385) ش . تکنولوژی پیشرفته بتن . ایران : انتشارات فروزش تهران. ص ص(161-234).

4- طاحونی شاپور . (1393) ش . طراحی ساختمان های بتن مسلح . چاپ دوم . ایران: انتشارات علم و ادب . تهران .ص ص(6-11).

5- عالمي ،جان آقا. (1386) ل . د اوسپنیزوکانکرېټي ساختمانونو ډیزاین . کابل : مستقبل خپرندویه ټولنه.م م (2-29) .

6- کی نیا ،امیرمسعود . (1389) ش . آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه .اصفهان : جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان مرکز انتشارات ص ص.(1 -93) .

7- مستوفی نژاد ، داود. (1383) ش. سازه های بتن آرمه جلد اول. اصفهان:انتشارات ارکان .ص ص(21-67) .

8 -ACI Committee 318. (2014). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2014) and commentary on Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318R-2014), American Concrete Institute Farmington Hills, MI48331.Pp(43-65).

9 -Байков, В. Н. и Сигалов Э. Е. (1985). Железобетонные Констрокции. Стройиздат. Москва. Р (49).

10 -Bayasi, M.Z. (2010). Introduction to Reinforced Concrete Design. Montezuma Publishing Aztec Shops Ltd. San Diego State University press. San Diego- California 92182-1701. PP (6-99).

11-Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI). Design Hand Book. (2008). Tenth Edition. Printed in the United State of America.P (5).

12 -International Building Code. (2011). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. Pp (417- 425).

13 -MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete.New Yark. Pp (9-23).

14 -MacGinley, T. J. and B. S. Choo. (2003). Reinforced Design Theory and Examples, Second Edition. London. Pp (9-25).

15 -Mosley, Bill, John, Bungey and Ray, Hulse. (2007). Reinforced Concrete Design to Eurocode 2. New Yark. Pp (3-11).

16 -Neville, A. M. and J. J. Brooks. (2005). Concrete Technology. Person Education Singapore. Pp (8-393).

17 -Neville, A. M. (2005). Properties of Concrete. Person Education Singapore. Pp (53-265).

18 -Nilson, H., David, Darwin and Charles, Dolan. W. (2010). Design of Concrete Structures. Fourteenth Edition. McGran-Hill, a business unit of The McGran-Hill companies Inc., 1221 Avenue of the America, New York. P (32).

19 -Raju, N. Krishna and Pranesh, R. N. (2006). Reinforced Concrete Design. New Age International (P) Limited, publishers,4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 10002. pp (15-27).

20 -Ramamrutham, S. (2006). Design of Reinforced Concrete Structures. Sixteen Editions. New Delhi – India. pp 15-43).

21 -Wight, K. James and MacGregor. (2009). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Fifth Edition. Pearson Education prentice Hall Inc. Upper Saddle River New Jersey 07458. Pp (106 – 109).

دریــم فــصل

داوسپنیزوکانکریټو د محاسبې طریقې او باریدنه

(Reinforced Concrete Design Methods and Loading)

1.3- پــیـژنــدنــه (Introduction)

د ساختمانونو محاسبه او ډیزاین د ساختماني مقررو او قاعدو چې سټندرد یا (Code) ورته ویل کیږي او د محاسبوي طریقو پربنسټ سرته رسیږي. د ساختمانونو د محاسبې لپاره قاعدې او طریقې ځکه په پام کې نیول کیږي، چې ساختمان او د ساختمان ټول عناصر په پوره او بشپړه ډاډمنتیا سره جوړ شي او د ګټې اخیستنې وړ وګرځي. ساختمان باید د څلورو بنسټیزو معیارونو له مخې ډاډمن وي، چې په لاندې ډول ترې یادونه کیږي:

1- مناسبوالی یا وړتیا (Appropriateness): د ساختمانونو په جوړیدنه کې د ځایونو، وایو، د پوښښ د ارتفاع، ټرافیکي تګ راتګ ته لاسرسي او داسې نورې غوښتنې باید د ګټې اخیستنې پرمهال په بشپړه توګه تنظیموي. ساختمان باید د هغې د چاپیریال او د ښکلا له پلوه بشپړه وړ او مناسب وي.

2- اقتصادیتوب (Economy): د ساختمان د جوړیدلو مجموعي لګښت او قیمت باید د جوړونکي د بودیجې (یانې د جوړونکي د بودیجې سره سم وی) څخه ډېر نه وي. په وار وار سره د محاسبه کوونکو یا ډیزاین کاري ګروپ باید د ټول اقتصادي لګښت لاربښوونه وکړي.

3- ساختماني بسیاینه (Structural adequacy): د ساختمان بسیاینه دلاندېنیو دوو سترو بڼو له پلوه په پام کې نیول کیږي:

(الف) - ساختمان باید دومره مستحکم او ځواکمن یا قوی وي، چې د مخکني څخه په پام کې نیول شوي بارونه په ډاډمنه توګه و زغمي.

(ب) - ساختمان باید د کړوپېدنې ، کوږوالی ، لړزې او درز تر هغه بریده وي چې د ګټې اخیستنې پر مهال زیانمن نه شي.

4- د څارنې او ساتنې وړتیا (Maintainability): ساختمان باید داسې محاسبه او ډیزاین شي ، چې د ګـټې اخـیستنې پر مهال یې د څـارنې او ساتنې علـیه ډېره ساده لـږ لګښته وي [28:17].

2.3- د طرحې یا محاسبې موخې (Objective of Design)

د اوسپنیز کانکرېټي عنصر د محاسبې څخه موخه د هماغه عنصر د ښه محکمیت او لږ ارزښت څخه عبارت دی. په بنسټیزه توګه یو اوسپنیز کانکرېټي عنصر د دې لپاره محاسبه کېږي ، چې پوره کلکولې او محکمیت ولري یا د عاملو او وارده بارونو په وړاندې په هر ډول شرایطو کې پوره محکمیت او پایښت ولري. دلاندېنیو دلیلونو له مخې د عناصرو د دقیقې ارزونې شرایط ممکن نه دي:

1 - د اوسپنیز کانکرېټي عناصرو یا یو عنصر له پاسه د وارده بارونو او د بارونو ویشنې دقیقه وړاندوینه ممکن نه ده ، ځکه چې د بارونو د بارونې د احتمال پورې اړه لري. د ډېرې بارونه لکه د واورې ، باد او زلزلې بارونه د ارقامو او اټکل یا تخمین له مخې په احتمالي ډول ویشل کېږي. دا ډول د بار د مقدار او ویشنې اټکل ممکن د هغه مقدار او ویشنې سره چې په علمي ډول واقع کېږي ، تو پیر ولري.

2 - د مسالې مقاومت هم احتمالي ماهیت لري ، د وړاند ویل شوي مقاومت نهایي مقدار د ارقامو پر بنسټ او د هغې د ویشنې احتمالي حالت په هغه عنصر کې چې کارول شوي وي ممکن د هغه په عمل کې د میخانیکې مشخصاتو او یا ځانګړتیاوو سره توپیر ولري.

3 - د اوسپنیز کانکرېټي عناصرود تشنج اود مقاومت ټاکنه او تحلیل اصولاً د تیورۍ پر بنسټ سرته رسیږي ، خو ممکن په عمل کې په دې ډول نه وي. دا مسئله هم د تشنج د واقعي وړاند وینې شوي اندازې سره توپیر ښیي.

4 - د اوسپنیز کانکرېټي عناصرو جوړونه د انساني تېروتنو له مخې لکه څنګه چې د تیورۍ پر بنسټ په طرحه او ډیزاین کې په پام کې نیول شوي وي ، سره سمه نه وي. دا مسئله پر اوسپنیزکانکرېټي عناصروکې ډیره پېښېږي .

د پورتنيو مسئلو په پام کې نيولو سره د اوسپنيز کانکريټي عناصرو د پوره محکميت د لاسته راوړنې لپاره بايد د بارونو اندازه تر يو څه حده لوړه او د مقاومت اندازه يې يو څه حده پورې ټيټه په پام کې و نيو ل شي، تر څو د اطمنانيت يا ډاډمنتيا ضريب (Safety Factor) د يادو شويو شرايطو په وړاندې بشپړتوب ولري. اوسپنيزکانکريټي عناصرود ځانګړتياوو د ټاکنې لپاره د محاسبې دوړ طريقې او د اطمانيت يا ډاډمنتيا ضريب ټاکنه د محاسبې د طريقو څخه ده ، چې په پام کې نيول کېږي.

هر څومره چې د اطمنانيت يا ډاډمنتيا ضريب لوړ وي هماغومره د اوسپنيز کانکريټي عناصرو د محکميت اندازه لوړيږي. کله چې د اوسپنيز کانکريټي عناصرو د محکميت د لوړيدلو لپاره د لوړ اطمنانيت يا ډاډمنتيا ضريب کارېږي ،بايد چې اقتصادي لګښت هم په پام کې ونيول شي ، نوله دې امله د اوسپنيز کانکريټي عناصرو د محکميت تر څنګ د لږ لګښت مسئله هم په پام کې نيول کېږي. چې په پايله کې د محکميت او اقتصادي لګښت ځانګړتياو تر منځ وړ معادله طرحه او محاسبه بايد سرته ورسيږي [5:99-97].

3.3- د محاسبې مرحلې (Design Process)

د محاسبې مرحلې د پرله پسې - تکرارې پريکړواو تصميم نيولو مرحلو ته ويل کېږي ، چې د لاندېنيو درېو بنسټيزو مرحلو کې سرته رسيږي:

1- د مراجعه کوونکي يا مشتري د اړتياوو او لومړيتوبونو پېژندنه: ټولې ودانۍ او نور ساختمانونه د اړتياوو د بشپړولو لپاره جوړېږي. دا ډېره مهمه ده چې د ساختمان يا ودانۍ خاوند او ګټه اخيستونکي د پام وړ ودانۍ يا ساختمان په اړه پريکړو ، کيفيت او خاصيت مسئلو کې بايد ګډون ولري ، دا ځکه چې په دې مسئلو کې وظيفوي اړتياوي ، د ښکلا اړتياوي او بوديجوي اړتياوي شاملې دي. په وروستنۍ کې لومړنې قيمت او لګښت ، ګړندۍ جوړېدنه چې ژر خدمت کولو ته زمينه برابروي، د څارنې او ساتنې اضغري لګښت او داسې نور لاملونه او فکتورونه په کې شامل دي.

2- د پروژې د نظريي پراختيا: د مراجعه کوونکي يا مشتري د اړتياوو او لومړيتوبونو پر بنسټ يو لړ ممکنه نقشې برابريږي. لومړنې اټکلي قيمت او لګښت يې محاسبه کېږي او د سيستم نهايي ټاکنه او غوراوي ، د دې پوښتنې چې ايابشپړه طرحه او ډيزاين د مراجعه

کوونکي یا مشتري اړتیاو د اړینې بودیجي په شتون کې بشپړولی شي ؟ پر بنسټ سرته رسیږي. په عمومي توګه ، هغه سیستمونه چې په نظریاتي لحاظ ساده وی ، په هندسی او تفصیلي لحاظ سټندرد وي ، نو د ساختمان د جوړېدنې چارو ته يې دډېر اغېزمنه لګښت په پام کې نیولو سره کټ مټ په پرله پسې توګه د سرته رسېدنې لپاره مجوز کېږي.

د دې مرحلې په اوږدو کې د ساختمان عمومي نظریه غوره کېږي ، چې په دې کې د مومنټونو ، عرضي قوو او محوري قوو اټکلي تحلیل څخه تر د عناصرو لومړني ابعاد یا کچه د هرې ممکنه شیما لپاره غوره کېږي . کله چې دا سرته ورسیده ، نو بیا ممکنه چې اټکلي لګښت یا قیمت سرته ورسیږي او د ساختمان مرغوب سیستم غوره شي.

د ساختمان د طرحې د دې مرحلي په باور او ذمه وارۍ سره ، د ډیزاین هغه معیار چې د مناسبوالی ، اقتصادیتوب او د څارنې او ساتنې وړتیا لپاره په پام کې دي ، سرته رسیږي.

3- د انفرادي یا ځانګړو سیستمونو طرحه او ډیزاین: کله چې بشپړه نقشې او د ساختمان عمومي نظریه غوره شوه ، نو ساختماني سیستم کېدای شي چې طرحه او ډیزاین شي. د ساختمان په طرحه او ډیراین کې درې مرحلې شاملې دي. د لومړنې طرحې یا ډیزاین پر بنسټ ، دویمه مرحله چې غوره کېږي ، د ساختمان تحلیل له مخې په ساختمان کې مومنټونه ، عرضي قوي ، څرخوونکي او محوري قوي پیدا او محاسبه کېږي. چې په پایله کې ځانګړې اجزاء او عناصر د بارونو د دې اغېزو په وړاندې مقاومت او وړتیا څرګندېږي. همدا راز مناسبوالي ځینی مهال لکه د عناصرود ډیزاین په څېر ، باید هم په ټولیزه توګه د ښکلاپېژندنې ، د طرحې او ډیزاین د جوړولو وړتیا ، د میخانیکي او برښنایي سیستمونو همغږي او د نهایي ساختمان پایښت په پام کې نیولو له مخې تحلیل شي. د طرحې عملیي نهایي مرحله د ساختمان د ترسیم او ځانګړتیاوو برابرول دي [29:17].

4.3 - بارونه (Loads)

په ساختمانونو باندې عامل بارونه په درېیو بنسټیزو کټګوریو ویشل کېږي: مړه بارونه ، ژوندي بارونه او د چاپیریال بارونه [14: 9-8] .

په ټوله کې هغه بارونه چې او سپنیز کانکرېټي ساختمانونه اغېزمن کوي ، په لاندې ډول ترې یادونه کېږي:

(الف) - مړه یا دایمې او ثابت بارونه Dead Loads (D) : د ساختمان خپل وزن جمع د ساختمان له پاسه په دایمي ډول عامل او پایېدونکو بارونوته ویل کېږي . په دایمي پایېدونکو بارونو کې دبېلېدونکو دیوالونو ،دیوالونو ، د دایمي میخانیکي تجهیزاتو ، دروازو ، کړکیو، پنلونه ، مسطحو ، کاشي ، د بام پوښښ، د دیوالونو پلستر او هواریدونکي مواد ، ایرکندیشنرونه یاسړونکي او تودونکي تجهیزات او داسي نور شامل دي. مړاو یا دایمي او ثابت بارونه د محاسبه کوونکي انجنیر په واسطه د ودانۍ د ترکیبي عناصرو له مخې د خپل وزن پر بنسټ پیدا کېږي. دعناصرو وزن د هغې د حجمي وزن او د حجم د ضربېدنې په پایله کې په لاس راځي.

(ب) - ژوندي یا مؤقتي بارونه Live Loads (L) : د ودانۍ په وزن کې د خلکو په واسطه اشغال شوي او نور ګرځنده وزنونه دژوندي بارونو په نوم یادېږي . د ژوندیو بارونو محاسبوي قمیت د دولتي کودونو په واسطه د ودانۍ د ډول پر بنسټ پیدا کېږي. د محاسبې د ساده کولو لپاره د پوړ یا فرش په ساحه کې ژوندي بارونه دیوشانته بارشوی بار په څېر ښودل کېږي. په ټوله کې د ودانۍ ژوندي بارونه له هغه ژوندیو بارونو چې د کارېدنې له امله په ورځو ،ورځو پاتي کېږي او د هغه بارونو چې د لږې مودې لپاره پاتي کېږي ، ترکیب مومي. د ډېرې مودې لپاره پاتي کېدونکی ژوندي بار د ودانۍ په ژوند کې د پاتي کېدنې موده د استوګنې او یا د اجارې او کرایه اخېستونکو د بدلېدنې ، د دفترونو دتنظیمولو له امله د بدلېدنې اویا هم د داسې نورو بدلېدنو له مله بدلون مومي. ژوندي متمرکز بارونه هغه مهال واقع کېږي ، چې کله په دفترونو کې د مېلې اویا د غونډو لپاره په یوه ځای کې راټولېږي اویا مواد په مؤقته توګه په یوه ځای کې ایښودل کېږي. د ودانیو په کود کې بارېدنه د ودانۍ په ژوند کې د دې بارونو اعظمي برید په کوچنۍ ساحه کې په پام کې نیول شوې دی، چې په (3.5- جدول) کې ښودل شوي دي. کله چې د ودانۍ په ژوند کې د لنډې مودې ژوندي یا مؤقتي بار بیا تنظیمېږي ، نو د دغه برخې د وزن څخه په یوه اندازه ډېر په پام کې نیول کېږي. د مثال په توګه د استوګنې په ودانیو کې د ژوند کولو په ساحه کې ژوندي بار (40psf) پونډ پر فوټ مربع یا (200 kg/m^2) کیلوګرام پر مترمربع اویا (20 KN/m^2) کیلونیوټن پر مترمربع قبلېږي.

1.3- جدول: د (ASCE/SEI) په واسطه د ژوندیو بارونو ځانګړتیاوې [47:17].

ودانۍ او دهغې اړونده ځانګړتیاوې	ژوندي وېشلې بار		ژوندي متمرکز بار	
	په (KN/m²)	په (PSF)	په (KN)	په (lb)
اپارتمان لرونکي ودانۍ				
1- شخصي خونې او دهلېزونه 2- عامه خونې او دهلېزونه	2 5	40 100	- -	- -
اداري ودانۍ				
1- د انتظار خونه او د لومړي پوړ دهلېزونه 2- اداري خونې 3- د لومړي پوړ له پاسه دهلېزونه 4- د دوسیو او کمپیوټر خونې باید د دروند بار لپاره د انتظارکوونکو د مسلک پربنسټ محاسبه شي	5 2.5 4	100 50 80	180 180 180	2,000 2,000 2,000
د ښوونځیو ودانۍ				
1- درسي خونې 2- د لومړي پوړ له پاسه دهلېزونه 3- د لومړي پوړ دهلېزونه	2 4 5 5	40 80 100 100	90 90 90 -	1,000 1,000 1,000 -
زینې او د بېرون وتلو لارې	5	100	-	-
ګودامونه او ویرهاوسونه				
1- سپک 2- درانه	6.25 12.5	125 250	- -	- -
مغازې				
1- ځمکنی پوړ 2- پاسنی پوړونه 3- عمده پلورنځایونه	5 3.75 6.25	100 75 125	90 90 90	1,000 1,000 1,000

(ج) - د بام ژوندي یا مؤقتي بار(L_r) Roof Live Load : د بام له پاسه ژوندي بارونه د بامونو لپاره د خدمت کولو یا د ترمیمولو له امله د وزنونو څخه دي. دا بار د کود په واسطه مشخصېږي . چې دا بار په پراخه پیمانه (20psf) پونډ پر فوټ مربع یا ($100\ kg/m^2$) کیلوګرام پر مترمربع او یا ($10\ KN/m^2$) کیلونیوټن پر مترمربع قبلېږي.

(د) - د واورې بار (S) Snow Load : د وارې بار لامل د واورې وزن دی ، چې اقلیمي شرایطو له مخې د بام په سر انبارېږي یا راټولېږی. د واورې بار په ټیپیک ډول سره هم د کود په واسطه د ښارونو او هېوادونه د ودانېو لپاره د خپلو مترولوژیکي او اقلیمي شرایطو له مخې مشخصېږي.

(هـ) - د باران بار (R) Rain Load : د باران بار لامل د باران د اوبو وزن دی . د باران بار او وزن د ښارونو او هېوادونو د باران د اورښت د اندازې له مخې ټاکل کېږي.

(و) - د خاورې فشار (H) Soil Pressure : افقي بار دی ، چې د خاورې یا د ساختمان په هغه برخه کې چې د ځمکې د سطحې لاندې وي، د ځمکې لاندې اوبو له امله را منځته کېږي. د خاورې فشار د محاسبه کوونکي انجنیر په واسطه د خاورې د مالوماتي ارقامو او د ودانۍ د حالت پر بنسټ پیدا کېږي.

(ز) - د مایعاتو هایدروستاتیکي فشار (F) Hydrostatic Fluid Pressure: افقي بار دی ، چې د مایعاتو د هایدروستاتیکي فشار له امله رامنځته کېږي . دا بار هم د مایعاتو میخانیک د علمي پرنسیپونو پر بنسټ پیدا کېږي [9: 303,304].

(ح) - د باد بار Wind Load(W): هغه فشار چې د باد په واسطه وارد ېږي ، د هغې د اړونده سرعت د مربع پورې اړه لري. د باد د سېلۍ له امله لړزېدنه دا کړنې تر سره کېږي:

1- د باد د سېلۍ د طبیعي انرژۍ او د ودانۍ د بې ځایه کېدنې لپاره د اړینې انرژۍ تر منځ اړیکي.

2- د باد د سېلۍ د فریکونسۍ او د ودانۍ د طبیعي فریکونسۍ تر منځ اړیکې.

3- د ودانۍ د باد پر وړاندې مخنیوی.

د باد د قوې له امله فشار عموماً د کود او سټندرد په واسطه مشخصېږي او هیڅکله باید په سیمو کې د ډېرې ډاډمنتیا لپاره د لوړ ځانګړې محاسبه شوي بار څخه لږ نه شي.

د (ASCE/SEI) ستنډرډ د توصيي له مخې په ودانيو باندې د باد فشار د درېيو طريقو په واسطه محاسبه کېږي: ساده کېدونکې طرېقه (Simplified procedure) ، د ودانۍ تر پنځو اويا له هغې د لږو پوړونو باندې دباد د لګېدنې د محدوديت د تحليل طرېقه او هغه چې په عرضي مقطعه کې باد بار پرې نه لګېږي، دبرېريکيو لګېدل يا د باد ګردلې ،د باد سره په يوه لوري په منظمو ودانيو د محدوديت د باد دګردلې طرېقه د ودانيو کمپلکس لپاره کارېږي. مونږ بايد تحليلي طرېقې ته پاملرنه وکړو چې د هغې په واسطه دباد بار په ودانيو محاسبه کړو. په تحليلي طرېقې سره دباد فشار ، په مقاوم سيستم د باد قوي د لاندېني فورمول په واسطه پيدا کېږي:

$$P = qGC_p - q_i(GC_{pi}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1.3)$$

دلته:

$q = q_z$ - که د باد د فشار سرعت د ځمکې د سطحې څخه دباد په لوري ديوال د (z) په ارتفاع کې ارزول کېږي. يا هم $q = q_h$ - که د باد فشار (رانښکنه) د بام پر سر دباد پرلوري يا دباد تر شا ديوالونو او اړخ ديوالونو لپاره ارزول کېږي ، چې دبام ارتفاع د (h) په اندازه وي.

q_i- د ودانۍ د داخلي ديوالونو او بام داخلي فشار (رانښکنه) دی ، چې د دبام د اصلي ارتفاع په لوړوالي کې ارزول کېږي.

د باد مجموعي فشار ، دباد لوري ته مخامخ ديوالونو باندې د بېروني فشار او د باد تر شا په ديوالونو د رانښکنې فشارونو مجموعه ده ، چې په لومړۍ دوره کې د ښې لاس ديوال فشار چې د (3.1) معادلې په واسطه پيدا کېږي جمع د دويمې دورې فشار(P_i) چې د داخلي فشار لپاره محاسبه کېږي ، په لاس راځی. داخلي فشار (P_i) په هره موده کې د ټولې داخلي سطحې لپاره يو شانته دی. نو داخلي فشار يا رانښکنه د باد پر لوري داخلي ديوال ، د باد لوري د شا داخلي ديوال د داخلي فشار او رانښکنې سره د لوري په مقابل کې ، سره مساوي په پام کې نيول کېږي. په پايله کې په باالمقابل ديوالونو باندې د باد داخلي قوه په پام کې نه نيول کېږي ، پرته له ځينو حالتونو څخه يوازې تر بيروني سطحې پورې ، د اساسي باد د قوي په وړاندې ، په مقاوم سيستم کې مقاومت کوي. په (3.1) معادله کې اصطلاحات په لاندې ډول تعريف کېږي:

محاسبوي فشار(P) : محاسبوي فشار په (KN/m^2) کیلونیوټن پر متر مربع یا (psf) په پونډ پر فوټ مربع سره هغه معادل فشار یا راښکنه (Suction) دی ، چې د پام لاندې سطحې له پاسه په عمودي ډول په عمل کولو فرضېږي.

د باد د سرعت فشار (q) : د باد پر لوري دیوال د باد د سرعت فشار (q) په (KN/m^2) کیلونیوټن پر متر مربع یا (psf) په پونډ پر فوټ مربع سره ، هغه فشار دی ، چې د باد د لګېدنې له امله په ځوړنده مخامخ هواره سطحه باندې پیدا کېږي ، چې فورمول یې په لاندې ډول دی:

$$q_z = 0.00256\ K_zK_{zt}K_dV^2I\ (psf) \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2.3)$$

په پورتني فورمول کې:

V- د باد د درېیو ثانیو د سېلۍ په (Mil/hour) میل پر ساعت یا (m/hour) متر پر ساعت سره سرعت دی ، چې د ځمکې د سطحې څخه د (33 ft) فوټو یا (10m) مترو په لوړوالي په ازاده سیمه کې (چې په ځینو کلنو کې له یوه څخه تر پنځوس ځلو پورې پېښېږي) په پام کې نیول کېږي.

K_z - د سرعت فشار د څرنګوالي ضریب دی ، چې د ارتفاع په لوړېدنې سره ډېرېږي او د سیمې د سطحې زیږوالی منعکسوي.

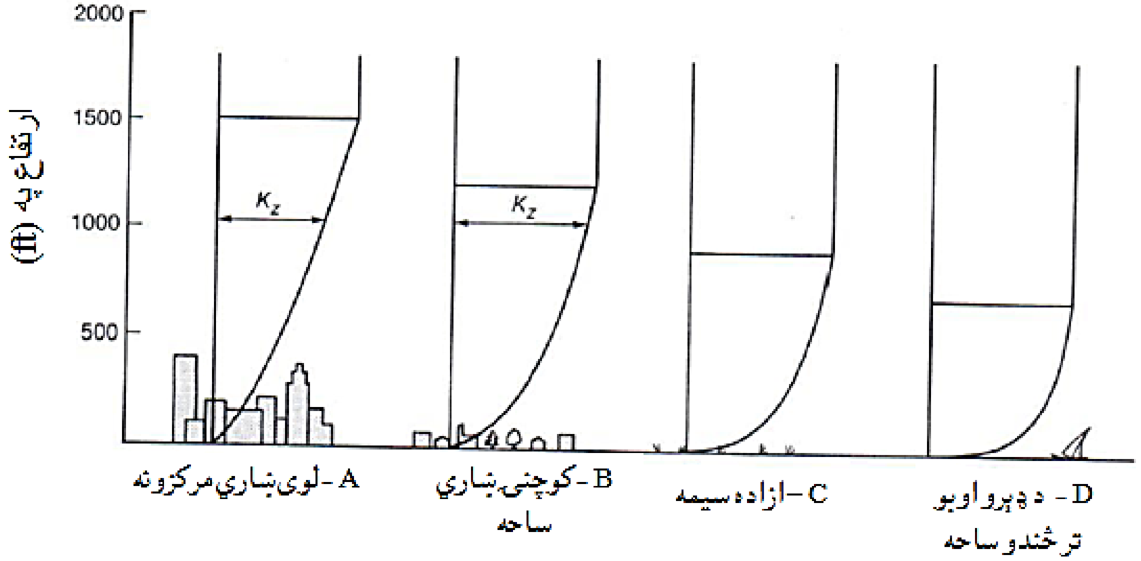
K_{zt} - توپوګرافیکي ضریب دی ، چې د غونډیو له سره څخه د باد د تېرېدنې د چټکتیا د ډېروالي لپاره په پام کې نیول کېږي.

K_d - د لوري د څرنګوالي ضریب دی ، چې د مستطیلي ډوله ودانیو لپاره (0.85) او د دایروي ټانکونو او دې ورته ساختمانونو لپاره له (0.90) څخه تر (0.95) پورې نیول کېږي.

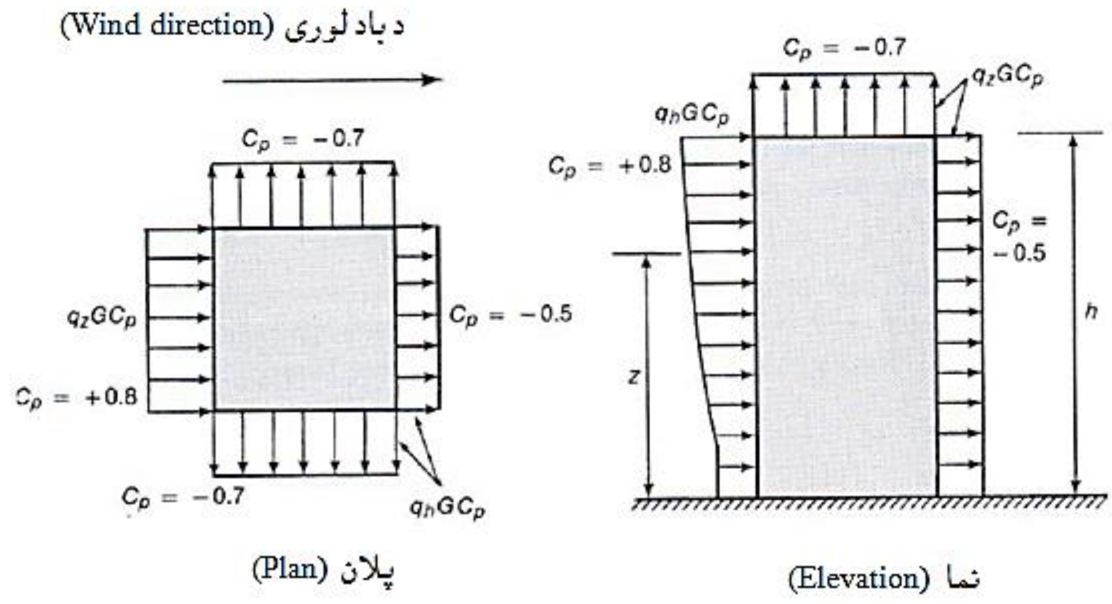
I- مهم ضریب دی ، چې د ودانۍ د کارېدنې د ګټورتیا پورې تړلی دی. چې د لومړۍ کټګورۍ ودانیو لپاره (0.87) ، د دویمې کټګورۍ ودانیو(نارمل ودانیو) لپاره (1.0) ، د درېیمې او څلورمې کټګورۍ ودانیو لپاره (1.15) قبلیږي. دا قیمتونه د بیا پېښېدنې د مودې پورې اړه لري ، چې یو په پنځه وېشت کلونو کې لومړۍ کټګوري ودانۍ دي ، یو په پنځوسو

کلونوکې دویمه کټګوري ودانۍ دي او یو په سلو کلونو کې دربیمه او څلورمه کټګوري ودانۍ دي.

په هر موقعیت کې د باد سرعت دمطالعي لاندې ساختمان سیمي د باد سره مخامخ سطحې د زیږوالی له مله اغېزمن کېږي. د (700 ft) فوټو څخه تر (1,500 ft)فوټو یا د (210m) مترو څخه تر (460 m) مترو پورې د باد سرعت په یوه حالت (یو نواخت) وي ، لکه په لاندېني (1.3 - شکل) کې د (Kz) ضریب له مخې عمودي خطونو په واسطه ښودل شوي دي. د دې ارتفاع څخه ټیټ د باد سرعت کمېږي خو که باد ډېر آله ګوله لرونکی او تند وي ، نو په ښاري سیموکې یې اغېزه د کلیوالي سیمو په پرتله ډېره وي.



1.3- شکل: د بېلابېلو سیمو لپاره د سرعت فشار د ځرنګوالي ضریب (Kz) پروفیل دی [51:17].



2.3- شکل: په ودانیو کې دباد فشار او راښکنه [52:17].

په (2.3- معادله) کې د (K_z) ضریب د ازادي سیمي سطحې لپاره د (z) فوټه یا متره تر (33 ft) فوټه یا (10 m) ځمکي د سطحې پورته ارتفاع کې د باد د فشار پورې اړه لري. د (ASCE/SEI) سټنډرد د (K_z) ضریب لپاره جدولونه او معادلې ورکړې دي ، چې د سیمو (ښاري ، کلیوالي او داسې نورو) او د پورتنۍ یادي شوي ارتفاع پورې اړه لري.

د اړخ دیوالونو ، شاتني دیوالونو او د بامونو د سطحې لپاره (q_h) ثابته راښکنې (منفي فشار) د ه ، چې د (h) په کارونې سره دبام د منځنۍ ارتفاع سره مساوي کېږي.

د سېلۍ د غبرګون ضریب (G): په (3.1- معادله) کې د سېلۍ ضریب (G) د باد او ساختمان د ډینامیکي خواصو پورې اړه لري. چې د ودانیو د تغیرمننې لپاره محاسبه کېږي ، د ډېری ودانیود کلکېدنې د هڅې لپاره دا ضریب د (0.85) سره مساوي قبلېږي.

د داخلي فشار ضریب (C_p): کله چې باد د ساختمان څخه تېر شي ، نوباد فشار په مخامخ دیوال باندې مثبت فشار دی ، خو د باد شاتنې دیوال، اړخ دیوال اوپه بام باندې منفي فشار (راښکنه) دی ، لکه په (3.2- شکل) کې چې ښودل شوې دی. بشپړه فشار چې د ساختمان په محاسبه اوډیزاین کې ترې ګټه اخیستل کېږي، د(3.1- معادلې) په واسطه پیدا کېږي. په دې معادله کې (C_p) باد ته د مخامخ دیوالونو او باد ته د شاکړیو دیوالونو د

فشار د ضریبونو مجموعه یا توپیر دی. چې د چپې خوا باد ته مخامخ دیوال د فشار لپاره د (C_p) فشارضریب د (3.2- شکل) له مخې د ($C_p = + 0.80$) سره مساوي نیول کېږي او د راښکـنې لپاره د ښـې خوا دیـوال (بـاد ته شاکړي دیوال) لپاره د (C_p) فشارضریب د (3.2- شکل) له مخې د ($C_p = - 0.50$) سره مساوي نیول کېږي. دا دواړه سره جمع کېږي ، چې په پایله کې یې په چوکاټ باندې بار پیدا کېږي، ځکه چې دواړه یو شانته لوري لري. د فشار د توپیر قیمتونه د (ASCE/SEI) ستندرد په واسطه ورکړل شوي دي. چې په ټیپیک ډول سره یې قیمتونه په (2.3- شکل) کې ښودل شوي دي ، چې د ودانیو لپاره شکل او تناسب څرګندوي. د مستطیلي ودانیو لپاره چې د باد یې په نرې لوري لګېږي ، د باد د لوری څخه د شاکړي دیوال د فشـار ضـریب یـې لــه ($C_p = - 0.5$) څخه تر ($C_p = - 0.2$) پورې قبلیږي .[50-52:17]

(ط) - د زلزلې بار Seismic or Earthquake Load (E): د زلـزلــې پـه اړونـد د (ACI Code) کود چې د ځمکې د لړزې له امله د پیدا کېدونکې زلزلې عمل لپاره د ساختمانونو د تحلیل په هکله څه نه دې مشخص کړي. د زلزلې بار د ودانۍ د غوښتنې له مخې د (ASCE 7) ستېندرد پر بنسټ د دریو د (Equivalent lateral forces procedure) معادل افقي قووطریقې،د (Model spectrum analysis procedure) موډل سلسلې تحلیلي طریقې او د (inelastic response history analysis procedure) غیر ارتجاعي غبرګون تشریحي تحلیلي طریقې ، پر مختللېو طریقو په واسطه په بشپړ تفصیل سره تحلیل او څېړل کېږي. د دې پیچلتیا له امله ټول هغه انجنیران چې محاسبه کوي، د زلزلې د بار د پیدا کولو لپاره د (ASCE 7) ستندرد او د نورو ستندردونو څخه کار اخلي.

په (1997) زکال کې د (American earthquake design code) امریکا د زلزلې د محاسبې کود د زلزلې بار(E) په دوو ، افقي زلزلې بار (E_h) او عمودي زلزلې بار (E_v) ووېشلو ، چې د لاندینیو فورمولونو په واسطه پیدا کېږي:

$$E = E_h + E_v \ldots\ldots (3.3)$$

$$E = Q_E + 0.2S_{DS}D \ldots\ldots (4.3)$$

په پورتني فورمول کې:

Q_E- د زلزلې قوي له امله د افقي بار اغېزه ده.

E_v - د زلزلې قوي عمودي ترکیبي قوه ده ،چې د ($E_v = 0.2S_{DS}D$)سره مساوي کېږي.

S_{DS} - د لنډې مودې د پام وړ محاسبوي تعجیل دی ، دا رنګه (0.2 sec) ثانیو کې.

D- مړ یا دایمي بار دی.

په ټیپیک ډول سره د منظمو ودانیو لپاره چې د پوړونو شمېر یې تر شلو پوړونو پورې رسیږي، د سټندرد له مخې اجازه لري چي د(Equivalent Lateral Force Method) معادلې افقي قوو په طریقې محاسبه شي. خو کله کله کېدی شي ، چې د غیرمنظمو ودانیو لپاره که چېرې د غیرمنظموالي ډول ته یې ځانګړې پاملرنه وشي د همدې طریقې په واسطه محاسبه کېږي.

د زلزلې بنسټیزه عرضاني قوه د لاندیني فورمول په واسطه محاسبه کېږي:

$$V = C_s W \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(5.3)}$$

په پورتني فورمول کې:

C_s - د ودانۍ لپاره د زلزلې د غبرګون ضریب دی.

W- د ودانۍ د زلزلې په واسطه اغېزمن شوی وزن دی.

د ودانۍ لپاره د زلزلې د غبرګون ضریب ، د لاندیني فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$$Cs = \frac{S_{DS}}{R/I} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(6.3)}$$

دلته:

S_{DS}- محاسبوي غبرګون سلسله ده ، چې د پریود (T) تابع دی.

R- د غبرګون ډېرېدونکي (Modification) ضریب دی ، چې د زلزلې د بار د کموالې لپاره محاسبه کېږي.

I - د ودانیو او د هغې د خدمت کولو لپاره د زلزلې مهم ضریب دی.

د زلزلې په واسطه د ودانۍ اغېزمن وزن (W) د (ASCE 7) سټندرد له مخې په لاندې ډول محاسبه کېږي:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(7.3)}$$

دلته:

W_1 - سل سلنه بې له ضریبه مړ یا دایمي بار دی.

W_2 - دپارټیشن دیوال بار دی ، چې د پارټیشنونو د وزنونو پر بنسټ نیول کېږي او اصغري اندازه يې بايد د (10psf) پونډ پر فوټ مربع يا ($50\ kg/m^2$) کیلوګرام پر متر مربع په پام کې نیول کېږي.

W_3 - د هغه ساحې بار دی ، چې د ګودام لپاره کارېږي ، چې وزن يې د بې له ضریبه ژوندي بار (25%) سلنه نیول کېږي.

W_4 - که په محاسبه کې (30 psf) پونډ پر فوټ مربع يا ($150\ kg/m^2$) کیلوګرام پر متر مربع د برشوې ښودل شوې وې بار وي، خو مقدار يې بايد په بام باندې د واورې د بې له ضریبه بار د (% 20) سلنې څخه لږ نه وي.

W_5 - که کوم ټانک شتون ولري ، د هغې بې له ضریبه مجموعي بار دی.

W_6 - د دايمي ځای په ځای کېدونکو تجهیزاتو وزن دی.

د غبرګون - ډېرېدنې ضریب (Response – Modification Factor) يانې (R) د بې ځايه کېدنې په وړاندې، چې د غیرارتجاعي عمل انرژۍ له امله راپیدا کېږي ،د ساختمان وړتیا او د ساختمان دوړتیا د دوه برابرېدنې ښودونکی دی.

د ودانۍ پر ارتفاع د افقي قوو(بنسټيزي عرضاني قوو) وېشنه ، د هر پوړ په لوړوالي کې تر بامه پوري سرته رسیږي. افقي قوه د پام وړ پوړ لپاره د (x) په ارتفاع د لاندیني فورمول په واسطه پيدا کېږي:

$$F_x = VC_{vx} \ldots\ldots (8.3)$$

دلته د (C_{vx}) د لاندېني فورمول په واسطه پيدا کېږي:

$$C_{vx} = \frac{w_x hx^k}{\sum_{i=x}^{n} w_x hx^k} \ldots\ldots (9.3)$$

دلته:

(F_x) ، (w_x) او (h_x)- په ترتیب سره د (x) په لوړوالي افقي قوه ، وزن او ارتفاغ ده.

(i = 1) څخه تر (I = n) پورې د لومړي پوړ څخه تر بامه پوري د پوړونو شمېر ښيي.

K - ضریب دی ، چې داړونده ساختماني پریود پورې اړه لري. که چېرې ساختماني پریود د (0.5 sec) ثانیو سره مساوي يا ور څخه کوچني وو ، نو (K = 1.0) قبلیږي او که ساختماني پریود د (2.5 sec) ثانیو سره مساوي يا ور څخه لوي وو ، نو (K = 2.0)، خو که ساختماني

پريود د (0.5sec) ثانيو او (2.5 sec) ثانيو تر منځ واقع وي ، په هغه حالت کې د (K) ضريب د (1.0) او (2.0) تر منځ د خطي انټرپوليشن په واسطه پيدا کېږي.

د هر (x) پوړ لپاره عرضاني قوه (V_x)، د هغه پوړ له پاسه د افقي قوو (F_i) د مجموعه ده ، چې په لاندې ډول ښودل کېږي:

$$V_x = \sum_{i=x}^{n} F_i \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \; (10.3)$$

کله چې په هر پوړ کې عرضاني قوه پيدا شوه ، نو د هغې له مخې د زلزلې قوه په لاس راځي [1006-1011:17].

(ی) - د تودوخې يا د ځان ساتنې بار (Temperature or Restraining Load (T: د تودوخې د بدلون له امله ، د تجربو له مخې ممکن په ساختمانونو کې اضافي قوې رامنځته شي ، نو د محاسبې او ډيزاين پر مهال اړينه ده ، چې پاملرنه ورته وشي. د ودانيو نړيوال کود (IBC) دا ډول ودانۍ مشخصې کړې دي ، چې د هغې لپاره په اړينه محاسبه کې د دې بار د پيداکـولو لـپاره طريقې لري ، چې د هغې له مخې په محاسبه او ډيزاين کې دا بار شاملېږي [33,34: 7].

5.3- د اوسپنيز کانکرېټو د محاسبې طريقې
(Reinforced Concrete Design Methods)

په ټيپيک ډول سره د اوسپنيز کانکرېټي عناصرو او اجزاوو د طرحې او محاسبې لپاره درې طريقې شته ، چې په ترتيب سره ترې په لاندې ډول يادونه کېږي:

1- د مجازي تشنجاتو طريقه (Allowable Stress Design)

د مجازي تشنجاتو طريقه (ASD) ، چې د کاري ياد ګټې اخيستنې تشنجاتو طريقې (Working Stress Design) يا (WSD) په نوم هم يادېږي ، د اوسپنيز کانکرېټي عناصرو د محاسبې ډېره پخوانۍ طريقه ده ، چې د شلمې پيړۍ په سر کې رامنځته شوه او د (1900) زکال څخه تر (1930) زکال پورې يوازې همدا طريقې د اوسپنيز کانکرېټي عناصرو د محاسبې لپاره کارېدله [16: 46-40].

د تشنجاتو د کارېدنې طرېقه   د ساختماني موادو د خطي ارتجاعي خاصيت د کړنلارې او د خدمتي يا کاري بارونو لاندې د موادو د تشنجاتو د محدودېدنې په واسطه دارېنې خونديتوالي يا ډاډمنتيا د فرضيي پر بنسټ ولاړه ده. د کانکرېټو او فولادي سيخانو مجازي تشنجات د هغوې د ځانګړو مقاومتونو او د ډاډمنتيا يا خونديتوب ضريب د نسبت څخه په لاس راځي. د ډاډمنتيا يا خونديتوب هغه ضريب دی، چې په موادو کې د خدمتي يا کارې بارونو لاندې د موادو په خطي ارتجاعي حالت کې کاري تشنجات محدودوي.
دکانکرېټو او فولادي سيخانو مجازي تشنجات ، د هغوې دمشخصو يا ځانګړتياوو ، د مقاومت او د ډاډمنتيا د ضريب د نسبت څخه په لاس راځي ، چې د هغې په واسطه په موادو کې د ګټې اخيستنې يا خدمتي بارونو لاندې کاري تشنجات محدودېږي، تر څو مواد په خطي ارتجاعي مرحله کې پاتې شي [33:15].
همداراز دا طرېقه   د (1956) ز کال څخه مخکې د اوسپنيزکانکرېټي عناصرو د محاسبې لپاره په (ACI 318) ساختماني نورمونو او کودونو کې کارېدله. چې د (1983) ز کال څخه را په دې خوا بلـه طـرېقـه د (Ultimate Design Method) نهايي بـار د محـاسبې طريقه په ياد شوې کود کې په پام کې ونيول شوه.
د مجازي تشنجاتو په طرېقه کې د تحليل او محاسبې لپاره لاندېنۍ مرحلې په پام کې نيول کېږي:
(الف) - بارېدنه (Loading): په دې طرېقه کې بارېدنه بې له ډاډمنتيا له ضريبه بارونو پر بنسټ چې د ګټې اخيستنې يا د خدمت کولو بارونو په نوم يادېږي ، سرته رسيږي.
دعنـاصرو له پاسه عمودي عامل يا وارده بارونـه چې په ټوليزه توګه دايمې يا مړه بارونه (Dead Loads) ، ژوندي بـارونـه (Live Loads) او د واورې بـارونـه (Snow loads) دي.
د عمودي يا قايمو بارونو بارېدنه په لاندې ډول سرته رسيږي:

Dead Load (دايمي بار) + Live Load (ژوندي بار) = D + L ……(11.3)

Dead Load (دايمي بار) + Snow Load (دواورې بار) = D + S ... (12.3)

د پورنيو رابطو څخه مفهوم دا دی، چې د عناصرو له پاسه په بارېدنه کې دايمې يا مړه بارونه اوژوندي يا مؤ قتو بارونه پرته له ډاډمنتيا له ضريبه سره جمع کېږي. د بامونو د

عناصرو لپاره د ژوندي یا مؤقتي او یا د واورې بار د ډیرې بحراني اغېزې له امله ، ټاکل کېږي.

د مجازي تشنجاتو په طرېقه کې عمودي یا قایم بارونه او جانبي یا اړخیز بارونه پرته له ضریبه په ټولو ساختماني ستېندردونو او کودونو کې په پام کې نیول کېږي. خو مجازي تشنجات په دې حالت کې د (33%) سلنې په اندازه ډیر نیول کېږي. د دې حالت بل مفهوم دادی چې کولی شو بارونه (0.75 = 1/1.33) په اندازه را کم کړو. په دې ډول د باد بار (Wind Load) او د زلزلې بار (Earth quake Load) پر بنسټ د مجازي تشنجاتو د پیدا کولو لپاره لاندېنی رابطې کارېږي.

0.75 (D +L + W) .... (13.3)

0.75 (D + L + E) .... (14.3)

د پورتنیو رابطو دا مفهوم دی ، چې د باد او یا د زلزلې د بارونو څخه هریو بار د عناصرو په هره برخه کې بحرانې اغېزه کوي ، باید چې دا اغېزه په کې په پام کې ونیول شي [1-11:8].

(ب) - د عناصرو تحلیل او په مقطعو کې د تشنجاتو ټاکل: د عناصرو تحلیل او تجزیه د خطي الاستیکې (ارتجاعي) تحلیل یا تجزیې طرېقې پر بنسټ سرته رسیږي او د هغې له مخې د هرې مقطعې لپاره داخلي قوې (د کوږوالی یا انحنایي مومنټ ، عرضي قوې ، څرخېدنې یا تاوېدنې مومنټ او محوري قوې) ټاکل کېږي، چې په پایله کې د هرې مقطعې لپاره اعظمي تشنجات پیدا کېږي.

(ج) - د ستېندرد او ساختماني کودونو له مخې د مجازي تشنجاتو ټاکل: په دې مرحله کې د ستېندرد او ساختماني نورمونو له مخې د عناصرو په محاسبه کې د وړ اطمنانیت یا ډاډمنتیا ضریب په ټاکلو سره د محکمیت لازم شرایط برابرېږي. مجازي تشنجات ($f_{allowed}$) د فولادې سیخانو د تسلیمېدنې تشنجاتو او یا د کانکرېټو د اطمنانیت یا ډاډمنتیا په ضریب (Safety Factor) یا (SF) په وېشلو ، ټاکل کېږي. د اطمنانیت ضریب ممکن له (1.5) څخه تر (2.5) پورې په پام کې ونیول شي [10:12].

(د) - د اوسپنيز كانكريټي اجزاوو محاسبه : اوسپنيز كانكريټي اجزاووطرحه او محاسبه په دې ډول سرته رسيږي ، چې په هرې مقطعې كې رامنځته شوي اعظمي تشنجات د مجازي تشنجاتو څخه كوچنی اويا ورسره مساوي وي.

$$f_{service} \leq f_{allowed} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15.3)$$

په پورتنۍ رابطه كې:

$f_{service}$ - د خدمتي يا ګټې اخيستنې شرايطو لاندې اعظمي تشنجات دي.

$f_{allowed}$- د خدمتي يا ګټې اخيستنې شرايطو لاندې اعظمي مجازي تشنجات دي.

سره له دې چې د مجازي تشنجاتود محاسبې طريقه ډيره ساده او اسانه ده ، خو په واقعي توګه د مسالې ظرفيت نه شي اټكلولی او په ډېرې برخو كې د اطمنانيت يا ډاډمنتيا ضريب د هغې داندازې څخه چې په پام كې نيول شوي وي ،ډېره لوړه وي.

2- دنهايي بار يا د مقاومت د محاسبې طريقه

(Ultimate Load or Strength Design Method)

د مقاومت دمحاسبې طريقه (SDM) چې د نهايي مقاومت د محاسبې د طريقې (Ultimate Strength Design Method) يا (USDM) په نوم هم ياديږي ، د دې طريقې له مخې د هر عنصر د هرې مقطعې محاسبوي مقاومت ، د مقطعې د لازمي مقاومت ، چې دبار او د ضريب له مخې محاسبه كيږي ، څخه ډير يا ورسره مساوي وي.

(U) د اړتيا وړ مقاومت ≥ محاسبه شوي مقاومت........................ (16.3)

په پورتنۍ رابطه كې محاسبوي مقاومت د ذاتي مقاومت او د مقاومت د كميدونكي ضريب (ϕ) د ضرب د حاصل په پايله كې په لاس راځي [57-63:3].

محاسبوي مقاومت = د مقاومت كميدونكی ضريب (ϕ) x ذاتي مقاومت..... (17.3)

په پورتنۍ رابطه كې د مقاومت كميدونكی ضريب د يوه څخه كوچنی وي او د لاندېنيو مسئلو د جبران كېدنې لپاره په پام كې نيول كيږي :

(الف) - په يوه عنصر كې د كارول شوي مسالې په مقاومت كې د بدلون له مخې د احتمالي كميدونكی مقاومت او د مقطعې د ابعادو لپاره.

(ب) - د محاسبې د معادلو دنه دقیقوالي لپاره.

(ج) - د بار لاندې عنصر د شکل منلو د درجې او د اړتیا له مخې د باور د وړتیا لپاره.

(د) - د عنصر د اهمیت لپاره.

د ذاتي مقاومت څخه موخه د یو عنصر یا د عنصر دیوې مقطعې مقاومت دی، چې د فرضیو او مقاومت د معادلو پر بنسټ د محاسبوي مقاومت د طریقې په مرسته پیدا کېږي، چې په هغې کې د مقاومت کمیدونکې ضریب په پام کې نه وي نیول شوی.

د ځلوېښتوکلنو را په دې خوا د مقاومت محاسبوي طریقې ته، دبار او مقاومت فکتورونو د محاسبې طریقه (Load and Resistance Design Method) یا (LRFD) هم ویل کېږي چې د اوسپنیز کانکرېټو د محاسبې لپاره د بر بنسټ متود دی.

د مقاومت د محاسبې یا دبار او مقاومت فکتورونو د محاسبې طریقې (LRFD) بنسټیزه معادله په لاندې ډول ده:

$$\phi R_n \geq U \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (18.3)$$

دلته:

R_n - د عناصرو نومینالي مقاومت دی. نومینالي اصطلاح د پخوانه د محاسبه کوونکو انجینرانو له خو د فرض کېدنې او د ساختمان د تحلیل په طریقو کې د انتخابېدنې پر بنسټ نومول شوي ده. د اوسپنیز کانکرېټو لپاره د محاسبې طریقې د (ACI 318) په کود کې شاملې دي.

ϕ - د ظرفیت یا مقاومت د کمیدنې ضریب دی. چې د نه اټکل کېدنې او د څرنګوالي لپاره کارېږي.

U - د نهایي یا اعظمي عامل او وارده بار دی، چې د (ACI 318) کوداو د (ASCE 7) ستنډرد په واسطه مشخصیږي.

R_n - د کوږوالی یا انحنـایي مقاومت ارقام ښیي، د پایي محوري ظرفیت یا د ګاډر عرضي مقـاومت، د مطالعي لاندې ساختمان د خواصو او یا د عناصرو د بڼې پورې اړه لري. د(ϕ)قیمت بدلون د بار د شرایطو پورې اړه لري. د کوږوالی اوانحناء لپاره (ϕ) له (0.83)

څخه تر (0.90) پوري بدلون مومي. د پرېکېدنې يا عرضي قوي (Shear) لپاره (ϕ = 0.75) قبليږي.

U- نهايي يا اعظمي عامل يا وارده بار دی ، چې د کود له مخې پيدا کېږي. په معادلو کې د(U) لپاره ، د بار د هرې تکرارېدنې او په بار کې د هرې اغېزې له مخې ، په محاسبه کې د کود دقت په پام کې نيسي [103:6].

د مقاومت محاسبې په طريقه کې د تحليل او تجزيې مرحلې په لاندې ډول سرته رسيږي:

(الف) - بارېدنه (Loading) : په عناصرو باندې بارېدنه د ضريب سره د بارونو پر بنسټ سرته رسيږي. د امريکا د کانکرېټو انستيتوت په ستېنډرد (ACI 318-08) کې د (ACI 318-99) په پرتله د بارېدنې په ترکېب کې د ضريبونو په پام کې نيولو سره او همدا راز د احصاييوي تحليل پر بنسټ د ساختماني عناصرو د بېلابېلو نهايي او اعظمي بارونو لپاره د (ACI 318) کود په واسطه لاندېنۍ معادلې ارايه کېږي:

$U_1 = 1.4\ (D + F)$ ………………………………………….. (19.3)

$U_2 = 1.2\ (D + F + T) + 1.6\ (L + H) + 0.5\ (L_r \text{ or } S \text{ or } R)$ …. (20.3)

$U_3 = 1.2D + 1.6\ (L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (L_r \text{ or } \pm 0.8\ W)$ ………… (21.3)

$U_4 = 1.2D \pm 1.6\ W + 1.0\ L + 0.5\ (L_r \text{ or } S \text{ or } R)$...………… (22.3)

$U_5 = 1.2D \pm 1.0\ E + 1.0L + 0.2S$ ……………………...……. (23.3)

$U_6 = 0.9D \pm 1.6\ W + 1.6\ H$ ……………………………………. (24.3)

$U_7 = 0.9D \pm 1.0\ E + 1.6\ H$ ……………………………………... (25.3)

محتاط محاسبه کوونکي انجنير د(U_1) څخه تر (U_7) پورې د بارونو قيمتونه محاسبه کوي او دهغې څخه لوی قيمت دهر ساختماني عنصر يا ودانۍ د محاسبې (ډيزاين) او تحليل لپاره قبلوي. د محصلينو لپاره د تمرين په توګه لازمه د ه ، چې د (U) قيمتونه د بېلابېلو بارونو لپاره پيدا کړي [1 : 7,8].

په پورتنيو رابطو کې:

U - د ضريبونو سره د بارونو او دهغې اړونده داخلي قوواو کوږوالی يا انحنايي مومنټونو د برداشت يا زغم او تحمل لپاره اړين مقاومت يا ترکيبي بار دی.

D - دايمي يا مړ بار او دهغې اړونده داخلي قوي او انحنايي مومنتونه دي.

F- د فشار او ياد وزن له امله بار دی او دهغې اړونده داخلي قوي اوکوږوالی یاانحنايي مومنتونه دي.

T- د تودوخې ، غځېدنې ، د نا معادل نشست او په کانکرېټو کې د انبساط د جبران کولو جمع کېدونکي اغېزه ده.

L - مؤقتي يا ژوندي بارونه او دهغې اړونده داخلي قوي اوکوږوالی یاانحنایي مومنتونه دي.

H - د خاورويا په خاورو کې د اوبو يا د نورو موادو له اثره د وزن يا فشاربار او يا د هغې اړونده قوي اودکوږوالی يا انحنايي مومنتونه دي.

S - د واورو بار او يا د هغې اړونده قوي اودکوږوالی يا انحنايي مومنتونه دي.

R - د باران بار او يا د هغې اړونده قوي اودکوږوالی يا انحنايي مومنتونه دي.

W - د باد بار او يا د هغې اړونده قوي اودکوږوالی يا انحنايي مومنتونه دي.

E- د زلزلې دبارونو او يا د هغې اړونده قوي اودکوږوالی يا انحنايي مومنتونه اغېزې دي.
د باد او زلزلې بار دوه ځلې په هره اړینه معادلې کې د خپلو مثبتو قیمتونو سره په پام کې نيول شوي دي او دباد او زلزلې منفي قيمتونه په مستقيمه توګه نه قبلېږي .[104:6]

د باد د بار د پيدا کولو لپاره پخوا د باد د لوري ضريب په پام کې نه نيول کېده ، خو اوس په سټنډردونو کې د احتمال له مخې د باد د لوري ضريب ، د (2000) زکال څخه وروسته د باد دلوري لپاره ضريب (0.8) په پام کې نيول کېږي. مخکې د باد بار (1.3W) نيول کېده خو اوس د نويو ساختماني مقررو ، سټنډردونو او کودونو له مخې د باد بار (1.3W/0.80 =1.625W=1.6W) نيول کېږي.

له بلې خوا د زلزلې بار د نويو ساختماني مقررو ، ستېندردونو او کودونو له مخې (1.4E) او (1.0E) نيول کېږي . ژوندی بار کولی شو د (0.50) ضريب په اندازه لږ کړو. خو د پارکينګونو او نورو هغه ځايونولپاره چې هلته ډېره ګڼه ګوڼه وي يا دا چې د مؤقتي بار اندازه يې د ($480\ kg/m^2$) کيلوګرام پرمترمربع يا ($4.8KN/m^2$) کيلونيوټن پرمترمربع ، د هغې د بار اندازه نه کمېږي [5:100-104] .

د مقاومت د محاسبې يا دبار او مقاومت فکتورونو د محاسبې طريقه (LRFD) کولی شي ، د تشنجاتو د کارېدنې طريقې (WSD) نيمګړتياوې ، چې مخکې ترې يادونه وشوه بشپړوي. په ځانګړې توګه (LRFD) د ساختمان د خواصو په بدواو خرابو شرايطو کې يا د ويجاړېدنې څرنګوالی د مطالعې لاندې نيسي ، تر څو د ودانۍ لپاره د دې له امله د نرمۍ او ويجاړېدنې په هکله ډاډمن شي. د ساختمان د محاسبې لپاره نرمه يا تدريجي ويجاړېدنه نسبتاً د ناوړه (فاجعه انګيز) ويجاړيدنې پر نسبت ډېره سپارښتنه کېږي ، د دې لپاره چې ژوند خوندي شي او ودانۍ په راتلوونکې کې په بدو او خرابو پېښو کې ترميم او خوندي پاتې شي . سربېره پر دې، د مقاومت د محاسبې طريقه مخکې له دې چې کانکرېټ ، ارتجاعيت او ويجاړېدنې ته نه وي رسيدلې ، د اوسپنيزکانکرېټو واقعي لاسته راوړنې څرګندوي ، همدارنګه د ګټې اخيستنې يا خدمت کولو تحليل په خپله د اوسپنيزکانکرېټو د محاسبې پر نسيپ ډېر ښه بشپړوي [10:63,64] .

2.3 - جدول: په ساده شوي ډول د (ACI 318) له مخې د بارېدنې ترکیب [104:5] .

بارونه	د بارېدنې ترکیب
(a) - عمودي بارونه	1) 1.4D 2) 1.2D + 1.6L
(b) - عمودي او د باد بارونه	3) 1.2D + 1.6L + 0.80W 4) 1.2D + 1.0L + (1.6w or 1.3W) 5) 0.9D + (1.6W or 1.3W)
(c) - عمودي او د زلزلې بارونه	3) 1.2D + 1.0L + (1.0E or 1.4E) 4) 0.9D + (1.0E or 1.4E)

(ب) - د عناصرو تحلیل او دکوږوالی یا انحنایي او داخلي قوو ټاکل: د عناصرو تحلیل او تجزیه د خطي الاستیکي (ارتجاعي) تحلیل یا تجزیې طریقې پر بنسټ کېږي او د هغې له مخې د هرې مقطعي داخلي قوي (کوږوالی مومنټ ، عرضي قوي ، څرخېدنې مومنټ او محورې قوي) ټاکل کېږي.

(ج) - د مقاومت د کمښت ضریب (ϕ) ټاکل او د عناصرو د اجزاو محاسبه: د عناصرو د اجزاوو محاسبه هغه وخت سرته رسیږي ، چې د ټولو قوو لپاره لاندېنۍ رابطې برقرار شي.

$\phi M_n \geq M_u$ .... (3.26) د کوږوالی مومنټ لپاره

$\phi V_n \geq V_u$ .... (3.27) د عرضاني قوو لپاره

$\phi T_n \geq T_u$......................... (3.28) د څرخېدنې یا تاوېدنې لپاره

$\phi P_n \geq P_u$.................................... (3.29) د محوري قوو لپاره

په پورتنيو رابطو کې:

T_n, V_n, M_n او P_n په ترتیب سره د عنصر د مقطعي نومينالي کوږوالی يا انحنايي مومنټ ، نومينالي عرضي قوي ، نوميناللي څرخېدنې يا تاوېدنې مومنټ او نوميناللي محوري قوي دي ، چې د مقاومت د محاسبې په طريقه کې د فرضيو او معادلو پر بنسټ پيدا کېږي. د مقاومت کمېدونکي ضريب (ϕ) د (ACI 318) له مخې د لانديني جدول څخه اخيستل کېږي [14 : 17].

3.3 - جدول: د مقاومت کمېدونکې ضريب (ϕ) د (ACI 318) له مخې [106:5].

د مقطعو په محاسبه کې د مقطعو حالت	د مقاومت کمېدونکې ضريب (ϕ)
هغه مقطعې چې په کشش کې کارکوي	0.90
هغه مقطعې چې په فشار کې کارکوي	0.90
د پايو مقطعې چې په هغې کې مربعې ، مستطيلې يا حلقوي ګڼډمک کارېدلې وي	0.70
د پايو مقطعې چې په هغې کې فنرې ګڼډمک کارېدلې وي	0.65
هغه مقطعې چې په په قطع کېدنې (برش) او پېچش کې کار وکړي	0.75

د(ϕ)قيمت بدلون د بار د شرايطو پورې اړه لري. د کوږوالی او انحناء لپاره (ϕ) د (0.83) څخه تر (0.90) پورې بدلون مومي. د پرېکېدنې (Shear) لپاره (ϕ = 0.75) قبلېږي[104-107:5].

3- په حدي حالت کې د اوسپنيز کانکريټي اجزاو محاسبه

(Limited State Design Method)

په حدي حالت کې د اوسپنيز کانکرېټي اجزاو محاسبه (LSDM)، د بار او مقاومت د ضريب پر بنسټ د محاسبې د طريقې (LRFD) په نوم هم يادېږي، دا ځکه چې دا دواړه

طرېقې د مقاومت محاسبوي طرېقې پرمختللی حالت دی او هم د دواړو لپاره يوشانته بارېدنه لکه مخکې چې پرې بحث وشو يو شانته د بېلابېلو بارونو لپاره له (U_1) څخه تر (U_7) بارېدنې ترکيب پورې په پام کې نيول کېږي. په دې طرېقې ،د شلمې پېړۍ په نيمايې (يانې په 1960زکال) کې عملاً محاسبې پيل شوې، خو په دې ورستيو کلونو کې د ډيرې پاملرنې وړ ګرځېدلې ده او په ځانګړې توګه په اروپايي او کاناډا هيوادونو کې ډېره کارېږي .[54-56:15]

د دې طرېقې د محاسبې په واسطه نه يوازې د اوسپنيزکانکرېټي عناصرو دمحکميت محاسبه تأمينېږي ، بلکې د ګټې اخيستنې په شرايطو کې يې هم محاسبې سرته رسېږي. لکه مخکې چې ترې يادونه وشوه ،چې دا طرېقه د نهايي مقاومت يا د مقاومت د محاسبې د طرېقې پر مختللی حالت دی او بارېدنه يې کټ مټ د بار او مقاومت د ضريب پر بنسټ د محاسبې د طرېقې (LRFD) په څېر تر سره کېږي. مخکې د بېلابېلو بارونو لپاره له (8.3) معادلې څخه تر (14.3) معادلې پورې ، د بارونو ترکيب د هغې د عمل په توپير سره له (U_1) څخه تر (U_7) پورې په پام کې نيول کېږي [11:31-29].

په حدي حالت کې د اوسپنيزکانکرېټي عناصرو محاسبه تر ډېره حده د احتمالاتو پورې تړلې ده ، چې د يو عنصر د ماتېدنې احتمال کېدای شي ، چې د مقاومت (R) په لږ براورد ، د بار د اټکل ډېرې اغېزې (S) او د دې په ډاډ چې ($R \geq S$) په واسطه را کمې کړو .دا مفهوم د لانديني رابطې په واسطه ښودل کېږي ؛

$$\phi R_n \geq \alpha S_n \text{ .... } (30.3)$$

په پورتنۍ رابطه کې:

(R_n) -نومينالي مقاومت دی ، چې د عنصر د ابعادو او ځانګړتياوو له مخې محاسبه کېږي.

(ϕ) - دمقاومت ضريب دی ، چې د مقاومت د کمېدونکې ظرفيت يا د عامل ضريب په نوم يادېږي، چې تل د يو څخه کوچنې وي.

(S_n) - د ځانګړو بارونو پر بنسټ د بار نومينالي اغېزه ده.

(α) - ضريب دې چې ديوه څخه لوي وي او د (S_n) په ټاکلو کې د اضافه بارۍ وړتيا منعکسوي.

کله چې ساختمان اويا د ساختمان عناصر او اجزاوي د کارېدنې لپاره ناوړه او يا نامناسبه په پام کې ونيول شي، نو ويل کېږي چې حدي حالت ته رسيدلي دی [17-18:14]. او يا هم په بله بڼه د عناصرو لپاره حدي حالت ، هغه حالت دی ، چې دې حالت ته د رسېدلو څخه مخکې عنصر اويا د عنصر يوه برخه خپله دنده او وظيفه په ښه توګه سرته رسوي ، خو هغه حالت ته د رسېدلو څخه وروسته عنصر ددې وړتيا ونه لري ، چې خپله دنده او يا وظيفه په ښه تو ګه سرته ورسوي. حدي حالت په درېيو بنسټيزو ګروپونو وېشل کېږي:

(الف) - **نهايي حدي حالت** (Ultimate Limited State) : دا حالت هغه مهال رامنځته کېږي چې د ساختمان يوه برخه او يا ټول ساختمان د ويجاړېدنې او تخريب سره مخامخ شي. ددې حالت د پېښيدنې احتمال ډېر لږ دي ، دا ځکه چې د دې حالت په پېښيدنې سره ټول ژوند او مالي لګښت له منځه ځي. همدا راز نهايي حدي حالت هغه حالت دی ، چې د عناصرو او يا د هغې د يوې برخې د اعظمي بار وړنې ترحده يا بريده پورې اړه لري او ممکنه ده، چې د لاندينيو حالتونو په يوه حالت کې واقع شي:

1- **د تعادل له منځه تلنه** (Loss equilibrium) : د تعادل له منځه تلنه د يو کلک او سخت جسم په توګه د ساختمان او يا د هغې د يوې برخې د تعادل دلاسه ورکول دي. دا ډول ويجاړېدنه يا تخريب ، په عامه توګه د ساختمان په ټولو برخو کې د کوږوالی اويا ښوييدنې له امله او يا هغه غبرګون چې د معادل کېدنې لپاره اړين وي رامنځته نه شي پېښېږي.

2- **شلېدنه** (Rupture): شلېدنه د ساختمان د مهمي او خطرناکې برخې په قسمي يا په ټوليزه توګه ويجاړېدنې حالت کې واقع کېدنې ته ويل کېږي.

3- پرمختللې (پرله پسې) ويجاړېدنه (Progressive collapse) : کله چې ساختمان اويا د ساختمان يو عنصر يا جز ډېر بار شي او يو عنصر د بل عنصر د هغې له امله له کاره ولويږي دا حالت رامنځته کېږي. دبار اغېزه د يوه عنصر څخه نورو نژدې عناصرو ته د ليږدېدنې له امله هغه ډېر باريږي او په پايله کې له کاره ولېږي او د دې له امله بل عنصر اغېزمن کيږي او دهغه بل عنصر له امله بل ورپسې عنصر تر هغې چې د ساختمان ډېری عناصر د تخريب او ويجاړېدنې سره مخ شي ، نو دې حالت ته پرمختللې ويجاړېدنې يا تخريب حالت ويل کېږي. پرمختللې يا پرله پسې ويجاړېدنې مخنيوي او لږترلږه محدوديت په لاندې ډول حاصلېږي:

(a)- د ناڅاپي پېښو دکچې کنترولول ، لکه د ګاډو د يو له بل سره دټکر او د ګاز د چاودنې په وړاندې مخنيوي کول.

(b)- د محلې مقاوم کېدنې برابرتيا ،يانې د کيلي ډوله عناصرو ډيزاينول چې د ناڅاپي پېښو په وړاندې مقاوم وي.

(c)- داصغري افقي او عمودي رابطو برابرول چې مقاومې قوي وليږدوي.

(d)- د اتکاء د متبادلې ليکي بـرابـرول چې د هغې له مخې په غوټو کې قوي ثابتې پاتي کېږي.

(e)- د ودانۍ په فرعي برخو د وېشنې په واسطه د ويجاړېدنې د پراخېدنې محدودېدنه [2:96-90].

د (ACI Cod) کود په ساختماني ډيټايلونو ټينګار کوي ، چې غوټې برابرې کړي ، تر څو د بار لومړنۍ بارېدنې ساحې د بار دزغم د وړتيا د نه لرلو له امله، د متبادلې بارېدنې ساحې برابروي. هغه ساختمان چې پرله پسې (پرمختلونکي) ويجاړېدنې اويا تخريب پر وړاندې مقاوم وي ، نو ويل کېږي چې مستحکم ساختمان دی. د بېلګې په توګه که د يوه بم د چاودنې او يا د ګاډو د ټکرېدلو له امله ممکن پايه يا ستنه په ناڅاپي توګه بې ځايه شي ، خو هغه د دوو وايو لرونکي پرله پسې ګاډرپه دننۍ اتکاء ، تکيه کېږي . که چېرې د ساختمان ساختماني سيستم په مناسبه توګه تفصيل شوي وي او د دوو وايو څخه د يوې اوږدې وايې پر لوري بدلون ومومي. نو د ډېر شکل بدلېدنې يا کږوېډنې لامل کېږي او په

ګاډر د عمل څخه تر کششي بــرخې پورې په باره مسیر کې بدلون را منځته کېږي. د (ACI Code) کود په (7.13) برخه کې دو دانې په ګردچاپیره محیط کې د کششی اوسپنیزکانکریټي د پرله پسې تړلو او غوټه کولو غوښتنه او توصیه شوي ده ، چې په هر پوړ او یا فرش کې د پرمختللي یا پرله پسې ویجاړېدنې یا تخریب خطر راکموي. غوټې او تړنه داسې غبرګونونه برابروي ، چې رامنځته شوي منحني ډوله قوي له منځه وړي او د ویجاړېدنې یا تخریب پراخېدنه محدودوي. دا ځکه چې دا ډول ویجـاړېدنې یا تخـریب ډېــرې د ساختمان د جــوړېدنې پرمهال رامنځته کېږي ، نـو محــاسبه کــوونکي باید د پلي کــېدونکې یا جــوړېدونکی ساخــتمان دبــارونــو او کــړنلارې په اړه خــبرتیا ورکړي .[15-27 : 13]

1- د پلاستیکي میخانیزم جوړښت (Formation of a plastic mechanism): دا میخانیزم هغه مهال را منځته کېږي ، کله چې اوسپنیزکانکریټي ساختمان یا عنصر د تسلیمېدنې څخه پلاستیکي مفصلي حالت ته واوړي چې په پایله کې ساحتمان نا استواره کوي.

2- نا استواري (Instability): د نا استوارۍ له امله د ساختمان شکل بدلون مومي. دا ډول ویجاړېدنه او تخریب د لچ یا لمش (Buckling) له امله پېښېږي چې په راتلونکي به پرې په تفصیل بحث وشي.

3- ستړیا (Fatigue): د ګټې اخیستنې یا خدمتي بارونو د تکراري تشنجاتو د دوران له امله د اجزاوو متېدنه چې د ویجاړېدنې یا تخریب لامل کېږي. د ستړیا په اړه د (ACI) کود په (13-3) او (9-8) برخو کې یادونه شوې ده.

(ب) - د ګټې اخیستنې حدي حالت (Serviceability Limited State): د ګټې اخیستنې حدي حالت کې د ساختمان د کاري دندې بندول شامل دي ، نه دا چې په ځانې توګه د ساختمان د ویجاړېدنې یا تخریب لامل شي. دا ځکه چې په دې حالت کې د ژوند د منځه وړلو خطر لږ دی او په نهایي حدي حالت کې د لوړ خطر د پېښېدنې د زغملو احتمالات ډېر دي. د ګټې اخیستنې د محاسبې اوډیزاین په هکله به په راتلونکي کې په بشپړه بحث تر سره شي. لکه چې مخکې ترې یادونه وشوه چې د ګټې اخیستنې حدي حالت هغه حالت

دی ، چې د عناصرو د ګټې اخیستنې د معیارونو د وړتیا پورې تړاو لري او په بنسټیزه توګه په لاندینیو حالتونو کې په پام کې نیول کېږي:

1- ډېره زیاته شکل بدلېدنه یا کږوپېدنه (Excessive deflection) : د شکل ډېره زیاته بدلېدنه یا کږوپېدنه ممکن د ماشینرۍ د خراب کار ، ممکن د نه منلنۍ لېدنې او ممکن د غیرساختماني عناصرو د ویجاړېدنې یا تخریب لامل شي ، چې له امله یې د قوو په وېشنه کې بدلون رامنځته کېږي. که چېرې په ډېره کږېدونکي کې د بام پوښښ داوبو دوزن له امله کږوپېدنه یا د شکل بدلون راپیدا کېږي ،که دبام د پوښښ له پاسه د اوبو ارتفاع ډېره لوړه شي ، نو کږوپېدنه یا د شکل بدلون هم ورسره ډېرېږي ،ترهغه چې د بام د پوښښ تر مقاومت پورې ورسیږي. دا داوبو د ډند کېدنې له امله ویجاړېدنه ده ، چې د ګټې د نه اخیستنې له وجې رامنځته کېږي. په پایله کې د ساختمان او یا د هغې د اجزاوو تر ډیره زیات د شکل بدلون ، چې په هغوی کې نا مطلوبې اغېزې راپیدا کړي په پام کې نیول کېږي.

2- د درز د عرض ډېره زیاتېدنه (Excessive crack widths) : سره له دې چې او سپنیزکانکرېټي ساختمانونه او یا عناصر مخکې له اغېزمنې کارېدنې څخه حتمي درز کېږي ، خو دا ممکنه ده چې د سیخبندۍ د ځای په ځای کېدنې له مخې د درزونو د عرض کچه راکمه شي. د درزونو د عرض ډېرېدنه ممکن ساختمان او عناصر بدبڼه کړي او ممکن د درزونو د لارې څڅوبې وشي او د هغې په پایله کې ځای په ځای شوي سیخان زنګ ووهي او په تدریجي توګه کانکرېټ له منځه یوسي. همداراز موضعي زیانونه لکه د درزونو پیداکېدل ، پوستک کېدل او یا د کانکرېټو د سطحې تر ډیره حده یا بریده تخریبېدل ، چې د تاکلې شوي بریده ډېرې ساتنې ته اړین وي او یا د سیخانو د زنګ وهلو احتمال وي ، چې په پایله کې د عنصر ظاهري بڼې او کړنې ته زیان رسیږي.

3- نا مطلوبه لړزېدنه (Undesirable vibrations) : د پوړونو او پلونو عمودي لړزېدنې ، اوږدو ودانیو اړخیز او څرخي لړزېدنې ممکن ګټه اخېستونکي پریشانه او مشوش کړي. د لړزې اغېزې کله کله په او سپنیزکانکرېټي ودانیو کې ستونزې راپیدا کوي. همدا راز د ګټې اخیستنې بارونو له امله عنصر تر ډیره بریده لړزه ، یادځای په ځای شوي و د

ماشین ألاتو د کار او یا هم د باد د قوي له امله چې د ګټه اخېستونکو د تشویش لامل کېږي او یا هم او سپنیز کانکرېټي عناصر د ناوړه کړنې سره مخ کېږي.

(ج) - ځانګړې حدي حالت (Special limit state): په دې حالت کې دبې له نارمله شرایطو او بې له نارمل بارېدنې له امله رامنځته کېدونکي ویجاړېدنې او تخریبونه شامل دي، چې په لاندې ډول ترې یادونه کېږي:

1- د ډېرې زیاتې زلزلې په پایله کې ویجاړېدنه او تخریب.

2- د اورلګېدنې، چاودنې او د ګاډو د ټکر له امله د ساختمان اغېزمن کېدنه.

3- د زنګ وهلو، خوړنې او خرابېدنې له امله د ساختمان اغېزمن کېدنه.

4- په اوږده موده کې د فزیکي یا کیمیاوي نا استواري (په نارمله توګه په کانکرېټي ساختمانونو کې لږ پېښېږي) کېدنه [29-30:17].

5- نور حدي حالتونه، چې ممکن د ډیزاین انجنیر یې په محاسبه کې د قضاوت او ځانګړتیاوو له مخې په پام کې ونیولی شي.

په حدي حالت کې د عناصرو محاسبې څخه سربېره د ساختماني مقررېو ځینې نورې لاندېنۍ مسئلې هم په پام کې نیول کېږي.

1- د عناصرو د اجزاوو نښلېدنه او انتظام باید په دې ډول وي، چې د پایښت او یو له بل سره یې نښلېدنه ښه تامین شي او په هغې کې کوم ډول تخریب را منځته نه شي.

2- د اور په وړاندې د عنصر د مقاومت په اړه د ځانګړو چارو وړاندې کتنه.

3- د عناصرو د ښه تولید لپاره د وړ چارو وړاندې کتنه. په دې کې د کانکرېټو د جوړونې له مخې د موادو او د موادو په ګډېدنه کې د چاپیریال شرایط په پام کې نیول.

4- د کانکرېټو د مخلوط په محاسبه کې دقت او د ګډېدونکو موادو د نسبت او اطمنان ته پوره پاملرنه.

(د) - **د تحلیل او څېړنې اصول** : د تحلیل اوڅېړنې اصول او پرنسیپونه په لاندېنیو طریقو ولاړ دي:

(1)- **خطي تحلیل**: په دې طرېقه کې د عنصر یا جز د هرې مقطعي مومنټونه او د اخلي قوي د مسالې د خواصو د خطي فرضېدنې، له منځته راغلي شکل بدلون د کوچنیوالي او د ارتجاعیت تیورۍ پر بنسټ چې د عناصرو او اجزاوو د **تحلیل** پېژندل شوې طرېقه ده ، ټاکل کېږي. د ساختماني ستېندردونو پر بنسټ خطي تحلیل کېداى شي ، چې د هر ډول عناصرو او اجزاوو په نهایي حدي او د ګټې اخیستنې په حالتونو کې د دکارېدنې وړ وګرځي. خو په هغه عناصرو او اجزاوو کې چې د هغوی جانبي بې ځایه کېدنه ازاده وي ، دا طرېقه هغه وخت کارېږي ، چې د پایو د نرې والي ضریب اندازه یې د (100) څخه ډېره نه وي.

(2)- **د محدودې بیا وېشنې سره خطي تحلیل**: په دې طرېقه کې تحلیل په خطي ډول تر سره کېږي ، خو د دې اجازه ورکول کېږي چې په ګاډرونو کې د عمودي بارونو له امله د مومنټونو بیاووېشنه تر سره شي . په ګاډرونو کې د مومنټ دبیا وېشنې د عنصر د پلاستیکیت له مخې او د مناسبو اړیکو پر بنسټ ، په اتکاګانو کې یو مشخص مقدار (په اعظمي توګه تر 20% سلنې پورې) د منفي مومنټ څخه کمېږي او دهغې په متناسب د ګاډر په منځ کې په مثبت مومنټ د ستاتیکي تعادل د ساتنې لپاره ور زیاتېږي.

(3)- **غیرخطي تحلیل**: په دې طرېقه کې د ساختماني عنصر په هره مقطعه کې مومنټونه او داخلي قوي د مسالې د غیرخطي کړنې په پاملرنې سره او یا په عناصرو کې د شکل بدلون ډېري اغېزې (چې د غیرخطي هندسي کړنې په نوم نومول کېږي) د پاملرنې له مخې ټاکل کېږي. دا طرېقه د نهایي حدي حالت او د ګټې اخیستنې حدي حالت کې د بېلابېلو عناصرو لپاره کارېږي.

(4)- **پلاستیکي تحلیل**: په دې طرېقه کې دعناصرو او اجزاو د هرې مقطعي مومنټونه او داخلي قوې د ارتجاعیت د تیورۍ په مرسته پیدا کېږي [115,116:5] .
د حدي حالت په محاسبه کې لاندېنۍ عملیې شاملې دي:

1- د ویجاړېدنې د ټولو حالتونو تشخیصول (د پام وړ حدي حالت مشخصول).

2- د هر حدي حالت د پېښېدنې په وړاندې د ډاډمنتیا د قبلېدنې ترسطحې پرېکړه او تصمیم نیول.

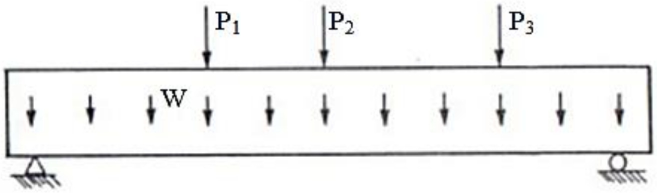
3- د پام وړ حدي حالت لپاره ساختماني محاسبه او ډیزاین سرته رسول.

د ودانیو د کود د اختیار خاوندانو په واسطه د نارمل او عادي ساختمانونو لپاره د بارونو ترکیب او د بارونو ضریبي کېدنې په پام کې نیولو سره ، د حدي حالت د عملیې دویم حالت کارېږي. د معمولي ساختمانونو لپاره انجینران په هرحال کې په لازمي توګه د هغې د ډاډمنتیا سطحه او وړتیا بایدوارزوي.

د ودانیو لپاره حدي حالت محاسبه د کانکرېټو د مقاومت ، د سمنټو ترکیب، د سمنټو ډول د اوبو او د سمنټو د ترکیبي موادو نسبت، دهوا ترکیب او د (ACI Code) د غوښتنې له مخې د پاینښت لپاره د فولادي سیخانو دپوښلو غوراوي څخه پیلېږي. بیا ورپسې د عناصرو اصغري کچه او اصغري پوښ غوره کېږي ، چې د ودانیو د محلي کود د غوښتنې سره سم د اور په وړاندې خوندي شي.

6.3- د محاسبې یا ډیزاین بنسټیزه اړیکې (Basic Design Relationship)

په لاندینې (3 a.3- شکل) کې یوګاډر چې د خپل مړ یا دایمي وزن (w) جمع د (P_1) ، (p_2) او (P_3) متمرکزو بارونو لاندې واقع دی. د دې بارونو له امله د کوږوالی یا انحنایي مومنټ وېشنه په (3 b.3- شکل) کې ښودل شوې دی. د کوږوالی یا انحنایي مومنټ مستقیاً د ستاتیک د قانون ، د وایي ، دبارونو(w، P_1، P_2 او P_3) د ترکیب او ضریبي کېدنې څخه په لاس راځي ، چې له امله یې د مومنټ دیاګرام د ګاډر دبارېدنې او ډول له مخې په ځانګړې توګه ترسیمېږي. د بار له امله پرته له کوږوالی مومنټ څخه عرضي قوي ، محوري قوي ، څرخېدنې یا تاوېدنې ، کړوپېدنې او لړزېدنې اغېزې هم لري.



(a)- د بارلاندې ګاډر.

(b)- د بار له اغېزې د کوږوالی مومنټ دیاګرام.

3.3- شکل: ګادر ، هغې له پاسه بارونه او دبارونو اغېزې [31:17].

په (4.3- شکل) کې د ګاډر په عرضي مقطعې باندې د کوږوالی یا انحنايي تشنجاتو عمل ښودل شوې دی. په (3.4a- شکل) کې فشاري او کششي بلاکونه کولی شو ، چې د (C) او (T) قوو په واسطه عوض کړو ، چې د (3.4b- شکل) په څېر د (jd) په واسطه یو له بله جلا شوي دي. په پایله کې دواړه د داخلي مقاوم مومنټ په نامه یادیږي. کله چې د ګاډر عرضي مقطعه له کاره لویږي ، نو داخلي مقاوم مومنټ ته د مقاومت مومنټ (Moment strength) نسبت ورکول کېږي. همدارازد مقاومت کلمه کولی شو په عرضي مقاومت یا د محوري بار مقاومت د کلمو په څېر هم بیان کړو.

په (4.3- شکل) کې ښودل شوې ګاډر هله بار په ډاډمنه توګه وړلې شي ، چې کله یې مقطعه د بارونو د اغېزې د ډېریدنې په وړاندې، لکه په لاندې ډول مقاومت وکړي:

مقاومت (Resistance) ≥ دبار اغېزې (Load effects) ……….. (31.3)

د دې لپاره چې مقاومت لږ محاسبه شي يا د بار اغېزه د هغې څخه ډېره محاسبه شي ، نو د مقاومت کمېدونکې ضريب (ϕ) له يوه څخه کوچني او د بار ضريب (α) له يوه څخه ډېر په پام کې نيول کېږي ، لکه په لاندې ډول چې ښودل شوې دی:

$$\phi R_n \geq \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + ... \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (32.3)$$

دلته:

R_n - نومينالي مقاومت دی.

S- دبارونو اغېزه ده.

همدا راز د مومنټونو لپاره په لاندې ډول ليکلی شو:

$$\phi_M M_n \geq \alpha_D M_D + \alpha_L M_L \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (33.3)$$

دلته:

M_n- نومينالي مقاوم مومنټ دی.

M_D او M_L- د بار له اغېزې دکوږوالی مومنټونه دي ، چې په ترتيب سره د مړو او ژونديو مشخصو بارونو له امله کوږوالی له مخې حسابيږي.

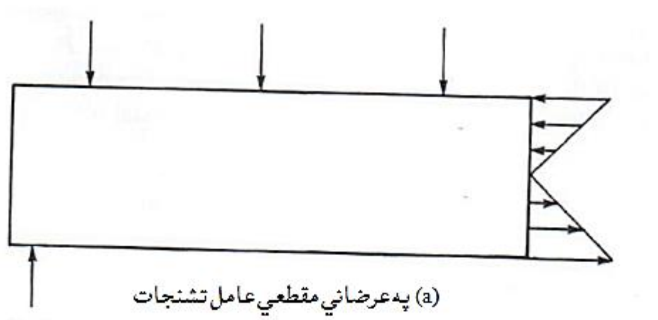
ϕ_M- د مومنټ لپاره د مقاومت کمېدونکي ضريب دی.

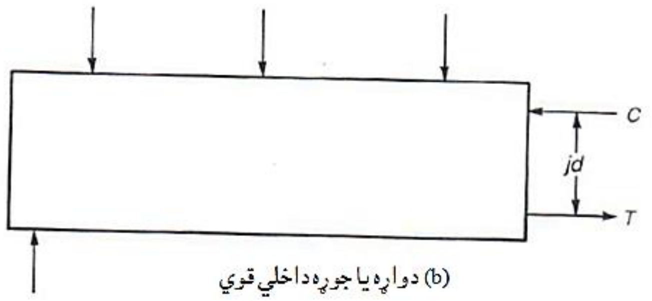
α_D او α_L - په ترتيب سره د مړه او ژوندي بار لپاره د بار ضريبونه دي.

په همدې توګه د عرضاني قوو او محوري قوو لپاره معادلې په لاندې ډول ليکو:

$$\phi_V V_n \geq \alpha_D V_D + \alpha_L V_L \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (34.3)$$

$$\phi_P P_n \geq \alpha_D P_D + \alpha_L P_L \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (35.3)$$





4.3- شکل: داخلي مقاوم مومنټ [32:17].

د(31.3- معادله) د حدي حالت د محاسبي بنسټيزه معادله ده. له (3.32- معادلې) څخه تر (3.34- معادلې) پورې د بنسټيزې معادلې ځانګړې شکل دی. د (ACI Code) ستندرد د (U) سمبول د (... + $\alpha_D D + \alpha_L L$) بارونو ترکیب نسبت ورکولو لپاره کارېږي. د بارونو دا ترکیب د بارونو ضریبې کېدنې په څېر دی ، همدارنګه د (M_u) ، (V_u) او (T_u) هم د بارونو ترکیب اغېزه ده[33:17].

1- د ظرفیت د کمېدنې ضریب یا د مقاومت ضریب (ϕ)

(Capacity Reduction Factor or Resistance Factor)

د ساختمان په محاسبه کې د ظرفیت کمېدنې ضریب یا د مقاومت ضریب د یوې برخې په توګه باید په پام کې ونیول شي. دا ضریب د ساختماني عناصرو او د کانکرېټي ګاډر د مقاومت کمېدنې او ډاډمنتیا ته د پاملرنې لپاره په پام کې نیول کېږي. د (ACI 318) کود د ساختماني ډاډمنتیا په اړه د اوسپنیزکانکرېټي ګاډر ونو نسبتي اوږدېدنه په سیخبندي شویو فولادي سیخانو کې و یجاړېدنه د کانکرېټو د ماتېدنې (ε_c= 0.003)

پورې محدوده وي . که چېرې په سیخبندي شویو فولادي سیخانو کې د نسبتي اوږدېدنې (Strain) اندازه (ε_t) په و یجاړېدنه کې یا تر (0.005) پورې ډېره شي ،نو (ϕ = 0.9) قبلېږي. په اوسپنیز کانکرېټي ګاډرونو کې په مناسبه او وړ توګه ډاډمنتیا تر هغه پورې چې په فولادو کې غځېدنه ځرګندہ شي او په پوره اندازه د انرژۍ زغملو لپاره لاره هواره شي ، تدریجي ویجاړېدنه رامنځته کېږي . د یو اوسپنیز کانکرېټي ګاډر کلکېدنه او د انرژۍ زعمل د پاملرنې وړدي ، ځکه چې په ویجاړېدنه کې د فولادو نسبتي اوږدېدنې (ε_t) کمېدنه، د فولادو د غځېدنې د کموالی او د کانکرېټو د ماتېدنې څخه مخکې د مقطعې د شکل دبدلېدنې له امله د ویجاړېدنې ډاډمنتیا کمېږي. چې پایله یې د اوسپنیزکانکرېټي ګاډر ونولپاره د مطلوبه خواص د تدریجي ویجاړېدنې او کلکوالي تحمل کول دي. ترڅو د ډاډمنتیا کمېدنه جبران کړي. د (ACI 318) کود حکم کوي ،چې د مقاومت ضریب (ϕ)کوچنی قیمت و کاروی ، کوم چې د لاندېنې فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$$\phi = 0.48 + 83\varepsilon_t \qquad (36.3)$$

کله چې ګاډرونه پرته له محوري بار څخه د بارونو لاندې واقع شي ، یادا چې کششي نستې اوږدوالی د فشاري نسبتي اوږدوالي په پرتله ډېر شي ، نو په کشش کې د مقطعې کنترولولو ته پوره پاملرنه په کار ده . په دې ډول مقطعو کې د (ACI 318) کود د بشپړې ډاډمنتیا لپاره د لاربنونی له مخې د (ε_t) د (0.004) څخه لږ قیمت ته اجازه نه ورکوي. د (ACI 318) کود په موافقه په لاندېني (4.3- جدول) کې د (ϕ) قیمت د(ε_t) لپاره د (0.004) او د (0.005) څخه د لویو قیمتونو ترمنځ په پام کې نیو شوی دی[56:7].

4.4 - جدول: د (ε_t) پورې اړونده د (ϕ) قیمتونه [7: 56].

ε_t	ϕ
$\geq$ 0.005	0.900
0.0049	0.887
0.0048	0.878
0.0047	0.870
0.0046	0.862
0.0045	0.854
0.0044	0.845
0.0043	0.837
0.0042	0.829
0.0041	0.820
0.0040	0.812

7.3- ساختماني ډاډمنتیا (Structural Safety)

د مقاومت د محاسبې یا دبار او مقاومت فکتورونو د محاسبې طریقه (LRFD) کې د ساختمان د ډاډمنتیا لپاره څلور سرچینې شته ، چې په لاندې ډول ترې یادونه کیږي:

(الف) - د موادو ډاډمنتیا (Materials Safety) : کله چې د کانکریټو محاسبوي مقاومت (f'_c) وي ، نو د کانکریټو مخلوط د لوړ فشاري مقاومت (f'_{cr}) لپاره محاسبه کیږي ، چې قیمت یې د محاسبوي فشار په نسبت ($f'_{cr} > f'_c$) ډیر وي ، چې ډاډمنتیا یې مخکې تشریح شوه. همداراز د فولادي سیخانو د تسلیمیدنې مقاومت (f_y) وي ،سره له دې چې

دفولادي سيخانو واقعي تسلیمېدنې مقاومت د (f_y) په نسبت لوړ وي ، د احتمالي زيان لپاره د موادو ډاډمنتيا يا اطمنانيت د (ASTM) سټنډرد په واسطه مشخصېږي .

(ب) - د بارونو ضريبونه (Load Factors) : د بار ضريبونه د کود په واسطه مشخصېږي او د بار په محاسبه کې د بدلون له مخې بې ثباتي د منځه وړي. د بار ضريبونه په ټيپيک ډول سره ډېرېدونکي ضريبونه دي ، چې د ډاډمنتيا په اړوند د عامل يا وارده با اندازه ډېروي.

(ج) - د مقاومت ضريبونه (Resistance Factors) : د عناصرو او ودانېو لپاره د مقاومت او کمېدنې ضريبونه ، ودانۍ د بيروني بارونو په وړاندې مقاومه کوي. دا ضريبونه د بارونو د ډول (په کږېدنه يا انحناء کې ، عرضاني ، محوري او داسي نورو) له مخې محاسبه کېږي او همدا راز د تحليل په طريقو کې دقت هم د همدې له مخې فرض کېږي.

(د) - د ويجاړېدنې څرنګوالې (Failure Scenario) : د مقاومت د محاسبې يا دبار او مقاومت فکتورونو د محاسبې طرېقه (LRFD) د ډاډمنتيا د يوې مهمې قانوني لايحې په څېر ، چې لومړنۍ موخه يې د عناصرو او د ودانېو په تدريجي ډول يا د شکل منې (شکل پذيرۍ) او نرمۍ ويجاړېدنې ته د رسېدلو سره ، په ډېره پيمانه انرژي جذبوي. د دارنګه تدريجي ويجاړېدنې څرنګوالی د ګټور عمل کېدنې اجازه ورکوي ، چې که چېرې ويجاړيدنه روښانه او څرګنده وي ، نو په ګټور عمل کولی شي تخليه کېدنه يا پرېښودنه ، ترميمېدنه ، بيا رغونه او يا نور ډول ساتنه په کې شاملېږي. تدريجي ويجاړېدنه دې ته اجازه ورکوي چې عنصر يا ساختمان په پوره اندازه انرژي وزغمي او په پايله کې د ناوړه او خطرناکو بارونو په وړاندې ښه مقاومت وکړي او ساختمان د پام وړ تخريب څخه وساتي او بشپړه ويجاړېدنه يې ناشونې کړي.

د مقاومت د محاسبې په طرېقه کې د ساختمان ډاډمنتيا په څلورو کټګوريو طبقه بندي شوې دی. هره يوه کټګوري يې په ځانګړې توګه تحليلېږي ، تر څو د ساختمان د محاسبې د طرېقې يا متودولوژۍ له مخې د ډاډمنتيا ټولې څرګندونې په هر اړخېزه توګه په لاس راوړل شي [36:7] .

همدا راز د په حدي حالت ې د اوسپنيزکانکرېټی عناصرو محاسبې په طرېقه کې د درېيو بنسټيزو دليلونو له مخې د ډاډمنتيا ضريبونه لکه د بار او مقاومت ضريبونه د ساختمانونو په محاسبه او ډيزاين کې اړين دي:

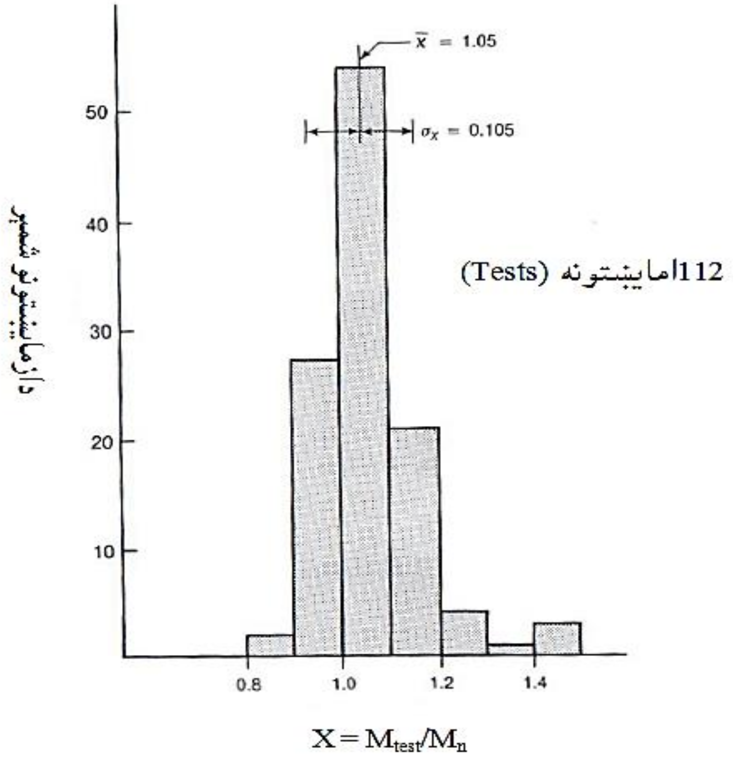
1- **په مقاومت کې بدلون** (Variability in Resistance): د ګاډرونو ، پايو يا ستنو او يا د نورو ساختماني اجزاوو واقعي مقاومتونه ، د محاسبه کوونکي انجنير د محاسبوي قيمتونو سره توپير لري. د دې لپاره بنسټيز دليلونه په لاندې ډول دي:

(الف) - د کانکرېټو او فولادي سيخانو د مقاومتونو بدلون.

(ب) - دختماني عناصرو د جوړو شويو او په ترسيم کې د ابعادو او اندازو تر منځ توپير.

(ج) - د ساده کېدونکو فرضيو له اغېزو څخه د اجزاوو د مقاومت لپاره د معادلو اقتباس کول.

په ازمايښتونو کې د ګاډر د مومنت د ظرفيتونو (M_{test}) د نسبت هستوګرام څخه ليدل کېږي ، چې هغه نومينالي مقاومتونه (M_n) چې د محاسبه کوونکي انجنير په واسطه پيدا شوي دي ، په (3.5- شکل) کې ترسيم شوي دي. سره له دې چې په دې نمونه کې منځنې مقاومت په اټکلي ډول ، د نومينالي مقاومت څخه د (1.05) ځلې په اندازه ډېردی ، دلته د دې څرګندونه احتمال دی ، چې د ګاډر عرضاني مقطعې به د محاسبوي قيمت په پرتله ټيټ ظرفيت ولري. دا بدلون د ساده کېدونکو فرضيو له امله د نومينالي منټونو مقاومت (M_n) دلته ښودل شوې دی.



5.3- شکل: د اوسپنیز کانکریټي ګاډرونو لپاره د ټولو ارقامو پر بنسټ د اندازه شویو او محاسبه شویو ویجاړېدنې پرتلنه ،که $f_y > 2,000$psi یا $f_y > 14$ Mpa وي [33:17] .

2- په بارونو کې بدلون (Variability in Loads): ټول بارونه بدلون مومي ، خو په ځانګړې توګه ژوندي بارونه او د چاپیریال یانې د واورې ، د باد یا زلزلې بارونو له امله بدلونو مومي. د (3.5a- شکل) په دفترونو کې په پرله پسې توګه د ($151\ ft^2$) فوټ مربع یا ($14\ m^2$) متر مربع مساحت په اندازه د ژوندي بار د برخې ساتنه تفکیک کوي. سره له دې چې په دې نمونه کې ژوندي بار په منځني ډول سره (13 psf) پونډ پر فوټ مربع یا ($21KN/m^2$) کیلونیوټن پر متر مربع وو. اندازه شوي بار دیو سلنې ډېرېدنې سره 44 (psf) پونډ پر فوټ مربع یا ($70KN/m^2$) کیلونیوټن پر متر مربع کېږي. د دې ډول ځای په ځای کېدنې یا اشغالېدنې او مساحت لپاره د ودانیو ستندرد ژوندي بار (50 psf) پونډ پر فوټ مربع یا ($80KN/m^2$) کیلونیوټن پر متر مربع ټاکي. د پراخه یا ډېر مساحت لپاره ، منځنې ساتل شوې ژوندي بار (13 psf) پونډ پر فوټ مربع یا ($21KN/m^2$) کیلونیوټن پر

متر مربع ته نـژدې پاتې کېږي ، خو کمېدنې ته بدلون مومـې لکـه په (3.5b- شکل) کې چې ښودل شوې دی. د ژوندي بار بې پايښتې د دې ښودنکې ده ، چې کله ،کله بارېدنه په غير مترقبه او يا د مؤقتې ګودام کېدنې له امله بارونه ډېرېږي ، تر څو ټول ژوندي بار حاصل شي. په پايله کې د پام وړ دفتر لپاره اعظمي بار له (13 psf) پونډ پر فوټ مربع يا (21KN/m²) کيلونيوټن پر متر مربع څخه (44 psf) پونډ پر فوټ مربع يا (70KN/m²) کيلونيوټن پر متر مربع پورې ډېرېږي.

په بارونوکې سربېره له خپل ځاني واقعي بدلونونو څخه ، فرضيدنې او اټکلوالی په پام کې نيول کېږي ، چې د هغې په واسطه سرته رسيدلي ساختماني تحليلونه دواقعي او د انجنير په واسطه محاسبوشويو قوو او منتهونو تر منځ توپيرښيي . د مقاومت او د بار د اغېزو له امله بدلون ، دلته ځرګنده د خطر د پېښدنې امکان شته و چې ساختمان دمنځنې په نسبت کمزوري دی او هم به د منځنې بار پر ځاي ډېر بار زغمي ، نو په دې بې ساري توپير حالت کې به حتمي ويجاړېدنه يا تخريب پېښېږي . له (3.32- معادلې) څخه تر (3.34- معادلې) پورې د بار او مقاومت ضريبونه د دې لپاره غوره شوي دي ، چې د ډېر ي کمې اندازي تر سطحې د ويجاړېدنې احتمال را کم کړي.

د ويجاړېدنې د اغېزې د مخنيوي لپاره درېيم ضريب بايد حتمي په ځانګړې توګه د ساختمانونو د ډاډمنتياد تأمينولو لپاره په پام کې ونيول شي.

3- د ويجاړېدنې يا تخريب اغېزې (Consequence of Failure): يو لړ ضريبونه د ځانګړې کلاس ساختمانونود ډاډمنتيا د قبلېدنې تر حده پورې د لاسته راوړلو لپاره بايد حتماً په پام کې ونيول شي ، چې په لاندې دول ترې يادونه کېږي:

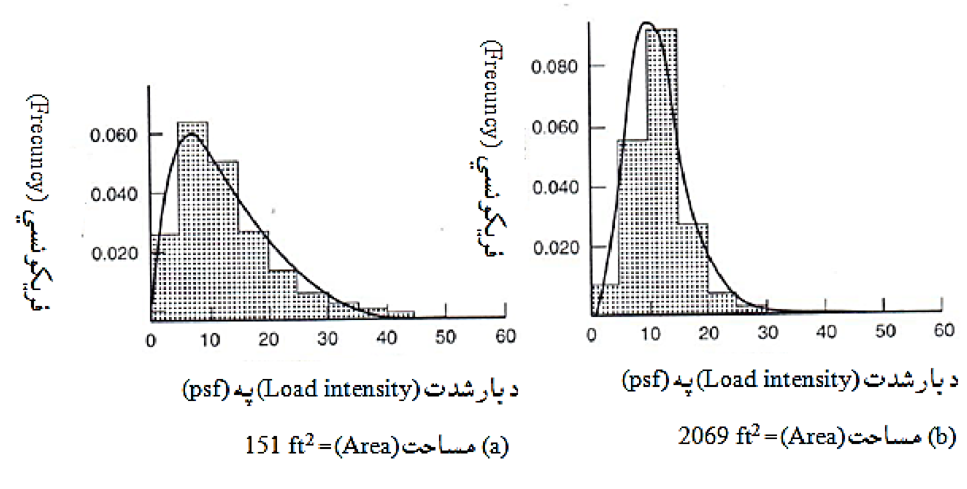
(الف) - د ژوند د منځه تللو امکان له امله اړينه ده چې د اديتوريمونو او ګودامونو ودانيو لپاره د ډاډمنتيا لوړ ضريب په پام کې ونيول شي.

(ب) - د ټولنې بيه د وخت زيان، د ملي ګټو زيان او په مستقيمه توګه د ژوند اوملکيتونو زيان د ويجاړېدنې يا تخريب له امله اوړي ، د بېلګې په توګه ، د يوه پل دويجاړېدنې يا

تخریب په پایله کې د ټرافیکو د د توصل له امله نه احساسېدونکې زیان د بې ځایه کېدنې له کبله رامنځته شي.

(ج) - د ویجاړېدنې ډولونه ، د ویجاړېدنې خبرداری او د بار د بدیلو لارو شتون. که چېرې دیوه عنصر ویجاړېدنه د کړوپېدنې د ډېرېدنې په واسطه مخکې واقع شوي وي ، لکه په ځینو حالتونو کې په اوسپنیزکانکرېټې ګاډر کې د کوږوالی یا انحنایي ویجاړېدنې په څېر، نو په داسې حالتونو کې باید د ودانۍ د تخریب خبر ورکړل شی ، تر څو د ودانۍ د ویجاړېدنې یا تخریب څخه دمخه پرېښودل شي. دا شاید نا ممکنه وي چې پرته له خبرونې دې عنصر ناڅاپه د ویجاړېدنې یا تخریب سره مخ شي ، کېدی شي داسې حالت په ترلې پایه یا ستنې کې پېښ شي. نو له دې امله ، د ډاډمنتیا د غوښتنې اندازه به په ګاډر کې د پایې یا ستنې په څېر دومره لوړه نه وي. په ځینو ساختمانونو کې د نژدې عناصرو له امله د باروېشنه د بل عنصر د تسلیمېدنې یا ویجاړېدنې لامل کېږي. په نورو ساختمانونو کې ، کله چې یو عنصر د بشپړه ویجاړېدنې لامل کېږي ، که چېرې د بیا وېشنې امکان شتون ولري ، نو په لوړه کچه ډاډمنتیا ته اړتیا پېښېږي.

(د) - د پاتې شویو موادو پاکول او د ساختمان دهغې د اجزاوو عوض کولو قیمت.



6.3- شکل: د بار د شدت او فریکونسۍ تر منځ د اړیکو ګراف [35:17].

8.3- د بارونو ضريبي کېدنه او د کوږوالی (انحنايي) مومنټ ډېرېدنه

(Load Factored and Magnified Bending Moment)

د اوسپنيزکانکرېټي ګاډرونو په تحليل او محاسبه کې د کوږوالی یاانحنايي مومنټونو لپاره ، اړينه ده ، مخکي له هر څه بايد د کوږوالی یاانحنايي مومنټ محاسبوي ډېريدونکی قیمت (M_u) د (ASCE 7) سره سم پيداشي. د مقاومت د محاسبې د طرېقې (LRFD) سره سم محاسبوي کوږوالی مومنټ (M_u) ،چې د نهايي کوږوالی مومنټ په نامه هم يادېږي. د ګاډر د کمېدونکي انحنايي مومنټ ظرفيت (ϕ M_n) ، د نهايي يا ډېريدونکي انحنايي مومنټ (M_u) سره پرتله کېږي. د نهايي يا ډېريدونکي کوږوالی یاانحنايي مومنټ (M_u) په بېلابېلو طريقو سره پيداکېږي ، چې په ترتيب سره ترې په لاندې ډول يادونه کېږي:

1 - ضريبي شوی مومنټ طرېقه (Factored Moments Method) : نهايي يا ډېريدونکي کوږوالی یاانحنايي مومنټ یا ضريبي شوې مومنټ (M_u) دپيداکولو لپاره لومړنۍ طرېقه په لاندې ډول تشريح کېږي. په دې طرېقې نهايي يا ډېر شوی د کوږوالی یاانحنايي مومنټ ، چې اوسپنيزکانکريتي ګاډر اغېزمن کوي د ساختمان د تحليل له مخې پيداکېږي ، کله چې د مومنټ لاندېنې قيمتونه پيدا شي:

M_D- په ګاډر کې د مړ يا دايمي او ثابت بار له اغېزې کوږوالی یاانحنايي مومنټ دی.

M_L- په ګاډر کې د ژوندي يا مؤقتي بار له اغېزې کوږوالی یاانحنايي مومنټ دی.

M_{Lr}- په ګاډر کې دبام ژوندي يا مؤقتي بار له اغېزېکوږوالی يا انحنايي مومنټ دی.

M_S- په ګاډر کې د واورې بار له اغېزې کوږوالی يا انحنايي مومنټ دی.

M_R- په ګاډر کې د باران بار له اغېزې کوږوالی یاانحنايي مومنټ دی.

M_H- په ګاډر کې خاورې فشار له اغېزې کوږوالی يا انحنايي مومنټ دی.

M_F- په ګاډر کې د مايعاتو د فشار له اغېزې کوږوالی يا انحنايي مومنټ دی.

M_W- په ګاډر کې د باد بار له اغېزې کوږوالی يا انحنايي مومنټ دی.

M_E- په ګاډر کې زلزلې بار له اغېزې کوږوالی يا انحنايي مومنټ دی.

M_T- په ګاډر کې د انقباض او تودوخې د بدلون له اغېزې کوږوالی يا انحنايي مومنټ دی.

د ساختمان يا عنصر له پاسه د هر ځانګړې يا انفرادي بار اغېزه ، کولې شو د پورتنيو ښودل شويو کوږوالی (انحنايي) مومنټونو د پيداکېدنې څخه وروسته د اړونده بارونو د ضريبونو په پام کې نيولو سره نهايي ډېريدونکي يا ضريبي شوي کوږوالی مومنټ پيدا کړو:

$M_{u1} = 1.4(M_D + M_F)$ .... (37.3)

$M_{u2} = 1.2(M_D + M_F + M_T) + 1.6(M_L + M_H) + 0.5(M_{Lr} \text{ or } M_S \text{ or } M_R)$ ... (38.3)

$M_{u3} = 1.2M_D + 1.6(M_{Lr} \text{ or } M_S \text{ or } M_R) + (M_L \text{ or } \pm 0.8 M_W)$ .... (39.3)

$M_{u4} = 1.2M_D \pm 1.6M_w + M_L + 0.5 (M_{Lr} \text{ or } Ms \text{ or } M_R)$ .... (40.3)

$M_{u5} = 1.2M_D \pm 1.0M_E + M_L + 0.5 Ms$ .... (41.3)

$M_{u6} = 0.9M_D \pm 1.6M_w + 1.6 M_H$ .... (42.3)

$M_{u7} = 0.9M_D \pm 1.0M_E + 1.6 M_H$ .... (44).3

د(M_{u1}) څخه تر (M_{u7}) پورې د ګاډر د ټولو بحراني مقطعو لپاره پيداکېږي ، چې په محاسبه او تحليل کې ورته اړتيا ده. د هر ګاډر عرضي مقطعې له مخې ، د(M_{u1}) څخه تر (M_{u7}) پورې اعظمي او اصغري کوږوالی (انحنايي) مومنټونو قيمتونه د اوسپنيز کانکرېټي ګاډرونو د محاسبې او ډيزاين لپاره قبلېږي. د باد او زلزلې بارونه دوه ځلې واردېږي، چې يو ځل يې مثبت قيمت او بل ځل يې منفی قيمت د بديل بار د لورو لپاره محاسبه کېږي. همدارنګه د(M_{u2} ، M_{u3} او M_{u4}) معادلو ته اړتيا ده ،چې د بېلابېل بارونو په

کاربدنې سره د(M_u) اعظمي او اصغري قیمتونه په لاس راوړل شي . په پایله کې د(M_u) محاسبوي قیمتونه پیداکېږي . په دې سمستر کې اوسپنیزکانکرېټي عناصرد لومړنیو جاذبې قوو (مړه یا دایمي او ژوندیو یا مؤقتو بارونو) د عمل کولوله مخې محاسبه کېږي ، چې په لاندې ډول په ترتیب سره د(M_u) دپیداکولو لپاره ترې استفاده کېږي:

$$M_{u1} = 1.4M_D \quad (45.3)$$

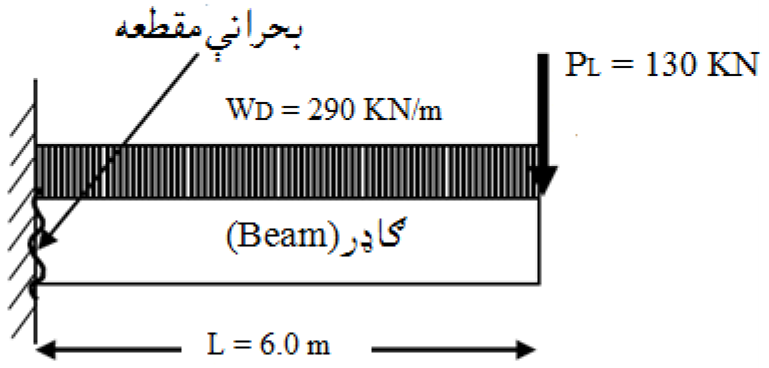
$$M_{u2} = 1.2\,M_D + 1.6\,M_L \quad (46.3)$$

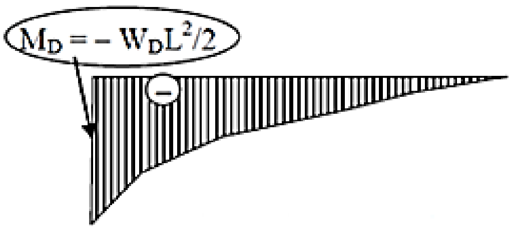
2 - د ضریبې شویو بارونو طریقه (Factored Loads Method): بله طریقه چې دهغې څخه د(M_u) دپیداکولو لپاره کارېږي ، په لاندې ډول ترې یادونه کېږي: د دې ډول طریقې سره سم د ګاډر یا ساختمان له پاسه ضریبي شوي بارونه د(U_1) څخه تر (U_7) پورې د بېلابېلو بارونو د حالتونو لپاره تحلیلېږي. د(M_u) قیمتونو لپاره په هر تحلیلي حالت کې سره یو ځای کېږي او ګاډر د ډېر بحراني قیمتونو لپاره محاسبه کېږي.

سره له دې چې ، پورتنۍ دواړه طریقې ممکن ډېري ستومانه کېدونکي وي ، خو د هر ګاډر اویا عنصر لپاره ، یوازې د یو یا دوه د بارونو یو ځای کېدنه په بحراني حالت کې شاملېدی شي. د بارونو نور حالتونه په ساده توګه په بحرانې شرایطو کې شامل نه شي.

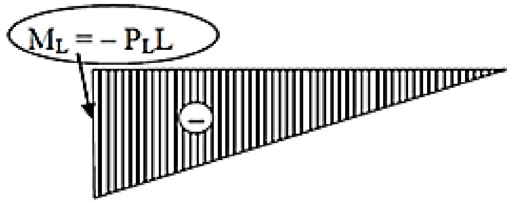
1.3- مثال: په یو کانټیلیور ګاډر چې په لاندېني شکل کې ښودل شوې دی ،تحلیل کړئ او د (ASCE 7) سټندرد سره سم یې دکوږوالی یا انحنایي نهایي مومنټ (M_u) قیمت پیداکړئ ، که چېرې ($W_D = 290KN/m$) ، ($P_L = 130KN$) او د ګاډر وایه (6m) وي ؟

لومړی حل د ضریبي شوي مومنټ طریقه :





دمړبار (W_D) له امله کړېدنې مومنټ



د ژوندي بار (P_L) له امله کړېدنې مومنټ

$M_D = -W_D L^2/2 = -290 \times (6)^2/2 = -5,220$ KN.m

$M_L = -P_L L = -130 \times 6 = -780$ KN.m

د نهایي یا ضریبي شوي کوږوالی یا انحنایي مومنټ(M_u) قیمت په لاندې ډول پیداکوو:

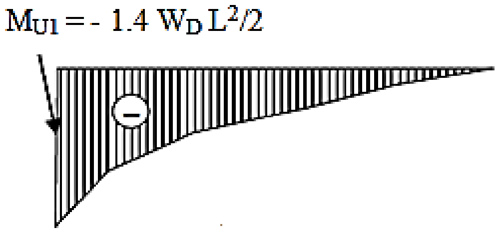
$M_{U1} = 1.4(M_D+M_F) = 1.4M_D = 1.4 \times (-5,220) = -7,308$ KN.m

$M_{U2} = 1.2(M_D+M_F+M_T) + 1.6(M_L+M_H) + 0.5(M_{LT} \text{ or } M_S \text{ or } M_R)$

$M_{U2} = 1.2M_D + 1.6M_L = 1.2 \times (-5,220) + 1.6 \times (-600) = -7,224$ KN.m

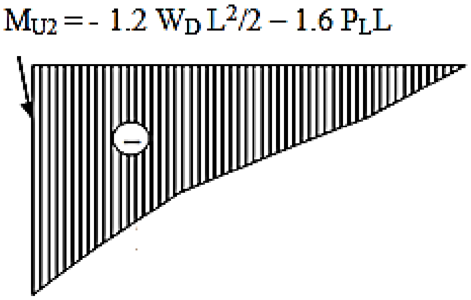
$M_{U2} = -7,224$ KN.m

دویم حل د ضریبي شوي بارونو طریقه :



د (U_1) بار له امله د کږېدنې مومنټ

$U_1 = 1.4\ W_D$

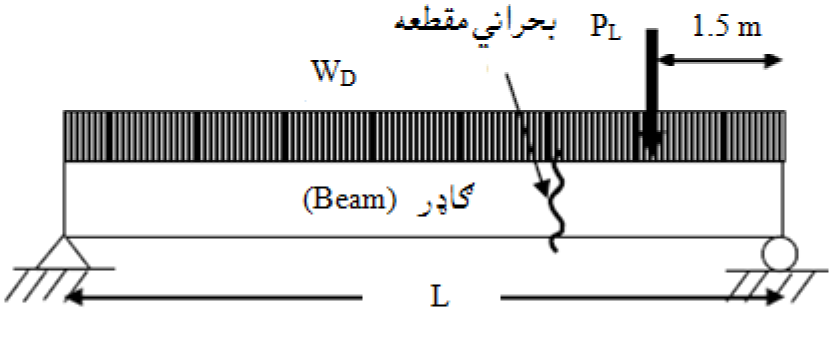


د (U_2) بار له امله د کږېدنې مومنټ

$U_2 = 1.2\ W_D + 1.6\ P_L$

$$M_{U1} = - 1.4W_D\ L^2/2 = - 1.4 \times 290 \times (6)^2/2 = - 7{,}308\ KN.m$$
$$M_{U2} = - 1.2\ W_D\ L^2/2 – 1.6\ P_L\ L = - 1.2 \times 290 \times (6)^2/2 – 1.6 \times 130 \times 6$$
$$M_{U2} = - 7{,}224\ KN.m$$

د یادولوو ړ ده چې په پوښتنه کې د کانټیلیور ګادر لپاره بحراني بارونه (U_1) او (U_2) دي. چې (U_1) یو ساده مړ بار دی، چې په (1.4) ضریب کې ضربېږي، سره له دې چې (U_2) لازمي د ه،چې د ګاډر له پاسه لکه د مړ بار په شان پر یوه مهال کې عمل کوی او د (1.2) ضریب کې ضربېږي او ژوندي بار چې د (1.6) په ضریب کې ضربېږي. ګاډر یو ځل د (U_1)



بار او بل ځل د(U_2) بار د تحلیل لپاره سرته رسېږي. دکوږوالی (انحنایي) مومنټ دیاګرام د دواړو حالتونو لپاره ترسیم شوي دي ، چې د هغې له مخې د(M_u) قیمت پیدا کېږي.

2.3- مثال: یو ساده اتکاء لرونکی ګاډر چې په لاندېني شکل کې ښودل شوې دی ، د (ASCE 7)سره سم د (M_u) قیمت پیدا کړئ، که (W_D = 22 KN/m) ، (P_L= 90kN) او د ګاډر وایه (6.0 m) وي ؟

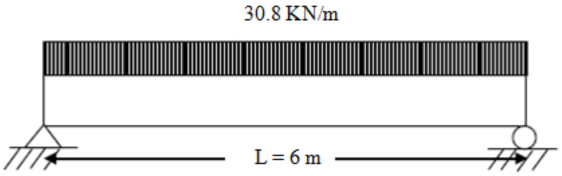
لومړی حل: د ضریبي شویو بارونو طریقه

په ګاډر کې د بحراني مقطعې د موقیعیت د پیداکولو لپاره د ساختمان د تحلیل څخه استفاده کېږي. د ګاډر بحراني مقطعه په هغه نقطه کې چې مومنټ اعظمي او عرضی قوه صفر وي ، واقع کېږي. که چېرې لومړی کړنلاره او طریقه وکارول شي ، د عرضی قوو په دیاګرام کې د هر تحمیل شوی بار لپاره په صفري عرضي قوه (د کوږوالی یا انحنایي اعظمي مومنټ) په نقطه کې پیدا کېږي ، چې پابله یې کیدی شي بشپړه حل وي. دویمه وړاندېز شوی کړنلاره یا طریقه ډېر ښه حل دی ، چې په هغې کې د نهایي بار له مخې یوازې د عرضي قوو دیاګرام څخه پابله اخیستل کېږي.

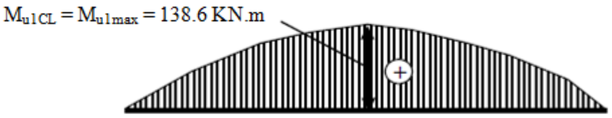
لومړی (U_1) کارېږي ، خو د ژوندی یا مؤقتي بار په نه شتون کې مړ یا دایمي بار یوازی د (1.4) ضریب کې ضربېږي ، چې د ګاډر له پاسه د یو شانته وېشل شوی بار لپاره (1.4 W_D = 1.4 x 22 = 30.8 KN/m) چې په لاندې ډول ښودل شوې دی:

بحراني مقطعه د وایې په منځ کې واقع ده نو:

$$M_{u1CL} = M_{u1Max} = 1.4\ W_D\ L^2/8 = 30.8 \times (6)^2/8 = 138.6\ KN.m$$



د (U1) بار

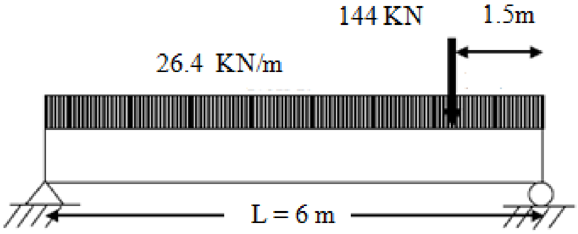


د (U1) بارلپاره دمومنټ دیاګرام

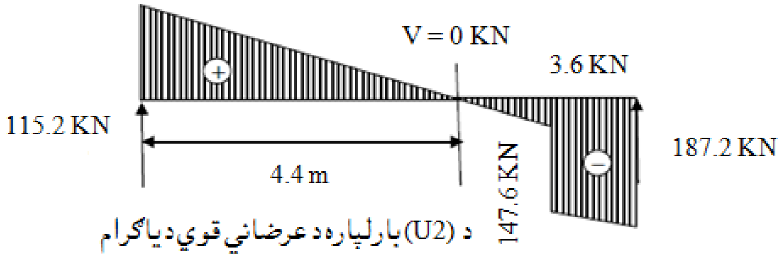
بیا د (U_2) بار پیدا کوو، په دې کې مړیا دایمي بار د (1.2) او ژوندی یا مؤقتي بار په (1.6) ضریبونو کې ضربوو، په پابله کې په لاس راځي، چې:

$1.2W_D = 1.2 \times 22 = 26.4$ kN/m

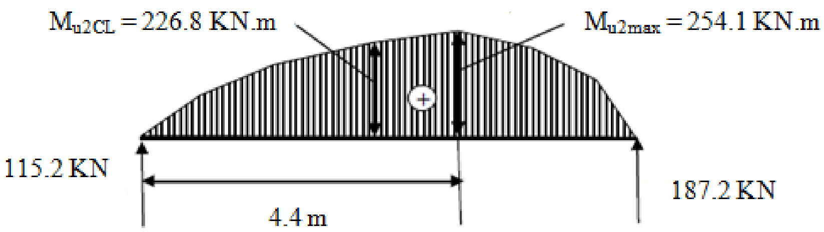
$1.6P_L = 1.6 \times 90 = 144$ KN



د (U2) بار



د (U2) بارلپاره دعرضاني قوي دیاګرام



د (U2) بارلپاره دکږېدنې مومنټ دیاګرام

د جامداتو میخانیک د اصولو سره سم د (U_2) د پیداکولو لپاره کیدی شي د عرضي قوو اوکوږوالی یا انحنایي مومنټونو د دیاګرام څخه ګټه واخلو :

نوڅکه: د (U2) لپاره :

$$M_U = M_{u2Max} = 254.1 \text{ KN.m}$$

اړونده مومنټ د (U_1)او(U_2) د لویو قیمتونو له مخې پیداکېږي ، چې پایله یې (M_U = 254.1 KN.m) کېږي. دا باید په یاد ولرو چې په مقطعه کې دکوږوالی یا انحنایي اعظمي مومنټ د ګاډر د چپ لورې څخه نه ، بلکې د وایې له منځ څخه د (4.4 m) مترو په فاصله واقع کېږي. ددې مقطعې لپاره اړینه ده ، چې محاسبه کوږوالی (انحنایي) نهایي مومنټ (M_U = 254.1 KN.m) له مخې سرته رسېږي. سره له دې چې د منځنۍ وایې په مقطعې کې د (M_u = 226.8 KN.m) انحنایي مومنټ لاندې واقع کېږي ، خو د محاسبې لپاره اړینه ده ،چې د دواړو مقطعو لپاره (M_U = 254.1 KN.m) قبول شي.

دریمه طریقه : د ضریبي شوې بار د ډیریدنه (Factored Load Addition):

د (M_u) دقیمت د پیداکولو بله طریقه چې د ګاډر د محاسبې لپاره ترې استفاده

115.2 KN

کېږي ، په لاند: 187.2 KN دونه کوو : که چېرې د ګاډر له ... لابېل ډول بار ... یو ...

4.4 m

یا کټ مټ باریدنې په حالت کې و... د (U_1) څخه تر

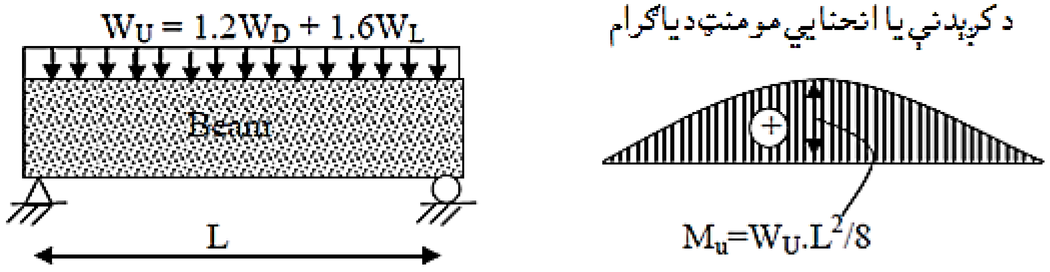
د (U2) بارلپاره دکږېدنې مومنټ دیاګرام

(U_2) پورې د دریم فصل د معادلو پر بنسټ پیدا کېږي او د دې د ... لپاره یو مثال چې په هغې کې د ګاډر د وایې په اوږدو کې مړ یا دایمي وېشلې بار (W_D) او ژوندی یا مؤقتي وېشلې بار (W_L) په پام کې نیول شوې ؤ. په عمومي توګه نهایي بار د (U_2) په واسطه قبلېږي. لکه په لاندېنۍ معهدله کې چې ښودل شوې دی:

$$W_u = 1.2\ W_D + 1.6\ W_L$$

ګاډر دیو شانته وېشلي بار په واسطه بار شوې دی ، چې د (Wu) سره مساوي کېږي ، نو له همدې بار له مخې د کوږوالی (انحنایي) مومنټ دیاګرام ترسیمېږي ، چې د هغې د بحرانې مقطعې لپاره د (M_u) قیمت پیداکېږي. په دې حالت کې د کوږوالي (انحنایي) مومنټ لپاره بحرانې مقطعه یوازې د وایې په منځ یا وسط کې واقع وي. همدارنګه د (M_u) قیمت کولی شو د لاندېنۍ معادلې په واسطه یې په لاس راوړو:

$$M_U = W_U . L^2/8$$



7.3- شکل: د يو شانته بار شوی ګاډر لپاره (M_u) دياګرام.

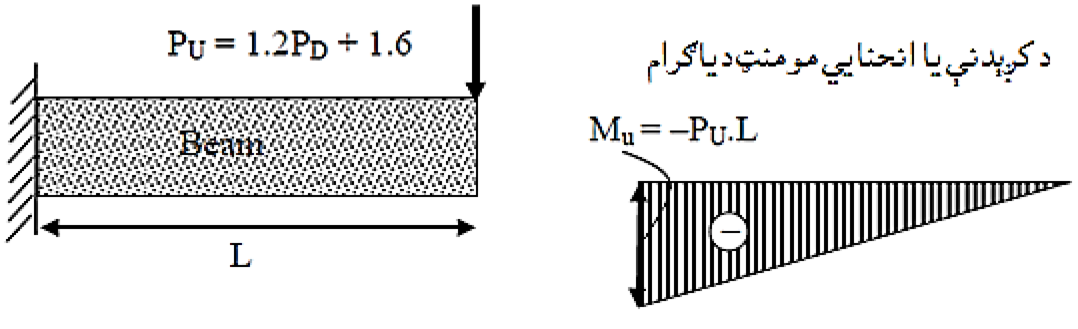
3.3- مثال: يو کانټيليور ګاډر چې د مړ يا دايمي متمرکز بار (P_D) او متمرکز ژوندی يا مؤقتي بار (P_L) لاندې، چې دواړه بارونه يې په ازاد لوری واقع وی محاسبه کړئ؟

په دې ګاډر کې محاسبوي بار په لاندې ډول پيدا کېږي:

$$P_U = 1.2P_D + 1.6P_L$$

داچې د ګاډر له پاسه د متمرکزو بارونو نهايي متمرکز بار (P_u) په لاس راځي، نو د هغې له امله د کوږوالي (انحنايي) مومنټ ترسيمېږي، چې د ټولې بحراني مقطعې لپاره د (M_u) قيمت پيدا کېږي. په دې حالت کې د کوږوالي (انحنايي) مومنټ لپاره بحراني مقطعه يوازې په سخته اتکاء کې واقع وي. همدارنګه د (M_u) قيمت کولی شو د لاندېنۍ معادلې په واسطه يې په لاس راوړو:

$$M_U = - P_U L$$



8.3- شکل: د متمرکز بار شوی کانټيليور ګاډر لپاره (M_u) دياګرام.

9.3- د اوسپنيز كانكريټي ساختمانونو پلټنه
(Inspection of the Reinforced Concrete Structures)

مخكې له دې چې كانكريټي ساختمانونه جوړ شي ، د دولتي چارواكو يانې ښاروالېو او ښاركوټو د صلاحيت لرونكو اشخاصو څخه بايد حتماً اجازه واخيستل شي. سربېره پر دې د ودانېو نړيوال كود (IBC) او ستندردونه حكم كوي ، چې تازه كانكريټ د اچولو يا ځاى په ځاى كولو څخه مخكې وپلټل شي او دا پلټنه په دوه ډوله ده:

1- د ښاروالۍ پلټنه (Municipality Inspections) : د ساختمان د جوړېدنې پر مهال د ليدنې لپاره يو پلټوونكي ورپېژندل كېږي ، چې هغه تازه كانكريټ مخكې له اچولو او ځاى په ځاى كولو څخه وګوري . پلټوونكي داوسپنيز كانكريټي عناصرو او اجزاوو ابعاد ، سيخبندي يا د سيخانو اچول او ځاى په ځاى كول ، همدارنګه په محاسبې يا ډيزاين او پلان كې د نورو شرايطو ځانګړتياوې تصديقوي. دا فعاليت د دوو څخه يوه لاندېنې پايلې لري: د كانكريټو د اچولو اجازه وركول يا د اجازه وركولو څخه مخكې د غوښتل شوي و اصلاحاتو سرته رسول.

2- ځانګړې (مخصوصه) پلټنه (Special Inspections): په دې پلټنه كې ، ځانګړې پلټوونكى په بشپړه توګه د ساحې شرايط (لكه د عناصرو ابعاد ، د سيخانو ځاى په ځاى كېدنه او داسي نور) د محاسبې او ډيزاين د اسنادو او پلان له مخې تصديقوي. همداراز ځانګړې پلټوونكې هغه ځانګړې لارښوونې ، چې د محاسبې په اسنادو او پلان كې يې د ځانګړې پلټنې لپاره په نښه شوې وي ، لكه په سړه هوا كې د هوا ګډېدنه تصديقوي. ځانګړې پلټوونكى د تازه كانكريټو اچول او ځاى په ځاى كېدنه ګورى ، تر څو په دې ډاډمن شي ، چې كانكريټ اچول او ځاى په ځاى كول په دقيق ډول سرته ورسېږي. سربېره پر دې، ځانګړې پلټوونكې د تازه كانكريټو سلمپ اندازه كوي او د ازمايښتونو لپاره ، فشارى سلنډرونه راجمع كوي، چې د كود د مشخصاتو او ځانګتياوو سره سم فشاري مقاومت مشخصوي.

کله چې ښاروالي د قبولې شوې ، اوجوری له مخې د پلټنې لپاره اوجورې ورکوي ، نو د ځانګړې پلټنې لګښت ، د پروژې په لګښت ورزیاتوي . انجنیران باید د کانکرېټو فشاري مقاومت مشخص کړي، د مثال په توګه لکه د (f'_c = 2,500psi) پونډ پر انچ مربع یا (f'_c = 17.24 MPa) میګا پاسکال د کانکرېټو فشاري مقاومت . که چېرې سټنډردونو او کودونو د ځانګړیو پلټوونکو غوښتنه نه وي کړي ، سره له دې هم دا کودونه د ډېرو مهمو عناصرو د(f'_c) د مشخصولو لپاره د ځانګړیو پلټوونکو حکم کوي. د مثال په ډول هغه عناصر چې د ساختمان د افقي بارونو په وړاندې د مقاومت کوونکي سیستم یوه برخه ده [37:7].

لــــنډيــــز

کله چې اوسپنيزکانکرېټ د يوې ساختماني مادې په ډول وپېژندل شوه ، نو بې له محاسبې به کارېدله. کله چې د يوه عنصر څخه د ساختمان په جوړېدنه کې ګټه اخيستل کېږي ، اړينه ده چې هغه بايد مستحکم يانې داچې د هغې له پاسه د وارده بارونو په وړاندې مقاوم او د زغم وړتيا ولري او همداراز د جوړېدنې لګښت له پلوه ارزانه او اقتصادي وي.
نو د همدې بنسټيزي موخې له مخې د شلمې پېړۍ په سره (1900زکال) کې د اوسپيزکانکرېټو د محاسبې لپاره په لومړي ځل د مجازي تشنجاتو محاسبوي طرېقه رامنځته شوه ، چې په دې طرېقه کې په اوسپنيزکانکرېټو په محاسبه کې د ډاډمنتياضريب يوازې د کارېدونکو موادو لپاره په پام کې نيول کېده ، چې محاسبې د د بارونو د اغېزې(د داخلي قوو اوتشنجاتو) په وړاندې د موادو د مجازي تشنجاتو په پام کې نيولو له امله محاسبه کېږي. چې تر (1930) زکاله پورې د اوسپنيزړانکرېټي عناصرو د محاسبې لپاره يوازينې محاسبوي طرېقه ګڼل کېدله.
د محاسبې په دې طرېقه کې د پام وړ نيمګړتياوې ، چې دهغه بارونو د بارېدنې د احتمال د نه څرګندېدنې او د ګټې اخيستنې پرمهال د ساختمان په عناصرو او اجزاوو کې د رامنځته کېدونکو ستونزو په هکله وی ، نوپه (1930) زکال کې د اوسپنيزکانکرېټي عناصرو د محاسبې لپاره د نهايي بارونو يا د مقاومت طرېقه رامنځته شوه ، خو په دې طرېقه کې د بارونو د بارېدنې د احتمال څرنګوالې د بارونو لپاره د ډاډمنتيا دضريب په پام کې نيولو له امله رفع شو ، خو د ګټې اخيستنې پرمهال د ساختمانونو په عناصرو کې د ستونزو رامنځته کېدنې ، څرګندونه لا پر خپل ځای پاتې وه. خو د ساختمان انجنيرانو او په دې برخه کې څېړنکو د خپلو هڅو په پايله کې دې طرېقې ته لاپراختيا او وده ورکړله او د اوسپنيزکانکرېټي عناصرو لپاره يې داسې طرېقه چې په هغې د دواړو يادو شويو طريقو ټولې نيمګړتياوې ، بشپړې کړلې او دا طرېقه يې د حدي حالت د محاسبوي طرېقې (Limitted State Design Method) او يا هم د مقاومت محاسبوي طرېقې (Strength Design Method) په نوم ونوموله. په دې طرېقه کې د ساختمان د عناصرو د لا ډاډمنتيا

لپاره د مواودو او بارونود باربدنې احتمال د ډاډمنتیا د ضریب په پام کې نیولو سربېره ، د ګټې اخیستنې پر مهال هم ستونزې څرګندې کړلی.

د (ACI Code) کود کې عملاً تر (1983) زکال پورې د اوسپنیزکانکرېټي عناصرو د محاسبې لپاره د مجازي تشنجاتو طریقه (ASD) طریقه کارېدله ، خو وروسته بیا د مقاومت محاسبوي طریقې د پرمختګ او پراخېدنې څخه عملاً اوسنیزکانکرېټي عناصرو د محاسبې لپاره د بار او مقاومت د ضریبي کېدنې محاسبوي طریقه (Load and Resistance Factored Design Methd) یا (LRFD) کارېږي. خو په اروپا او کاناډا کې د حدي حالت محاسبوي طریقې څخه ګټه اخستل کېږي. په دې دواړو طریقو کې د موادو او د بارېدنې د احتمال ډاډمنتیا لپاره یو شانته د هر هېواد د کود او ستندرد سره سم د ډاډمنتیا ضریبونه په پام کې نیول کېږي او همدا راز د ګټې اخیستنې پر مهال د ساختمان د عناصرو ستونزې مطالعه کېږي.

د ساختمانو نو د عناصرو د طرحې او ډیزاین څخه وروسته ، د ساختمانونو جوړېدنه د هغه نقشو او ابعادو په پام کې نیولو له مخې سرته رسیږي ، چې له همدې امله یې په جوړېدنه کې د موادو د کیفیت او د عناصرو د مقطعو د اندازو د جوړو شویو نقشو او ترسیمونو سره سم پلټنه او تفتیش تر سره کېږي ، تر څو ساختمان په مستحکم ډول د غوښتنو سره سم وړ او مناسب، اقتصادي چې ساختماني بسیاینې بشپړې کړي وي ، جوړ شي.

پوښتنې

1- د یوه اوسپنیزکانکریټي عنصر د طرحې او محاسبې څخه څه موخه ده ؟

2- د ډاډمنتیا ضریب څه ته ویل کیږي او د څه دنده سرته رسوي ؟

3- د اوسپنیزکانکریټي عناصرو لپاره د محاسبې د طریقو نومونه واخلئ او هم وواياست چې دا هر یوه طریقه په کومو وختونو کې کاریدله او کاریږي ؟

4- د مجازي تشنجاتو په طریقه کې باریدنه په څه ډول سرته رسیږي؟

5- د مجازي تشنجاتو په طریقه کې د عناصرو تحلیل څه ډول سرته رسیږي ؟

6- د مجازي تشنجاتو په طریقه کې د عناصرو په مقطعو کې تشنجات په څرنګه ټاکل کیږي؟

7-د مجازي تشنجاتو په طریقه کې د اوسپنیزکانکریټي اجزاوو طرحه او محاسبه د کومې رابطې په واسطه سرته رسیږي ؟

8-د محاسبې د مقاومت طریقې په اړه خپلې څرګندونې وکړئ ؟

9- دبار او مقاومت فکټور محاسبې طریقه (LRFD) بنسټیزه معادله کومه ده ؟

10- د ظرفیت یا مقاومت کمېدنې ضریب (ϕ) د څه لپاره په (LRFD) محاسبوي طریقه کې کاریږي ؟

11- د (ACI Code) د لاربښوونې له مخې بارونو ترکیب په څه ډول سرته رسیږي ؟

12- د حدي حـالت محاسبوي طـریقه د مجازي تشنجاتو طریقې په پرتله کومې ښېګڼې لري؟

13- د حدي حالت محاسبوي طریقې په اړه خپلې څرګندونې وکړئ ؟

14- د حدي حالت محاسبوي طریقه د کومو بسټیزو برخو څخه متشکله ده ؟

15- د حدي حالت محاسبوي طریقې کې په ګټې اخیستنې کې له محاسبې څخه څه موخه ده ؟

16- په حدی محاسبوي طریقه کې د (ϕ) او (α) ډاډمنتیا ضریبونه یو له بله څه توپیر لري؟

17- د حدي حالت محاسبوي طریقې بنسټیزه معادله کومه ده ؟

18- د حدي حالت محاسبوي طریقه په بنسټیزه توګه په څو ګروپونو وېشل شوې ده ؟

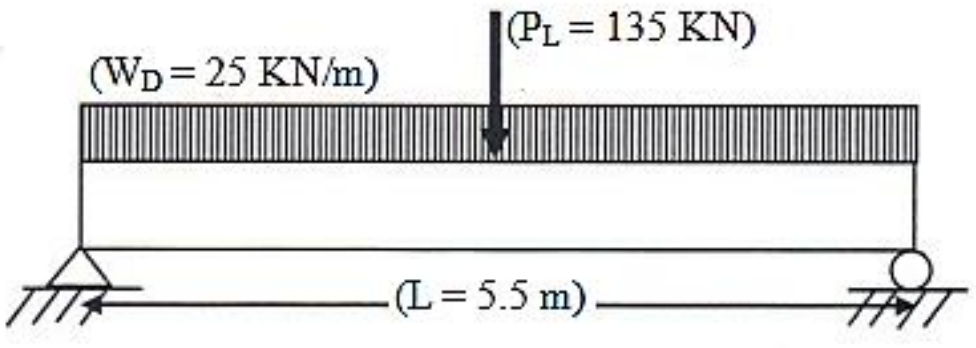
19- ځانګړې حدي حالت څه ته ویل کیږي ؟

20- په حدي محاسبوي طريقې کې د محاسبې يا ډيزاين د بنسټيزي اړيکي په هکله څرګندونې وکړئ ؟

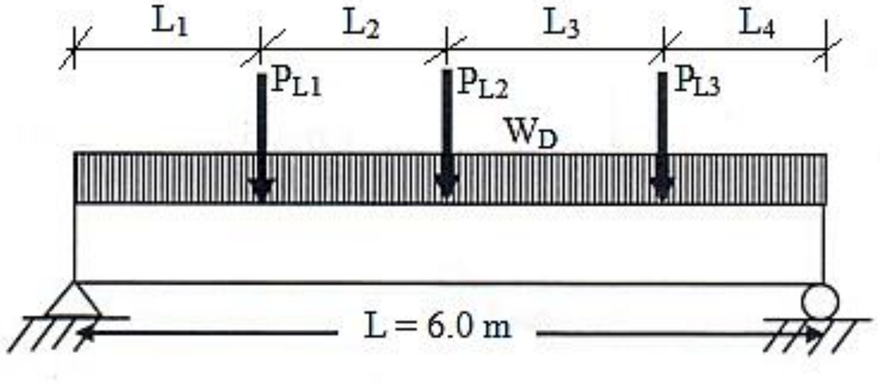
21- ساختماني ډاډمنتيا لپاره کومې سرچينې شتون لري ، په هکله يې څرګندونه وکړئ؟

22- د لاندېنيو ښودل شويو شکلونو له مخې ، دبارونو د ترکيب په پام کې نيولو له امله د نهايي کوږوالی يا انحنايي مومنټونه په لاس راوړئ ؟

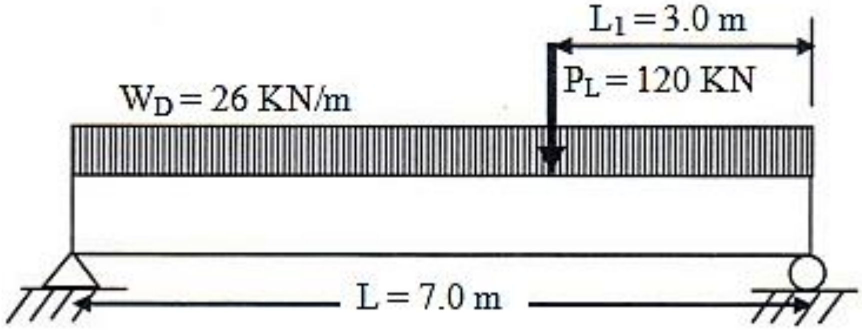
-(a)



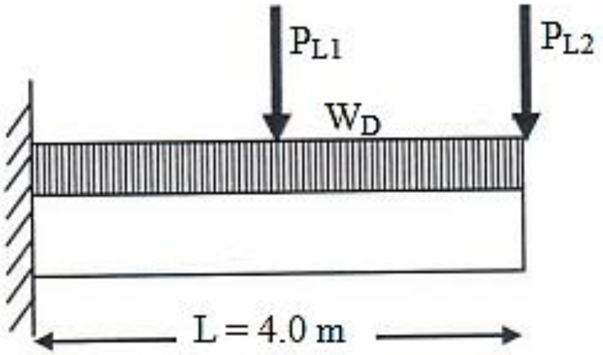
(b)- په دې شکل کې (WD = 25 KN/m) ، ($P_{L1} = P_{L2} = P_{L3}$ = 20 KN) ، ($L_1 = L_2 =$ 1.50 m) ، (L_3 = 1.80 m) او (L_4 = 1.20 m) په پام کې نيول شوي دي.



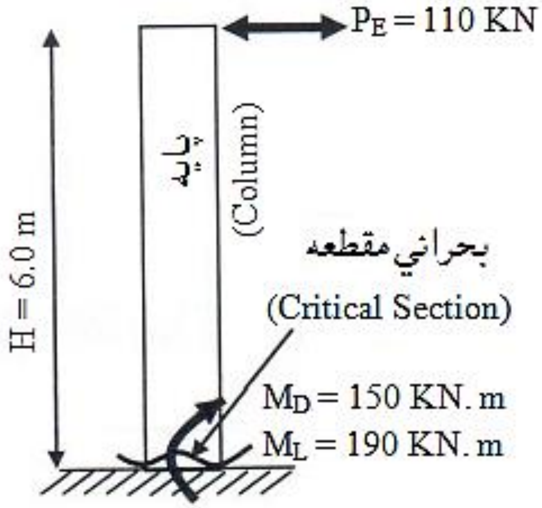
-(c)



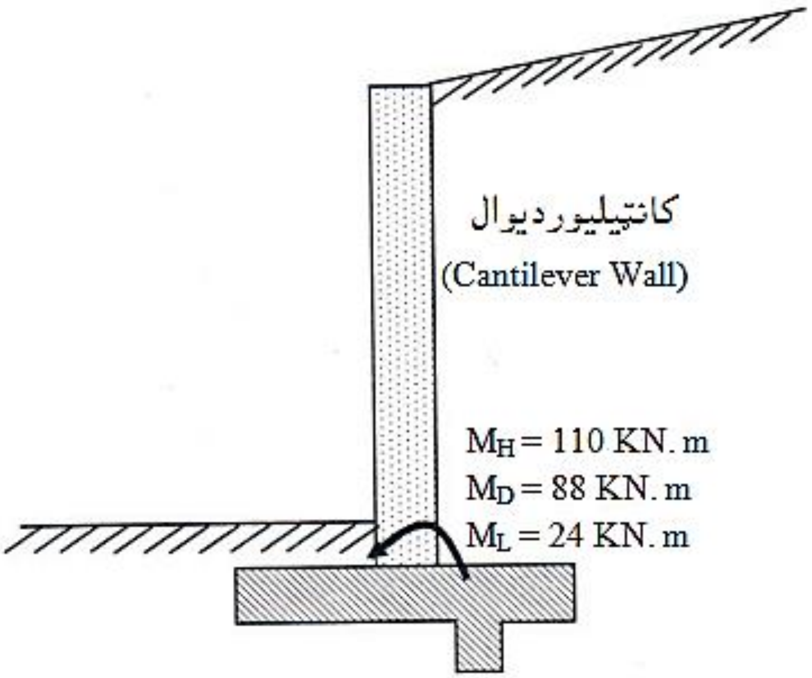
(d)- په دې شکل کې $(W_D = 18\ KN/m)$ ، $(P_{L1} = P_{L2} = 90\ KN)$ او د ژوندیو بارونو ترمنځ فاصله $(2.0\ m)$ په پام کې نیول شوی ده.



-(e)



-(f)



کانٹیلیور دیوال
(Cantilever Wall)
M_H = 110 KN. m
M_D = 88 KN. m
M_L = 24 KN. m

مـــاخـــــذونــه

1. حـقيار ،قسيم محـمداو ستاري ، محمد اكبر. (1380) ل. د کانکریټي ودانیو ډیزاین. هرات: م م (7-8).
2. طاحونی، شاپور. (1393) ش. طراحی ساختمان های بتن مسلح. چاپ دوم. ایران: انتشارات علم و ادب. تهران. ص ص (90-96).
3. فدا ،سهراب. (1390) ش. مبتنی سنجش ساختمان های آهنکانکریتی. کابل: انتشارات سعید. ص ص (57-62).
4. کی نیا ،امیرمسعود. (1389) ش. آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه. اصفهان: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان مرکز انتشارات. ص ص (96-99).
5. مستوفی نژاد، داود. (1383) ش. سازه های بتن آرمه جلد اول. اصفهان: انتشارات ارکان. ص ص (16-101).
6. ACI Committee 318. (2014). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2014) and commentary on Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318R-2014), American Concrete Institute Farmington Hills, MI48331. pp(103-106)
7. Bayasi, M.Z. (2010). Introduction to Reinforced Concrete Design. Montezuma Publishing Aztec Shops Ltd. San Diego State University. San Diego, California 92182-1701. Pp(33-56).
8. Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI). Design Hand Book. (2008). Tenth Edition. Printed in the United State of America. Pp(1-11).
9. International Building Code. (2011). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. Pp(303-304).
10. MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete.New Yark. Pp(63-64).
11. MacGinley, T. J. and B. S. Choo. (2003). Reinforced Design Theory and Examples, Second Edition, London. Pp(29-31) .
12. Morgan W. (1989) . Elementary Reinforced Concrete Design. Edward Arnold (Pablishers) Ltd, London. P(10).
13. Mosley, Bill, John, Bungey and Ray, Hulse. (2007). Reinforced Concrete Design to Eurocode 2. New Yark. Pp(15-27).

14. Nilson, H., David, Darwin and Charles, Dolan. W. (2010). Design of Concrete Structures. Fourteenth Edition. McGran-Hill, a business unit of The McGran-Hill companies Inc., 1221 Avenue of the America, New York. Pp(8-18).
15. Raju, N. Krishna and Pranesh, R. N. (2006). Reinforced Concrete Design. New Age International (P) Limited, publishers,4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 10002. Pp(33-57).
16. Ramamrutham, S. (2006). Design of Reinforced Concrete Structures. Sixteen Editions. New Delhi – India. Pp(40-46).
17. Wight, K. James and MacGregor. (2009). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Fifth Edition. Pearson Education prentice Hall Inc.Upper Saddle River New Jersey 07458. Pp(28-1011).

څلورم فصل

د اوسپنيزو كانكريټي انحنايي عناصرو محاسبه

(Design of Flexure Reinforced Concrete)

1.4- پېژندنه (Introduction)

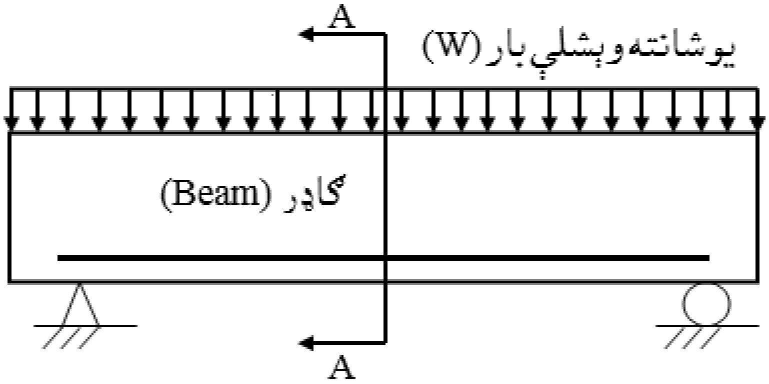
داچې اوسپنيزوكانكريټي ګاډرونه له دوو بېلابېلو موادويانې كانكريټو او فولادي سيخانو څخه تركيب مومي ، نو له دې امله يې د تحليل طريقه د ، د لرګو او فولادو متجانسو (Homogenous) موادو څخه د جوړو شويو ګاډرونو د تحليل د طريقې سره توپير لري. خو د جوړېدونكو موادو مقاومت يې پرته له هر ډول بدلون څخه د اوسپنيزكانكريټي ګاډرونو لپاره په رشتينې توګه كار كوي.

كه يو اوسپنيزكانكريټي كرېدونكى ګاډر د بار لاندې واقع شي ، په تدريجي توګه په كانكريټو كې غير خطي شكل بدلېدنه ځرګندېږي او ممكن فولادي سيخان هم د تسليمېدنې حالت ته ورسېږي او لوي شكل بدلون په كې ځرګند شي. په ګاډر كې د كوږوالي مومنټ په ډېرېدنې سره په كانكريټو كې غير خطي شكل بدلېدنه نور هم ډېرېږي ، تر څو ګاډر د ويجاړېدنې يا تخريب حالت ته نژدې شي. د اوسپنيزوكانكريټي عناصرو دمقاومت محاسبوي طريقې (SDM) ياد بار او مقاومت ضريبي كېدنې محاسبوي طريقې (LRFD) او هم د حدي حالت محاسبوي طريقې (LSD) د كوږوالي يا انحناء په حالت كې مقطعې د ويجاړېدنې يا تخريب په لحظه كې د بحث لاندې نيسي ، يانې هغه لحظه چې په هغې مقطعې كې كاربدلي مواد په بشپړه توګه غيرخطي شكل بدلېدنې حالت له ځانه ونښيي. په داسې حالتونو كې مناسبه ډاډمنتيا ، د ضريبونود ډاډمنتيا په توګه ، د بار د ضريبونو په واسطه دمحاسبوي بارونو ډېروالى او د د كميدونكو ضريبونو په واسطه د مقطعې د نهايي مقاومت او يا هم د كانكريټو او فولادي سيخانو مقاومت كمېږي [7: 153,154].

2.4- د اوسپنيز وکانکريټو انحنايي خواص

(Flexure Behavior of Reinforced Concrete)

د مقاومت محاسبې طريقه (SDM) په بدو يا ويجاړېدنې شرايطو فوکس کوي ، چې ځيني مهال د نهايي شرايطو په نامه هم يادېږي. د ويجاړېدنې په خواصو د پوهېدنې لپاره ، بايد چې ګاډر د ويجاړېدنې تر سرحده ، په کوږوالي يا انحنايي حالت کې تحليل او مطالعه شي. په (1.4 - شکل) کې ښودل شوي اوسپنيز کانکريټي ګاډر ساده اتکاء لري ، چې د يو شانته پرله پسې ډېرېدونکي وېشلي بار (W) لاندې واقع دي.



1.4 - شکل: اوسپنيز کانکريټي ګاډر [10 : 39] .

په (1.4 - شکل) کې ښودل شوي ګاډر د تحليل د اسانتيا لپاره يو لړ فرضيې په پام کې نيول شوي دي ، چې په لاندې ډول ترې يادونه کېږي:

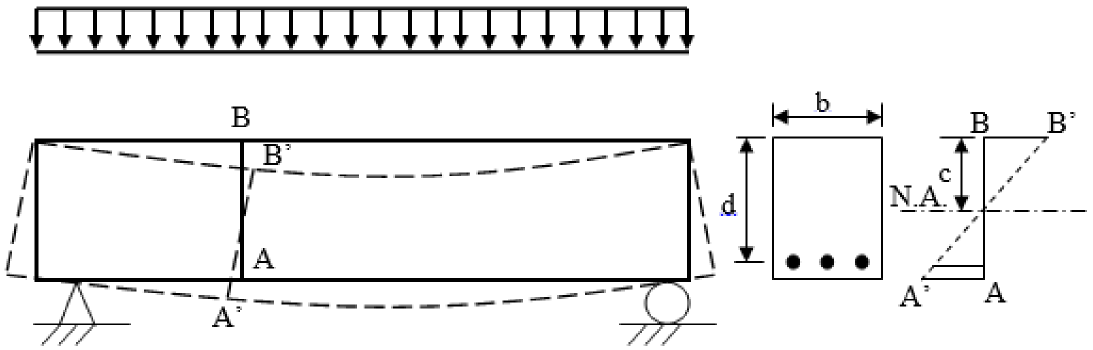
1- د برنولي (Bernoulli's) د ګاډر د انحنايي تيورۍ له مخې: دکوږوالي يا انحناء څخه مخکې هواره مقطعې د انحناء څخه وروسته هم هواره مقطعې فرض کېږي. په مقطعې کې د شکل بدلون يا نسبتي اوږدېدنه (Strain) د غيرفعال محور (Neutral Axis) يا (NA) څخه د فاصلې سره خطي ډوله متناسبه ده.

د برنولي تيوري او اصل په لاندېني (2.4- شکل) کې ښودل شوی دی. لکه څنګه چې په (2.4 - شکل) کې کيدل کېږي ، د ګاډر پر طولاني محور د (AB) هواره(مسطح) مقطعې ه عمودي واقع ده ، د ګاډر د کوږوالي شکل بدلون څخه وروسته ، د (A'B') په شکل چې

هغه هم هواره (مسطح) ده ، هواره فرض شوې ده. د دې پرنسیب مفهوم دا دی ، چې په یوه کږېدونکي یا انحنایي مقطعې کې د نسبتي اوږدېدنې یا شکل بدلون ګراف په خطي ډول بدلونو مومي(په 2.4- شکل کې ښي لوري ګراف ته پاملرنه وشي) . یا په بل عبارت د کږېدونکي یا انحنایي مقطعې د ټولو نقطو د شکل بدلون ، په خطي ډول یو له بل سره نښتې دي.

د کږېدونکي یا انحنایي ګاډر د خواصو لپاره د برنولي د اصل او پرنسیب د خواصو په ټولو حالتونو کې فرضیږي ، حتی تر دې که چېرته د ګاډر مقطعې پلاستیکې ساحې ته رسیدلی وي او د کانکرېټو او فولادي سیخان خواص په بشپړه توګه غیر خطي وي. نو له دې امله د برنولي د پرنسیپ پر بنسټ ، که د یوې کږېدونکي یا انحنایي مقطعې د شکل بدلون یا نسبتي اوږدېدنې ګراف ، په نهایي ویجاړېدنې یا تخریبي لحظه کې واقع هم وي ، نو دا ګراف خطي فرضیږي [36,37:4] .

د یادولو وړ ده ، چې د ګاډر او پایې یا ستنې په ډېرې نقطو کې د نسبتي اوږدېدنې یا شکل بدلونو ګراف خطي ډوله وي ، نو له دې امله د کوږوالي یا انحناء معمولي تیوري او هغه اړیکې چې له هغې څخه راپیدا کېږي ، د ګاډر او پایې یا ستنې د ټولو برخو لپاره به یو شانته وي. سره له دې هم د متمرکزو بارونو ، د ګاډر او پایې یا ستنې د مقطعې ، په سطحه کې د سوریو او تغیراتو شتون ، د نسبتي اوږدېدنې یا شکل بدلون منحني د مقطعې په ارتفاع کې نوره خطي نه وي او د هغې د تحلیل لپاره د نورو تیوریو څخه ګټه اخیستل کېږي. د کږېدونکي یا انحنایي عنصر په هغو برخو کې چې د برنولي اصل یا تیوري تطبیقېږي ، هغه ساحې د(B-regions) یا (Bernoulli) برنولي ساحواو هغه ساحې چې نه تطبیقېږي پریکېدونکې (Discontinuity) ساحې ورته ویل کېږي [7 :157,158] .



2.4-شکل: د برنولي پرنسيپ له مخې د يو اوسپنيزکانکرېټي ګاډر په مقطعې کې د نسبتي اوږدېدنې ياشکل بدلون منحنی يا ګراف[7 :157].

2- د فولادي سيخانو او کانکرېټو بشپړه نښلېدنه: فولادي سيخان او کانکرېټ سره په بشپړه توګه نښتي وي او د دوې ترمنځ هيڅ ډول ښوئيدنه ،نه رامنځته کېږي. د دې ترمنځ د نښلېدنې ، له کبله د فولادي سيخانو نسبتي اوږدېدنه (Strain) د پنډ تيار شويو مجاور يا نژدې کانکرېټو د نسبتي اوږدېدنې (Strain)سره مساوي وي ،چې د غير فعال محور څخه مساوي يا يو شانته فاصله ولري. دا فرضيه سربېره د برنولي پر اصل د دې لامل کېږي چې د کوږوالي يا انحنايي تيوری کې د اوسپنيزکانکرېټي اجزاوو د کوږوالي يا انحنايي تيوری په معادلو کې وړتيا رامنځته کېږي. په خپلو کې دجوړو معادلو جوړښت او سازګاري د مقطعې په ارتفاع کې د کانکرېټو او فولادي سيخانو د نسبتي اوږدېدنې جوړښت او سازګاري په خطي ډول تنظيمېږي.

3- په يوه اوسپنيزکانکرېټی مقطعې کې د کانکرېټو او فولادو د تشنجاتو وېشنه ، د هغوې د تشنجاتو - نسبتي اوږدېدنې د منحني پر بنسټ: د دې اصل پر بنسټ د اوسپنيزکانکرېټو په هره مقطعې کې د کانکرېټو او فولادو تشنجات ، کېدای شي چې د هغوې د نسبتي اوږدېدنې سره متناسب وي او کېدای شي چې د تشنجاتو - نسبتي اوږدېدنې د منحني له مخې په لاس راوړل شي.

د پورتنيو فرضيو او په کانکرېټو او فولادي سيخانو کې د تشنجاتو د وېشنې له مخې کولی شو ، چې په مقطعې کې د فشاري او کششي قوي محاسبه کړو[7 : 158-156].

په(3.4 - شکل) کې دګاډر د (A – A) عرضاني مقطعه ده ، چې په هغې کې لاندېنۍ برخې ښودل شوې دي:

b - د ګاډر عرض دی.

h - د ګاډر ضخامت ، ژوروالی او يا ارتفاع ده.

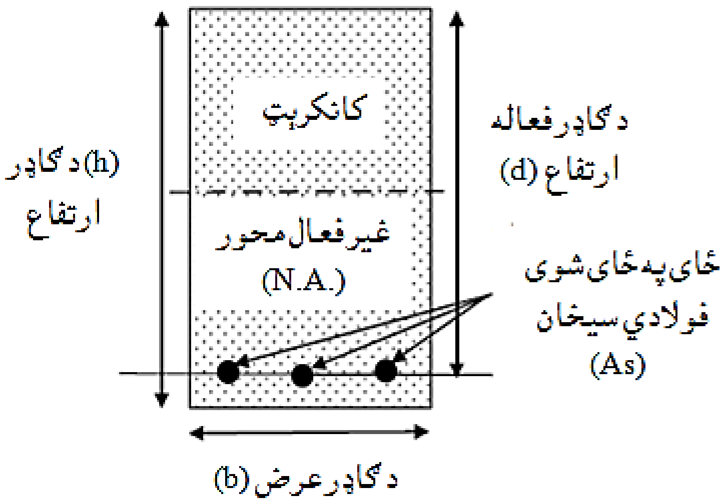
d - د ګاډر فعاله ارتفاع ده.

A_s - د فولادي سيخانو مساحت دی.

ρ - په ګاډر کې د ځای په ځای شويو سيخانو نسبت دی ، چې د لاندېني فورمول په واسطه پيدا کېږي:

$$\rho = A_s/bd$$

.N.A - غير فعال محور دی.



3.4 - شکل: داوسپنيزکانکرېټي ګاډرد (A-A) عرضاني مقطعه [10 : 40] .

د(A-A) په عرضي مقطعې کې د ډېرېدونکي بار لاندې ، انحنايي مومنټ ، همدارنګه تشنجات او نسبتي اوږدېدنه يا شکل بدلون هم ډېرېږي. د کوږوالي يا انحنايي مومنټ او

د بار د قیمتونو پربنسټ د ګاډر عرضاني مقطعې (A-A) د یو لړ مرحلو څخه تېرېږي ، چې خواص يې په لاندې ډول تشریح کېږي:

(الف) - لومړۍ مرحله: د مقطعې ارتجاعي خواص (Elastic Section Behavior)

لومړۍ مرحله هغه مهال تجربه کېږي ، کله چې بارونه یا مومنتونه يې نسبتاً لږ وي. په لومړۍ مرحله کې د کانکرېټو دکوږوالي یا انحنایي مقاومت (f_r) نه ډېرېږي او د کانکرېټو ارتجاعي ت لکه د (4.4- شکل) په شانته نه غځېږي. همداراز په کوږوالي یا انحناء کې د کانکرېټو کششي درز کېدنه یا شلېدنې نسبتي اوږدېدنه (Rupture Strain) یانې ($\varepsilon_r = f_r/E_c$) هم نه ډېرېږي. لکه په (4.4- شکل) کې چې په نښه شوي دي ، چې د غیر فعال محور (N.A) تر موقیعیت پورې د نسبتي اوږدېدنې یا شکل بدلون وښنه دلیکي(خط) په ډول ، پرته له نسبتي اوږدېدنې یا شکل بدلونه غځېږي. د کانکرېټو نسبتي اوږدېدنه تر نژدې (مجاور) فولادي سیخانو پورې کټ مټ د فولادي سیخانو کې د نسبتي اوږدېدنې ته ورته وي. سره له دې چې فولادي سیخانو ته نژدې د کانکرېټو تشنجات په څرګنده توګه د فولادو د تشنجاتو په پرتله لږ وي. له دې یو شانته نسبتي اوږدېدنې (ε) لاندې ، د فولادو تشنجاتو(σ_s) او کانکرېټو تشنجاتو(σ_c) دنسبت سره مساوی کېږي ، چې د ارتجاعي ت مودولونو د نسبت په نوم یادېږي او د لاندېنۍ معادلې په واسطه ښودل شوې ده:

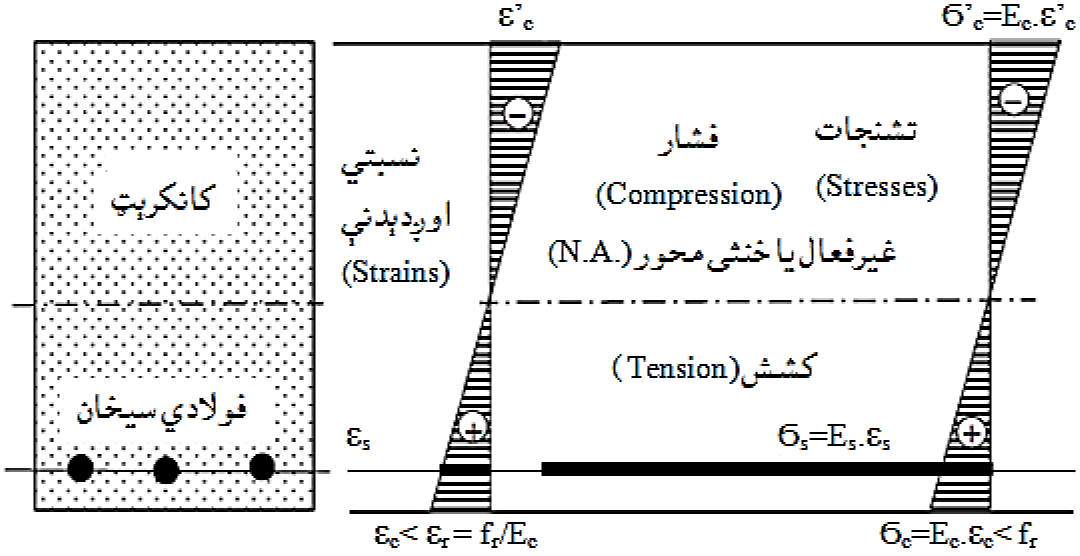
$$n = E_s / E_c \quad (1.4)$$

په پورتنۍ معادله کې (n) د ارتجاعي ت مودولونو نسبت دی ، چې لاندېنۍ پایلې ورڅخه په لاس راځي:

د فولادو او کانکرېټو یو شانته یا کټ مټ نسبتي اوږدېدنې (Identical Strain) یا (ε) اغېزې په لاندې ډول محاسبه کېږي:

د فولادو تشنجاتو($\sigma_s = \varepsilon . E_s$) او د کانکرېټو تشنجاتو($\sigma_c = \varepsilon . E_c$) سره مساوي کېږي ، خو د دې دواړو تشنجاتو د نسبت له مخې په لاس راځي چې:

$\sigma_s / \sigma_c = E_s/E_c = n$ (Typically 7-9) په ټیپیک ډول سره د (7) څخه تر (9) پورې قبلېږي.



4.4 - شکل: دګاډر د عرضاني مقطعې دکوږوالي د خواصو لومړۍ مرحله [41:10] .

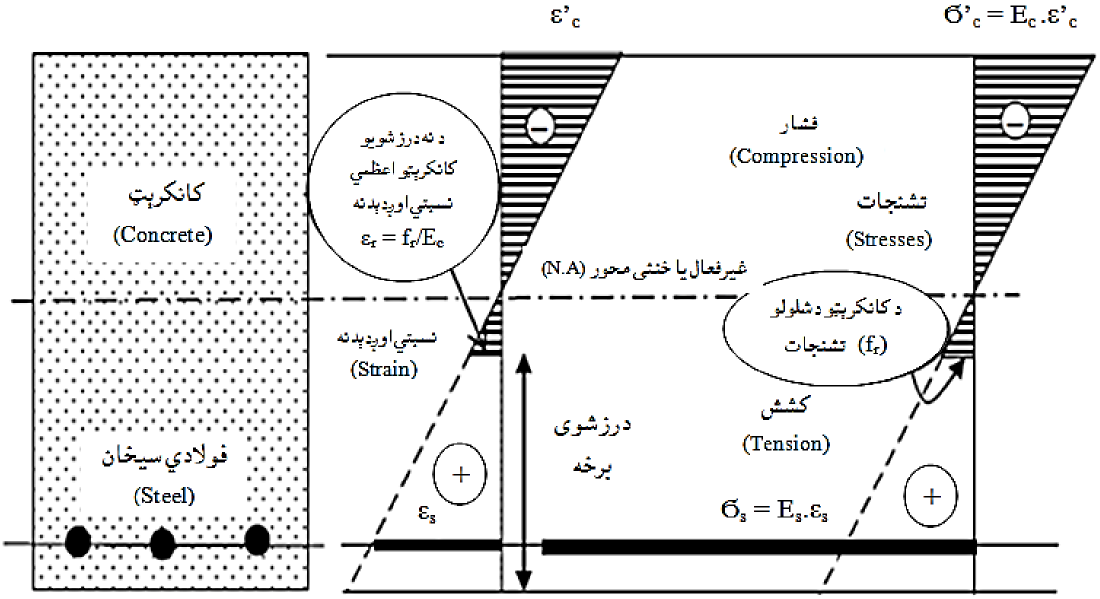
د لـومړۍ مرحلې په خـواصوکـې د نسبتـي اوږدېـدنـې يا شـکل بدلون لـه مخې د تشنجاتو د لاس ته راوړلـو لـپاره ، نسبتـي اوږدېـدنـه د پام وړ مـوادو ارتجاعيت مـودول (Modulus of Elasticity) کې ضربېږي . په دواړو فولادو او کانکرېټو کې ارتجاعيت تر هغه پورې وي ، کله چې نسبتي اوږدېدنه په مقطعې کې نسبتاً کوچنۍ وي ، ځکه چې د دوی نـژدېوالي د ا ضمانت کوي .

(ب) - دويمه مرحله: د کانکرېټو په درز کېدنه کې د ارتجاعيت خواص

(Elastic Behavior – Cracked Concrete)

دويمه مرحله ، دلومړۍ مرحلې په تعقيب رامنځته کېږي ،چې په کانکرېټو کې کشش د درز په شکل ځرګندېږي. سره له دې چې په فشار کې د کانکرېټو خواص په ارتجاعيت کې پاتې کېږي ، خوکششي نسبتي اوږدېدنه (Tensile Strain) يا (ε_r) د ګاډر په مقطعې کې ډېرېږي. په دويمه مـرحـله کـې په کـږېــدنـې يا انحــناء کې د کانکرېټو د درز نسبتــي اوږدېـــدنه او د کانکرېټـو کششي مقـاومت ډېـرېـږي ، نو ځکه کانکـرېټ په کششي لوري کې درز کېـږي ، لکـه چې پـه(4.5 - شکل) کـې چـې ښـودل شـوي دي. په(4.5 - شکل)کې د نسبتي اوږدېدنه يا شکل بدلون او تشنجاتو په خط ،خط ليکي دياګرام په درز

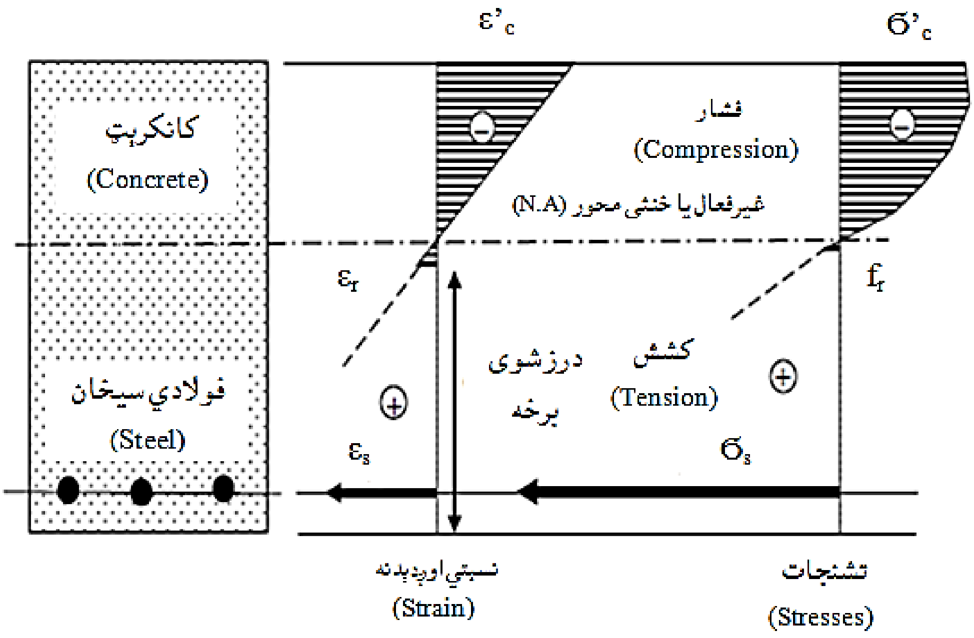
شویو کانکرېټو کې فرضي وېشنه ښیي. په درز شویو کانکرېټو کې نسبتي اوږدوالی او تشنجات په فرضي ډول په خط ،خط لیکي ښودل شوي دي. نسبتي اوږدېدنه یا شکل بدلېدنه د عرضي مقطعې په پاتې لیکو کې په ترتیب سره د غیر فعال محور تر برید پورې ، هلته د برنولي د نظریې له مخې نسبتي اوږدېدنه نه و ېشل کېږي. په مقطعې کې بنسټیز (اساسي) کششي تشنجاتو په وړاندې مقاومت د فولادي سیخانو په واسطه سرته رسېږي. په اوسپنیز کانکرېټو کې کانکرېټ په فشار او فولادي سیخان په کشش کې په خپل منځ کې د زغم له مخې څرګندېږي. کانکرېټ په فشار کې تر هغه په ارتجاعي ت کې پاتې کېږي ، تر څو چې تشنجات او نسبتي اوږدېدنه په لږه اندازه پاتې وي.



5.4- شکل: دګاډر د عرضاني مقطعې د کوږوالي د خواصو دویمه مرحله [10 : 42] .

(ج) - درېيمه مرحله: غير ارتجاعي خواص (Inelastic Behavior)

درېمه مرحله ، ددويمی مرحلې په تعقيب او په يو يا دواړو موادو کې په غير ارتجاعي حالت کې د تشنجاتو او نسبتي اوږدوالی په ډېرېدنې سره رامنځته کېږي.



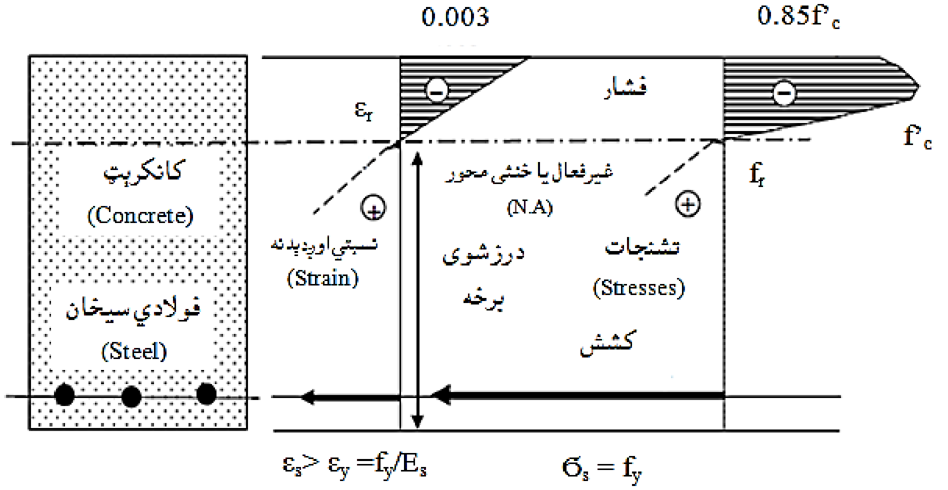
6.4 - شکل: دګاډر د عرضاني مقطعې دکوږوالي د خواصو درېيمه مرحله[10 : 42] .

همدا راز په درېمه مرحله کې د کانکرېټو په کوږوالي(انحناء) کې د درز کېدنې نسبتي اوږدوالی یانې ($\varepsilon_r = f_r/E_c$) او د کانکرېټو د کوږوالي (انحنايي) مقاومت (f_r) ډېرېږي. په (6.4 - شکل) کې د نسبتي اوږدېدنې (Strain) او تشنجاتو خط خط ليکي دياګرام په درز شويو کانکرېټو کې فرضي وېشنه ښيي . د برنولي د نظريې له مخې نسبتي اوږدېدنه (Strain) د عرضي مقطعې په پاتي ليکو کې په ترتيب سره د غير فعال محور تر موقيعيته پورې ، و بشل کېږي. په مقطعې کې د اساسي (بنسټيز) کششي تشنجاتو په وړاندې مقاومت د فولادي سيخانو په واسطه سرته رسيږی او په مقطعې کې د فولادو د شتون له امله کانکرېټ په فشار کې غير ارتجاعي حالت او فولاد په کشش کې غير ارتجاعي حالت اختياروي .

(د) - څلورمه مرحله: په کږېدنه یا انحناء کې ویجاړېدنه

(Failure in Bending)

څلورمه مرحله په کږېدنه (انحناء) کې د اوسپنیز کانکرېټو د ویجاړېدنې د مرحلې ښیي ، که څه هم د ویجاړېدنې د پېژندنې (تعریف) په هکله ممکن د نه موافقې کولو مسئلې راپورته شي ، خو (ACI 318) کود یې تر ټولو په څرګنده او قاطع توګه پېژني. په کږېدنه (انحناء) کې د اوسپنیز کانکرېټو ویجاړېدنه (Failure) (همداراز د بارونو په نورو حالتونو کې) په فشار کې د نسبتي اوږدېدنه په (0.003) کې ماتېدنې ته رسېږي.



7.4 - شکل: دګاډر د عرضاني مقطعې کې ویجاړېدنه یا تخریب [10 : 43] .

په څلورمه مرحله کې ، په مناسبه او وړ توګه د محاسبه شوی اوسپنیزکانکرېټي ګاډر ، په فولادو کې نسبتي اوږدېدنه (ε_s) تر تسلیمېدنې ($\varepsilon_y= f_y /E_s$) پورې ډېرېږي. له همدې کبله د فولادو تشنجات (σ_s) د تسلیمېدنې د تشنجاتو(f_y) سره مساوي کېږي ($\sigma_s = f_y$) . دې ته د اوسپنیزکانکرېټي ګاډر په لازمې کلکېدنه او د ویجاړېدنې د ډېرېدنې په زغملو کې ،پخې یا سستې او تدریجي ویجاړېدنې (Gradually Failure) د ډاډمنتیا ته هرومرو پاملرنه په کار ده. د فولادو تسلیمېدنې ته رسیدنه ، په تجربوي توګه په مقطعې کې د لوی کچې شکل بدلون لامل کېږي ، نومخکې د ساختمان د بشپړه ویجاړېدنې څخه په مقطعې کې ویجاړېدنه لیدل کېږي ، چې په پایله کې د کتنې وړ اندازه انرژۍ زغمي. له همدې کبله سمونه یا اصلاح کول ، مخکې له دې چې ویجاړېدنه یا بشپړه

تخریبېدنه او ناوړه پېښه را منځته شي ، سرته رسېږي. په کانکرېټو کې فشاري تشنجات، په مقطعې کې د فشار نهایي کرښکۍ کې ($0.85f'_c$) په دویم فصل کې د کانکرېټو د تشنجاتو او نسبتي اوږدېدنې دیاګرام پر بنسټ قبلېږي. د کانکرېټي ګاډر په فشاري ساحه کې چې (f'_c) ته رسېږي، نو نسبتي اوږدېدنه (0.002) حدونو کې واقع کېږي ، خو د نسبتي اوږدېدنې اعظمي نقطي ته نه رسېږي. په عمومي توګه (f'_c) د کانکرېټو محاسبوي مقاومت دی ، چې د ساختمان د محاسبي ملاتړ او مرسته کوي. نو ځکه (f'_c) په کانکرېټو کې فشاري تشنجاتو ته د لاس رسي لپاره د پاملرنې وړ دي. په کږېدنه یا انحناء کې د ویجاړېدنې په مرحله کې ، په لج کېدنه کې د کانکرېټو او فولاد و غیر ارتجاعي حالت ، د کانکرېټي ګاډر په کږېدنه یا انحناء کې تحلیل د برنولي د تیورۍ له مخې هواره مقطعه په پرله پسې توګه هواره پاتې کېدونکې فرضېږي.

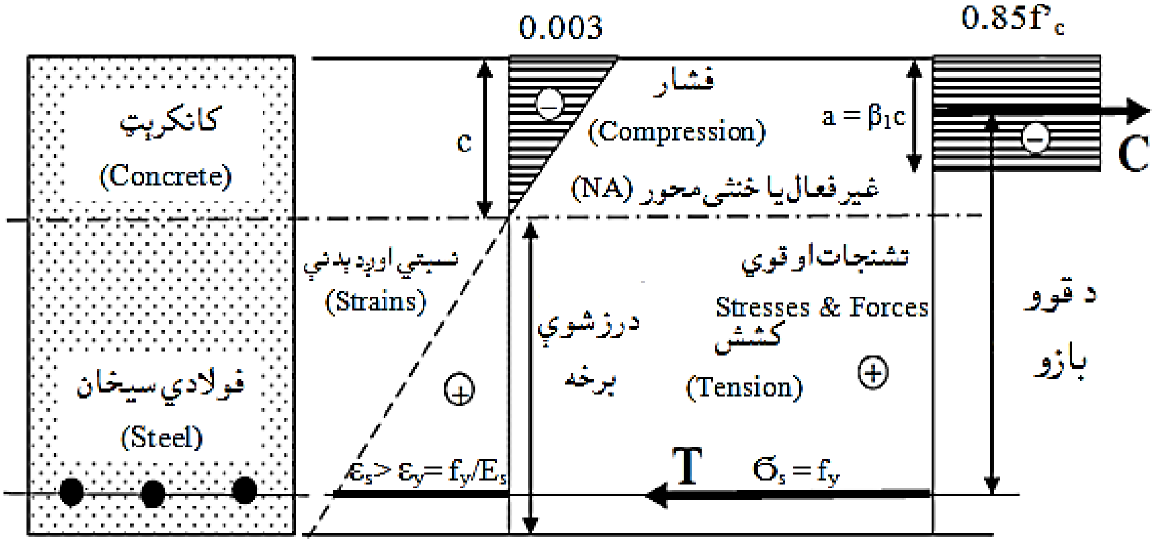
څرنګه چې بارېدنه ډېرېږي ، په همدې توګه په مقطعې کې د غیر فعال یا خنثی محور (NA) موقیعیت هم لوړ یا ډېرېږي او د درز ژوروالی یې ادامه پیداکوي. د ارتجاعیت مودول د تانجانت د کمېدنې له امله او د تشنجاتو د ډېرېدنې سره د کانکرېټو د غیر ارتجاعي ت خواص ډېرېږي. په څلورمه مرحله کې د غیر فعال یا خنثی محور (NA) موقیعیت د برنولي معادلې سره معادل په پام کې نیول کېږي. په فولادو کې کششي قوه ، په کانکرېټو کې د فشاري قوی سره باید مساوي وي ، چې د قوو تعادل حاصل شي[10 : 55-39] .

3.4- د اوسپنیزو کانکرېټو د انحنایي ویجاړېدنې خواصو ساده تحلیل
(Simplified Analysis Flexure Failure Behavior of Reinforced Concrete)

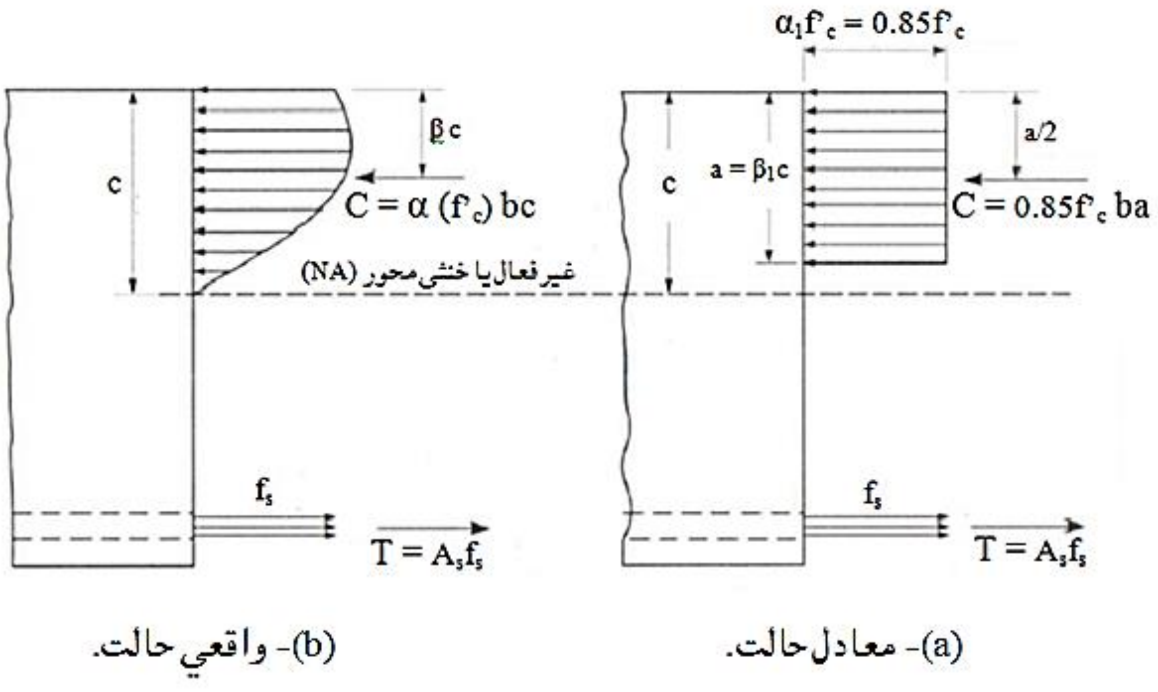
(8.4 - شکل) د اوسپنیزکانکرېټي ګاډرونو د کږوالي (انخنايي) ویجاړېدنې تحلیل لپاره د ساده کولو طریقې تشریح او توضیح کوي. همدارازدوه نورې ساده کوونکې فرضیې کارېږي:

1- په کږېدنه (انحناء) کې د کانکرېټو کششي مقاومت ($f_r = 0$) قبلېږي.

2- د کانکرېټو فشاري تشنجاتو وېشنه دویتني (Whitney's) یا د مستطیلي فشاري تشنجاتو بلاک سره سم مستطیلي قبلیږي.



8.4 - شکل: په انحناء کې د ساده شوې وېجاړېدنې یا تخریب تحلیل[10 : 44].



9.4 - شکل: په کږېدنه کې د ګاډر د مقطعې واقعي او معادل فشاري بلاکونه[3: 117].

د (9.4 - شکل) له مخې په فشاري بلاک کې د (α) او (β) پارامترونو پيداکول ستونزمن کار دی او له هغې څخه ګټه اخيستنه به ډېره سترې او اوږده وي او ترټولو دا مهمه ده چې د ګټې اخيستنې پرمهال د دې معادلو څخه د انجنير په ذهن کې به کوم فزيکي درک را نه شي او د طرحې او محاسبې مسئله به يوازې په يوه معادله کې د عددونو د ځای په ځای کېدو په مانا وي او که چېرته کومه اشتباه وشي نو له دې لپاره چې فزيکي درک نه وي هغه به پټه پاي شي.

د فشاري تشنجاتو مستطيلي بلاک ($a = \beta_1 c$) او د تشنجاتو شدت په ($\alpha_1 f'_c$) سره ښودل کېږي ، نو دواړو مستطيلي او معادل فشاري بلاکونو لپاره فشاري قوه په لاندې ډول پيداکوو :

$$C = \alpha\,(f'_c)\,cb = \alpha_1\,(f'_c)\,ab \Rightarrow \alpha_1 = \alpha\,\frac{c}{a} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots.. (6.4)$$

که ($a = \beta_1 c$) او ($\alpha_1 = \alpha/\beta_1$) په لاس راشي نو په پايله کې ($\beta_1 = 2\ \beta$) سره مساوي کېږي [3: 115-118].

په (8.4 - شکل) او (9.4 - شکل) شکلونوکې (C) د کانکرېټو د فشاري ساحې ژوروالی دی ، په داسې حال کې چې (a) د ويتني (Whitney's) فشاري بلاک ژوروالی دی. د ويتني (Whitney's) فشاري بلاک ($0.85f'_c$) بايد د هغه فشاري تشنجاتو د غيرمنظم بلاک د مساحت سره مساوي دي ، چې هلته په او سپنيز کانکرېټي ګاډرونوکې ويجاړېدنه (تخريب) پيښېږي ، په (4.7 - شکل) کې ښودل شوي دي . د دې لپاره چې د ويتني (Whitney's) په فشاري بلاک کې فشاري تشنجات يو شانته ($0.85f'_c$) قبلېږي ، نو د (a) قيمت بدلون د کانکرېټو د ډول پر بنسټ د لاسته راوړنې او غوښتنې سره يو شان وي. د فشاري تشنجاتو- نسبتي اوږدېدنې دياګرام کې روښانه ليکه د نسبتي اوږدېدنې د ډېرېدنې سره په پراخه اندازه (د لوړو تشنجاتو انډول $\Delta\sigma/\Delta\varepsilon$ =) د تشنجاتو بدلون ښيي او نسبتأ کوچنيو منځنيو تشنجاتود (f'_c) سره په پرتله کېدنې لارښوونه کوي. همدارازد عادي او ټيټ مقاومت لرونکو کانکرېټو لپاره پايله د لوړ منځنيو تشنجاتو د (f'_c) سره په

پرتله کېدنې حالت نه دي. سي. ایس. ویتني (C. S. Whitney's) لاندېني قیمتونه د(β_1) لپاره ، چې د کانکرېټو خواص د (f'_c) سره د بدلون له مخې په پام کې نیول کېږي.

$$a = \beta_1 . c \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7.4)$$

دلته:

a - د فشاري بلاک ژوروالی یا ارتفاع ده.

c - د فشاري ساحې ژوروالی یا ارتفاع ده.

کــه د کانکرېټو فشاري مقاومت ($f'_c \leq 28$ MPa) یا ($f'_c \leq 300$ kg/cm^2) اویا هم ($f'_c \leq 4,000$ psi) وي ، نو ($\beta_1 = 0.85$) قبلېږي.

کــه د کانــکـــــرېـتــو فـشــاري مــقــاومــت (28 MPa $< f'_c \leq 56$ MPa) یــا (300 kg/cm$^2 < f'_c \leq 550$ kg/cm^2) اویا هم ($4,000$ psi $< f'_c \leq 8,000$ psi) وي ، نود (β_1) قیمت مساوي کېږي په:

په (MPa) میګاپاسکال یا (N/mm^2) نیوټن پر ملي مترمربع واحد باندې:

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05\,\frac{f'_c - 28\text{ MPa}}{7\text{ MPa}}$$

په (kg/cm^2) کیلوګرام پر سانتي متر مربع واحد باندې:

$$\beta_1 = 0.85 - 0.04\,\frac{f'_c - 300\text{ kg/cm}^2}{50\text{ kg/cm}^2}$$

په (psi) پونډ پر انچ مربع واحد باندې:

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05\,\frac{f'_c - 4000\text{psi}}{1000\text{psi}}$$

که د کانکرېټو فشاري مقاومت (58 MPa $< f'_c$) یا (550 kg/cm$^2 < f'_c$) اویا هم ($8,000$ psi $< f'_c$) وي ،نو ($\beta_1 = 0.65$) قبلېږي [349 : 8] .

په لاندېني (1.4- جدول) کې د کانکرېټو د فشاري مقاومت له مخې د(α) ، (β) ، (α_1) او (β_1) قیمتونه ښودل شوي دي ، لکه څنګه چې څرګندېږي ، چې د (α_1) قیمتونه ثابت او له (0.85) سره مساوي دي

4.1- جدول: د کانکریټي فشاري تشنجي بلاک ضریبونه [1: 118].

ضریبونه	د کانکریټو فشاري مقاومت (f'_c) په (kg/cm^2) سره					
	≤ 300	350	400	450	500	≥ 550
A	0.72	0.68	0.65	0.62	0.60	0.56
B	0.425	0.405	0.385	0.365	0.345	0.325
$\beta_1 = 2\beta$	0.85	0.81	0.77	0.73	0.69	0.65
$\alpha_1 = \alpha / \beta_1$	0.85	0.85	0.85	0.86	0.86	0.86

په (4.8 - شکل) کې فرض شوې ده ، چې اوسپنيز کانکریټي ګاډر په مناسب او وړ ډول محاسبه شوی دی ، نو د فولادي سیخانو تسلیمېدني څخه مخکې په فشار کې د کانکریټو ماتېدنې نسبتي اوږدېدنه (0.003) قبلېږي . کله چې د سیخانو یا فولادو تسلیمېدنه پخه یا سسته ، تدریجي او په پوره اندازه د انرژۍ زغمېدونکي وی او کانکریټ د ماتېدنې ، په ناوړه ، ناڅاپي او د پوره انرژۍ د زغملو حالت کې ښکیل نه وي ، نو اوسپنيز کانکریټي ګاډر د تخریب څخه خوندي وي ، سره له دې چې په فولادو کې د تسلیمېدنې له کبله درزونه پیدا کېږي ، خو په بشپړه توګه نه تخریبېږي یا له منځه نه ځي ،ترهغه چې په کانکریټو کې ماتېدنه پېښه شي. د محاسبې او ډیزاین فلسفه او حکمت په دې کې دی ، چې د ناڅاپي بارېدنې ، د موادو نیمګړتیا او د کمزوري کاري مهارت په پام کې نیول ، د محاسبې خوندیتوب او ډاډمنتیا نوره هم لوړوي[21:185-156] .

1.4 - مثال: د یوه اوسپنیزکانکرېټي ګاډر نومینالي انحنايي مومنټ پیداکړئ ، چې په هغې کې دویتني (Whitney's) یا د کانکرېټو په فشاري بلاک کې په واسطه د لاندېنیو معلوماتو په پام کې نیولو سره ساده شوې ویجاړېدنه کاریدلې وي.

د ګاډر عـرض (b = 350 mm) ،د ګاډر فـعـاله ارتفـاع (d = 685 mm) ، د سـیخـانـو مسـاحـت یـې (A_s = 2,580 mm^2) ، د کانـکـرېـټـو فشـاري مقـاومـت (f'_c=25MPa=25N/mm^2) او د سیخانو مقاومت (f_y = 420MPa = 420 N/mm^2) وي.

حل:

1- د فشاري بلاک ژوروالی پیداکوو:

د قـوو د تعـادل لـه مخـې ګاډر یوازې د کوږوالي یا انحنايي مومنټ متحمل کېږي نه فشاري قوه ، نو:

ΣF = 0 ⇒ په کانکرېټو کې فشار = په فولادو کې کشش

$$C = T \quad \Rightarrow 0.85f'c.a.b = A_s.f_y \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8.4)$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (9.4)$$

a = (2,580 x 420)/ (0.85 x 25 x 350)

a = 146 mm.

2- د مومنټ د بازو قیمت په لاندې ډول پیداکوو:

د مومنټ بازو (Moment Arm) = $d - \frac{a}{2} = 685 - \frac{146}{2} = 612$ mm.

3- په ګاډر کې د انحنايي مومنټ ظرفیت(M_n) په لاندې ډول پیداکوو:

M_n = C or T multiplied by moment arm (د مومنټ د بازو سره ضربیږی)

$$M_n = A_s.f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) = 0.85f'_c.a.b \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (10.4)$$

M_n = 2,580 x 420 x 612 = 0.85 x 25 x 146 x 350 x 612

M_n = 663,163,200 N. mm = 663 .2 KN. m

M_n = 663 .2 KN. m

په دې مـثال کې حـقیقي ګاډر په پـام کې نیـول شـوی دی. دا بـایـد پـه یاد ولرو چې ($c = a/ \beta_1$= 146/0.85 = 182 mm) د فشاري ساحې ژوروالی دی ، له همدې امله یوازې د

ګاډر په (182 mm) ملي متره کې د ويجاړېدنې (Failure) د تحليل لاندې نه درز کېږي، کله چې پاتي (d-c = 685 – 182 = 503 mm) ملي متره درز شي. د ګټې اخيستنې لاندې شرايطو کې په ټيپيک ډول سره د ګاډر (1/3) برخه نه درز کېږي ، کله چې (2/3) برخه درز شي.

دلته د اوسپنيز کانکرېټو په تحليل کې دوه نظريې دي:

د نسبتي اوږدېدنې جوړښت (سازش) او تعادل يا انډولتيا ، د نسبتي اوږدېدنې جوړښت (سازش) د برنولي د نظريي له مخې په (4.8 - شکل) کې د نسبتي اوږدېدنې تابع ده. د (1.4 - مثال) په حل کې د عاملي قوي تعادل د ويټني (Whitney's) د مستطيلي فشاري بلاک پر بنسټ د تشنجاتو د پيدا کولو لپاره په کارېږي. د نسبتي اوږدېدنې د ښېښنې تعادل او په حل کې عمومي پايلې سره يو شانته دي ، له همدې امله د (a) او (ε_t) قيمتونه کولی شو د نورو طريقو په مرسته پيدا کړو.

4.4- د يوګوني سيخبندي شويو کانکرېټي ګاډرونو تحليل او محاسبه

(Analysis and Design of Singly Reinforced Concrete Beams)

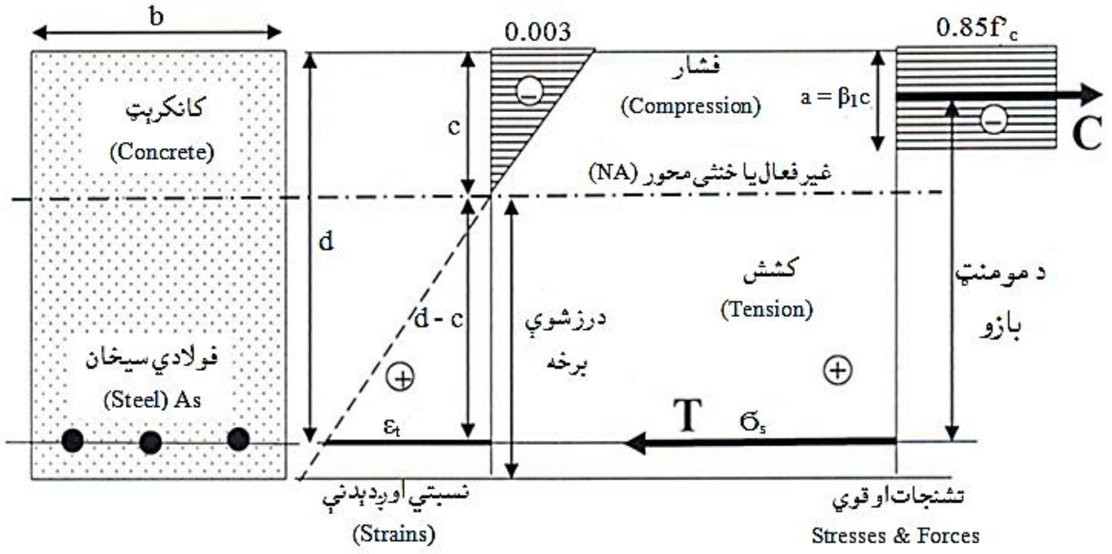
يوګوني سيخنبدي شوي کانکرېټي ګاډرونه هغه ګاډرونو ته ويل کېږي ، چې په هغې کې يوازې سيخان په کششي ساحه کې د محاسبې په واسطه پيدا شوي او ځای په ځای شوي وي.

د اوسپنيزکانکرېټی ګاډرونو او محاسبې د تحليل لپاره په سر کې هغه بارونه چې د ګاډر له پاسه عمل کوي بايد چې ضريبي شي او بيا يې اغېزې (کوږوالي مومنټ ، عرضي قوی او داسې نور) پيدا شي ، چې د هغې له مخې د اوسپنيزکانکرېټی ګاډر لپاره محاسبې ترسره کېږي او د تحليل لپاره داخلي قوي او د هغې د کمېدنې يا مقاومت ضريبونه په پام کې نيول کېږي ، چې په دې اړه په دريم فصل کې بشپړه ځرګندونې وشوې.

د اوسپنيزکانکرېټی ګاډرونو د محاسبې او تحليل لپاره اړينه ده چې د سيخبندۍ په هکله بشپړه مطالعه تر سره شي[47,48:4].

(الف) - د ګاډر د سيخبندۍ نسبت (Beam Reinforcement Ratio) : د ګاډر د سيخبندۍ نسبت (ρ) په ګاډر کې د ځای په ځای شويو سيخانو مساحت (A_s) او د کانکرېټي ګاډر د فعال مساحت د نسبت څخه په لاس راځي. د اوسپنيزکانکرېټي ګاډر فعال

مساحت ، د ګاډر د مقطعې د عرض (b) او د مقطعې د فعالي ارتفاع (d) د ضرب حاصل څخه په لاس راځي. فعاله ارتفاع په مقطعې کې د فشاري نهايي کرښې او د سيخبندي شويو سيخانو د مرکز تر منځ فاصله ده. نو د دې له مخې د سيخبندۍ نسبت (ρ) کولی شو، چې داسې رنګه وليکو: $\rho = A_s/bd$. د اوسپنيز کانکرېټي ګاډر په مقطعې کې د نسبتي اوږدېدنې ويجاړېدنې او د ساده شويو تشنجاتو وېشنه په شيماتيک ډول په (10.4- شکل) کې ښودل شوې دي.



10.4- شکل: په ويجاړېدنه کې د اوسپنيز کانکرېټي ګاډر په مقطعې کې نسبتي اوږدېدنه او تشنجات [10 : 62].

د فشاري بلاک ژوروالی يا ارتفاع (a) د (5.4- معادلې) له مخې په لاندې ډول پيدا کوو:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

پورتنۍ معادله کولی شو ، چې په لاندې ډول هم وليکو:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{\rho b d f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{\rho d f_y}{0.85 f'_c} \Rightarrow \frac{a}{d} = \rho \left(\frac{f_y}{0.85 f'_c}\right) \; \ldots\ldots\ldots\ldots \; (11.4)$$

د (11.4) معادلې پر بنسټ ، د فشاري بلاک او د ګاډر د مقطعې د فعالي ارتفاع نسبت ته يوه لويه غځېدنه ده ، چې د سيخبندۍ د نسبت (ρ) په واسطه کنټرولېږي.

برسېره پر دې دګاډر د سیخبندۍ نسبت (ρ)، همدا راز کولی شو چې د (ε_t) تر تخریبېدنې پورې د فولادو د نسبتي اوږدېدنې په واسطه کنترولېږي ، لکه دلاندېنۍ معادلې له مخــې[65-75:13]:

$$\varepsilon_t = \left(\frac{0.003}{c}\right)(d - c) = \left[\frac{0.003}{a/\beta_1}\right][d - (a/\beta_1)]$$

$$\varepsilon_t = \{0.003/ [\rho.d(f_y/0.85\ f'_c)/ \beta_1]\}.\{d - [\rho.d\ (f_y/0.85\ f'_c)/\beta_1]\}$$

$$\varepsilon_t = 0.003.\{1/ \rho.\ (f_y/0.85\ f'_c) / \beta_1] - 1\}= 0.003.(0.85\ f'_c.\ \beta_1 / \rho.f_y\text{-}1)$$

$$\varepsilon_t = 0.003.\left(\frac{0.85f'_c\beta_1}{\rho f_y - 1}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12.4)$$

(ب) - د سیخبندۍ د نسبت تعادل کول (Balancing Reinforcement Ratio) :

دنسبت (ρ) د قیمت مهم خاصیت د($\rho_{balanced}$) یا د (ρ_b)له مخې ښودل کېږي. د اوسپنیز کانکرېټي ګاډر ویجاړېدنه ، د (ACI 318) کود په واسطه په (0.003) د فشاري نسبتي اوږدېدنې کې د کانکرېټو په ماتېدنه کې تعریف شوي ده. کله چې په اوسپنیزکانکرېټي ګاډرونو کې (ρ) او (ρ_b) سره مساوي وي ، نو تدریجي ویجاړېدنې ته نه وي رسیدلي. کله چې کانکرېټ ماتېږي ، نو په فولادي سیخانو کی یوازې تسلیمېدنه پیل کېږي ، چې د کانکرېټو د ماتېدنې حالت کې دفولادي سیخانو د نسبتي اوږدېدنې قیمت مساوي کېږي په ($\varepsilon_y = f_y / E_S$) . دې ته باید پاملرنه وشي ،چې فولادي سیخان او کانکرېټ ، دسترېا په پیښېدنه کې ، که ($\rho = \rho_b$) وی ، نو د ویجاړېدنې په ځانګړې ډوله حالت کې ، کله چې مخکې دکانکرېټو ماتېدنې څخه ، په فولادو کې د تسلیمېدنې په حالت کې ، د شکل بدلون څرګند شي ، نو ګاډر په دې حالت کې د ($\rho = \rho_b$) نامطلوبه دی. د(ρ_b) د پیداکولو لپاره د لاندېنۍ طریقې څخه ګټه اخیستل کېږي:

د(4.12) معادلې پر بنسټ لیکلی شو چې:

$$\varepsilon_t = 0.003.\left(\frac{0.85f'_c\beta_1}{\rho f_y - 1}\right)$$

په ځانګړې حالت کې ، کله چې ($\rho = \rho_b$) او ($\varepsilon_t = \varepsilon_y = f_y/E_s$) شي ، نو :

$$\varepsilon_y = f_y/E_s = 0.003.\left(\frac{0.85f'_c\beta_1}{\rho f_y - 1}\right)$$

$$\rho_b = \left(\frac{0.003E_s}{0.003E_s + f_y}\right)\left(\frac{0.85f'_c\beta_1}{f_y}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13.4)$$

که (E_s= 0.2 x 10^6MPa) په پام کې ونیول شي ، نو (ρ_b) فورمول په واسطه پیدا کېږي :

$$\rho_b = 0.85\beta_1\left(\frac{f'_c}{f_y}\right)\left(\frac{600}{600 + f_y}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13'.4)$$

په پورتنۍ معادله کې (E_s) دفولادي سیخانو دارتجاعیت مودول دی چې (E_s= 0.2 x10^6 MPa) یا (E_s= 29,000 ksi) په پام کې نیول کېږي. په پورته توګه وښودل شوه ،چې اوسپنیز کانکریټي ګاډر دسیخبندۍ نسبت تعادل د کانکریټو په فشار او د فولادي سیخانو په کشش کې مقاومتونه سره ممکن مسا وي وي. په ګادر باندې د بار په ډېرېدنې سره ،چې سیخبندۍ نسبت دتعادل حالت کې وي ، نو کانکریټ د ماتېدنې دنسبتي اوږدېدنې او فولادي سیخان د تسلیمېدنې نسبتي اوږدېدنې سره پر یوه مهال مخامخ کېږي . نو په پایله کې په ګاډر کې پر یوه مهال کې په کانکریټو کې د ماتېدنې دنسبتي اوږدېدنې او فولادي سیخان کې د تسلیمېدنې نسبتي اوږدېدنې سره ویجاړېدنه (تخریب) پیلېږي. د اوسپنیز کانکریټي ګاډر لاندې که د سیخبندۍ نسبت د(ρ_b) په پرتله کوچنی وی ، په پایله کې د فولادو د تسلیمېدنې څخه مخکې د کانکریټو د ماتېدنې څخه او د دې برعکس د اوسپنیزکانکریټي ګاډرونو د پاسنۍ برخی لپاره درسته ده . په پایله کې د اوسپنیزکانکریټي ګاډر د مقطعې په پاسنۍ برخه کې په ناوړه توګه د ویجاړېدنې د ازمایښت لاندې راځي . یوازې د اوسپنیزکانکریټي ګاډرونولاندېنۍ برخې لپاره د (ACI 318) کود ، لارښوونه کوي ، چې اوسپنیزکانکریټي ګاډرونو د تدریجې ویجاړېدنې په وړاندې ډاډمنتیا ته اړینه ده [114,115:3].

(ج) - د سیخبندۍ اعظمي نسبت (Maximum Reinforcement Ratio) : د اوسپنیزکانکریټي ګاډرونو د ساختمان د ښې محاسبې او ډیزاین لپاره د (ACI 318) کود لارښوونه کوی ، چې په ویجاړېدنه کې د کششي فولادو نسبتي اوږدېدنه (ε_t) ($\varepsilon_t \geq$ 0.004) باید په پام کې ونیول شي. دا احتیاط د دې لپاره په پام کې نیول کېږي ، تر څو د

اوسپنیزکانکرېټي ګادرونو د تدریجي ویجاړېدنې په هکله چې د کلکېدنې اوانرژۍ دزغملو دظرفیت په لوړېدنه کې ډاډمنتیا حاصله شي. د (ε_t) پر ځای په (4.8- معادلې) کې د هغې د اعظمي قیمت د عوض کولو په پایله کې د کود په واسطه تحمیلي سیخبندۍ نسبت اعظمي قیمت (ρ_{max}) په لاس راځي.

$$0.004 = 0.85\, f'_c .\, \beta_1 / \rho_{max} .\, f_y - 1$$

$$\left(\frac{c}{d}\right) = \left(\frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu}+\varepsilon_t}\right) = \left(\frac{0.003}{0.003+0.004}\right) = 0.429$$

$$\rho_{max} = 0.85\, \beta_1 .\left(\frac{f'_c}{f_y}\right).\left(\frac{c}{d}\right) = 0.85 \times 0.429\, \beta_1 .\left(\frac{f'_c}{f_y}\right)$$

$$\rho_{max} = 0.36\, \beta_1 .\left(\frac{f'_c}{f_y}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14.4)$$

سره له دې چې د کود په واسطه د(ρ_{max}) لپاره پورتني قیمت توصیه کېږي ،خود ګاډر د ویجاړېدنې پر مهال د ($\varepsilon_t = 0.005$)قیمت ته د لاربنود په توګه ترجیح ورکول کېږي. چې په احتیاطي ډول په کرېدنه یا انحناء کې تدریجي ویجاړېدنې ته د رسیدنې د مخنیوي لپاره علاوه کېږي ، چې په پایله کې د سیخبندۍ د نسبت اعظمي لاندېني اعظمي قیمت ته ترجیح ورکول کېږي[21 : 145-122]:

$$0.005 = 0.85\, f'_c .\, \beta_1 / \rho_{max} .\, f_y - 1$$

$$\left(\frac{c}{d}\right) = \left(\frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu}+\varepsilon_t}\right) = \left(\frac{0.003}{0.003+0.005}\right) = 0.375$$

$$\rho_{maxp} = 0.85\, \beta_1 .\left(\frac{f'_c}{f_y}\right).\left(\frac{c}{d}\right) = 0.85 \times 0.375\, \beta_1 .\left(\frac{f'_c}{f_y}\right)$$

$$\rho_{maxp} = 0.32\, \beta_1 .\left(\frac{f'_c}{f_y}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15.4)$$

(د) - د سیخبندۍ اصغري نسبت (Minimum Reinforcement Ratio) :

ستې یا تدریجې ویجاړېدنې (Gradualy failure) حالت ته په رسیدلو سره د اوسپنیزکانکرېټو د مقاومت د محاسبې طرېقې بنستېزه برخه ده . د ویجاړېدنې دا حالت کېدی شي د فولادو د تسلیمېدنې څخه مخکې د کانکرېټو د ماتېدنې له لارې رامنځته شي . نوځکه د اوسپنیزکانکرېټي ګاډر ویجاړېدنه (Failure) د رامنځته کیدلو لامل کې نه یوازې د کانکـرېټـو ماتېـدنه ده ، بلکـې د فـولادو تسلیمېدنه هم په کې شـامـلـه ده . د اوسپنیزکانکرېټي ګاډر د ټیټې سیخبندۍ نسبت له اغېزې د کانکرېټو د ماتېدنې له امله ناڅاپي ویجاړېدنه ، پرته له دې چې فولاد تسلیمېدنې ته ورسېږي ، رامنځته کېږي . د اوسپنیزکانکرېټ د ډېریدونکي انحنایي مومنټ لاندې ، خواص چې په څلورمه مرحله کې واقع شي ، مخکې پرې بحث وشو ، تشریح شوي دي[16::83-70] .

په کوږوالي (انحناء) کې (د فولادي سیخانو څخه صرف نظر شوی وي) د بې له درز شوی (بې له درزه) ګاډر ظرفیت مساوي کېږي په:

$$M_{nplain} = f_{rs} \approx f_r \, bd^2 /6$$

$$M_{nplain} = 7.5 \, (f'_c)^{1/2} \, bd^2 /6$$

په کوږوالي (انحناء) کې د درز شوې ګاډر ظرفیت مساوي کېږي په:

$$M_{ncracked} \approx A_s f_y d \approx \rho \, bd^2 f_y$$

$$M_{nplain} > M_{plain} \Rightarrow \rho bd^2 f_y > 7.5\sqrt{f'_c}\, bd^2 /6 \Rightarrow \rho > 1.25\left(\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}\right)$$

د(ρ_{min}) لپاره (ACI 318) کود دوه معادلې لري ، تر څو د هغې په واسطه د ډاډمنتیا ضریب په محاسبه کې په پام کې و نیول شي . دلته (ρ_{min}) باید د لاندېني قیمت څخه کم نه شي:

که د(f'_c) او (f_y) واحدونه په (psi) او یا (ksi) وي ، نو :

$$\rho_{min} = 3\left(\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (16.4)$$

د(16.4) معادلې څخه د(ρ_{min})قیمت باید د لاندېني حد څخه لږ نه شي:

$$\rho_{min} = \frac{200}{f_y} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17.4)$$

که د(f'_c) او (f_y) واحدونه په (kg/cm^2) او یا (Ton/cm^2) وي ، نو :

$$\rho_{min} = 0.8 \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18.4)$$

د(18.4) معادلې څخه د(ρ_{min})قیمت باید د لاندېني حد څخه لږ نه شي:

$$\rho_{min} = \frac{14}{f_y} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (19.4)$$

که د(f'_c) او (f_y) واحدونه په (N/mm^2) او یا (MPa) وي ، نو :

$$\rho_{min} = 0.25 \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (20.4)$$

د(20.4) معادلې څخه د(ρ_{min})قیمت باید د لاندېني حد څخه لږ نه شي:

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (21.4)$$

په (2.4) جدول کې د (ρ_{min}, ρ_{maxp} , ρ_{max}) او (ρ_b) قیمتونه د ($f'c$) او (f_y) بېلابېلو قیمتونو لپاره د (ACI 318) په مطابق ځای په ځای شوي دي.

2.4- جدول: د (ACI 318) کود په مطابق د کانکرېټي ګاډر لپاره د سیخبندۍ اعظمي او اصغري نسبت (%) [65: 10].

f'_c (psi) / f_y (psi)		3,000	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000
40,000	ρ_{min}	0.50	0.50	0.53	0.58	0.63	0.67
	ρ_{maxp}	2.04	2.72	3.20	3.60	3.92	4.16
	ρ_{max}	2.30	3.06	3.60	4.05	4.41	4.68
	ρ_b	3.71	4.95	5.82	6.55	7.13	7.57
60,000	ρ_{min}	0.33	0.33	0.35	0.39	0.42	0.45
	ρ_{maxp}	1.36	1.81	2.13	2.40	2.61	2.77
	ρ_{max}	1.53	2.04	2.40	2.70	2.94	3.12
	ρ_b	2.14	2.85	3.35	3.77	4.11	4.36
75,000	ρ_{min}	0.27	0.27	0.28	0.31	0.33	0.36
	ρ_{maxp}	1.09	1.45	1.71	1.92	2.09	2.22
	ρ_{max}	1.22	1.63	1.92	2.16	2.35	2.50
	ρ_b	1.55	2.07	2.43	2.74	2.98	3.16
90,000	ρ_{min}	0.22	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30
	ρ_{maxp}	0.91	1.21	1.42	1.60	1.74	1.85
	ρ_{max}	1.02	1.36	1.60	1.80	1.96	2.08
	ρ_b	1.18	1.58	1.86	2.09	2.27	2.41

5.4- د اوسپنیزکانکریټي ګاډر جزیات

(Reinforced Concrete Beam Detailing)

د اوسپنیزکانکریټي ګاډر جزیاتو (تفصیل) کې د مقطعې بڼه او هندسي شکل شامل دی. کله چې د مقطعې عرض (b) ، فعاله ارتفاع (d) او د سیخانو مساحت (A_s) د تحلیل او محاسبې پرمهال پیداکېږي، د سیخانو انتخابول، د فولادي سیخانو له پاسه (اخوا) د اوسپنیزکانکریټو پوښل یا محافظوي طبقه (Cover) ، د سیخانو ترمنځ فاصله او داسې نور اړین دي ،چې په پام کې ونیول شي.

1- دفولادي سیخانو له پاسه د کانکریټو پوښل یا محافظوي طبقه

(Concrete Cover Over Steel Bars)

د فولادي سیخانو د سیخبندۍ له پاسه د کانکریټو محافظه کوونکي لایه د لاند ېنیو اړتیاوو له مخې په پام کې نیول کېږي:

1- د فولادي سیخانو او کانکریټو د ځای کارېدنې له امله ، په کږېدنه (انحناء) کې د ګاډرونو د تحلیل لپاره دفولادي سیخانو او کانکریټو تر منځ بشپړه نښلېدنه فرض کېږي. په دې ډول نښلېدنه کې د کانکریټو د لایې په واسطه ، د فولادي سیخانو په مناسبه توګه پوښل د تشنجاتو او بارونو د لېږدونې لپاره اړینه ده.

2- د زنګ وهلو او اور په وړاندې د سیخبندي شویو فولادي سیخانو خوندي ساتل.

د (ACI 318) کود په واسطه په کانکریټو کې د سیخبندي شویو فولادي سیخانو لپاره اصغري خالصه پوښل یا محافظوي طبقه (Clear Cover) په لاندې ډول نیول کېږي:

(الف) - سیخان باید داسې ځای په ځای شي ، چې په کانکریټو کې هوا ته لوڅ نه شي ، نو اصغري خالصه پوښل د (38 mm) ملي متره یا (1.5inch) انچه نیول کېږي.

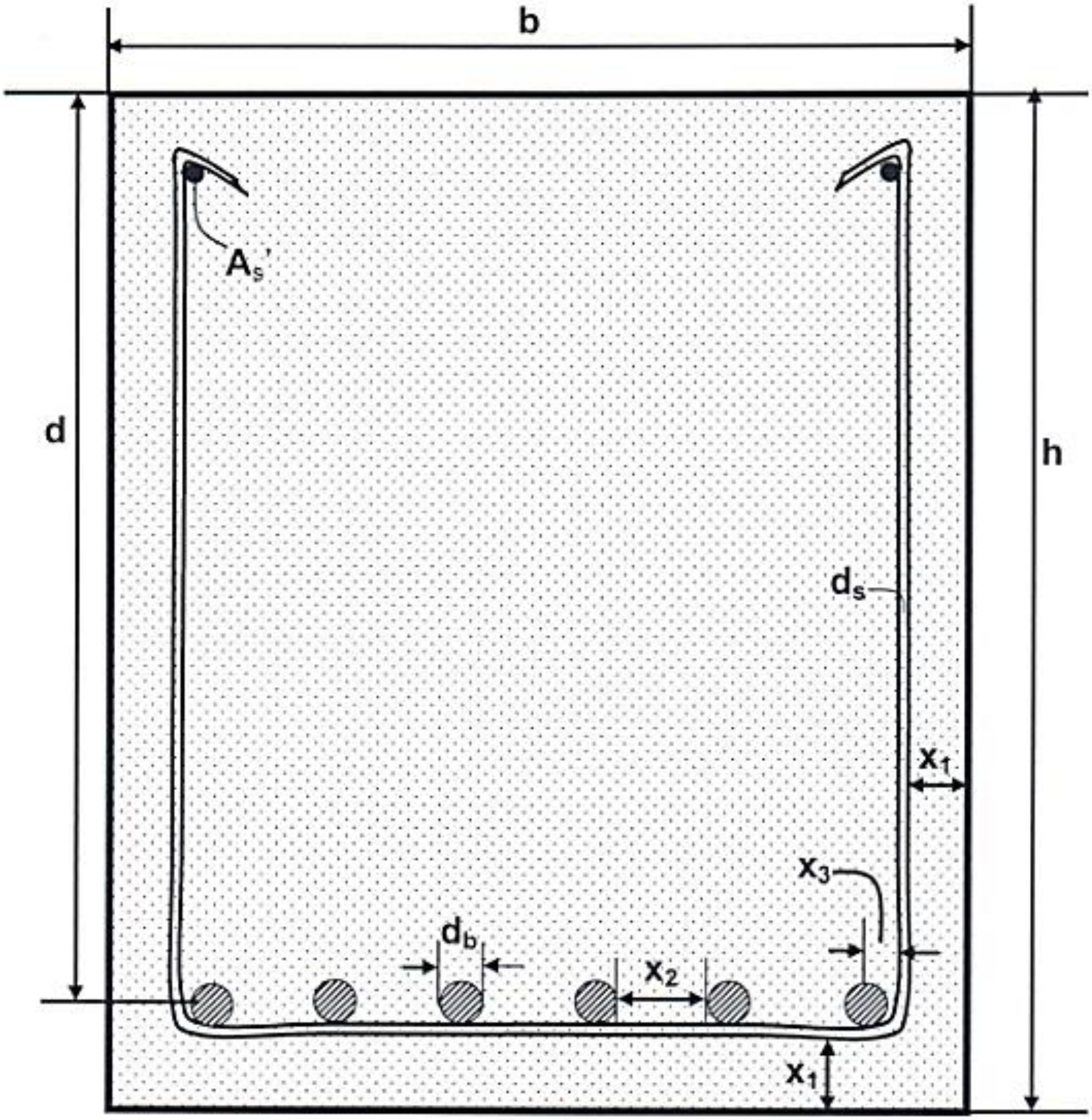
(ب) - سیخان باید داسې ځای په ځای شي ، چې په کانکریټو کې خاورې یا هوا ته لوڅ نه شي ، نو اصغري خالصه پوښل د (50mm)ملي متره یا (2inch) انچه نیول کېږي.

(ج) - سیخان په کانکریټو کې په قالب کې وي او د تل لپاره هوا ته لوڅ وي ، نو اصغري خالصه پوښل (75mm) ملي متره یا (3inch) انچه نیول کېږي.

په (11.4 - شکل) کې د یوی طبقې سیخبندي شوې ، او سپنیز کانکرېټي ګاډر مقطعه ښودل شوې ده . د یادولو ده چې دوه ډوله سیخبندي په ګاډر کې د انحنایي کششي سیخبندۍ په ډېرونه کې کارېږي. د ګاډر په مقطعې کې د فولادي سیخانو په ګرد چاپیره ، عرضاني سیخان یا ګڼډمکونه (Stirrups) شاملېږي. عرضاني سیخان یا ګڼډمکونه د ګاډر په مقطعې کې د عرضاني قوو (Shear Forces) په وړاندې د مقاومت لپاره کارېږي ، چې په راتلونکو فصلونو کې به یې یادونه وشي . همدارنګه طولاني فولادي سیخبندي شوي سیخان په فشاري ساحه کې په (A'_s)، په ګاډر کې د عرضاني سیخانو یا ګڼډمکونو د تړلو او چنګکولو لپاره کارېږي. چې د فشاري ساحې د سیخانو مساحت (A'_s) د فعالو طولاني سیخانو د مساحت (A_s) نژدې د (10%) سلنې یا دوه سیخان په وړ یا مناسبه کچه نیول کېږي. د (11.4 - شکل) د تحلیل پر بنسټ ، په داسې حال کې چې ګاډر یوه طبقه سیخبندي شوی وي ، پوښل یا محـافظوي طبقې اندازه د ګاډر د مقطعې او د فعالي ارتفاع د توپیر (h – d) له (62.5 mm) ملي مترو څخه تر (75 mm) ملي مترو یا هم (2.5inch) انچو څخه تر (3inch) انچو پورې په پام کې نیول کېږي .

په (12.4 - شکل) کې د اوسپنیز کانکرېټي ګاډر په مقطعې کې د دوه طبقې سیخبندي جزیات (په تفصیلي ډول) ښودل شوي دي. د دې ډول ګاډر د مقطعې لپاره فعاله ارتفاع په (12.4 - شکل) کې د سیخانو د مساحت پر بنسټ ، د لاندېنیو او پاسنیو قطارونو د سیخانو د فعالو ارتفاع ګانو د د ثقل مرکز په اندازه قبلېږي. د (ACI 318) کود څرګندونه کوي ،چې د پاسنې قطار سیخان مستقیماً د لاندېنې قطار سیخانو د پاسه ځای په ځای کېږي.

په (11.4 - شکل) کې د ګاډر د مقطعې اصغري عرض ، د سیخبندي شویو فولادي سیخانو د اندازو او شمېر پورې تابع دی ، ترڅو د کود غوښتنې پوره کړي. (4.1 - جدول) کې یو ګونې د فولادي سیخانو قطار ، د غټو ډکوونکو اعظمي کچه (19 mm) ملي متره یا (3/4in) انچه ، د عرضاني سیخانو یا ګڼډمکونو قطر (10 mm) ملي متره یا (3/8in) انچه او د کانکرېټو په واسطه پوښل (اصغري خالصه پوښل یا محافظوي طبقه 38mm ملي متره یا 1.5inch انچه) په پام کې نیول شوې دی[20:226-220] .



11.4 - شکل: د يوې طبقې فولادي سيخانو په واسطه د سيخبندي شوي ، او سپنيز کانکرېټي گاډر مقطعې جزيات [10 : 67] .

په (11.4- شکل) کې:

X_1 - د کانکرېټو خالص پوښ یا د محافظوي طبقې ضخامت (38mm) ملي متره یا (1.5in) انچه سره مساوي دی.

X_2 - د سیخانو ترمنځ خالصه فاصله ده ، چې په اعظمي توگه (25mm) ملي متره یا یو انچ ، د فعال طولاني سیخانو قطر(d_b) او د ډکوونکو د لوی دانې د قطر (4/3) ځله سره مساوي نیول کېږي.

X_3 - د عرضاني سیخانو یا گڼدمکونو (Stirrups) د دننني لوری څخه د لومړنې سیخ تر مرکزه پورې فاصله ده ، چې په اعظمي توگه د عرضاني سیخانو یا گڼدمکونو (Stirrups) دقطر دوه ځلې (برابره) ($2d_s$) او یا ، د فعال طولاني سیخانو د قطردنیمایی ($d_b/2$) سره مساوي نیول کېږي.

d_b – دفعالو طولاني ځای په ځای شویو سیخانو قطر دی.

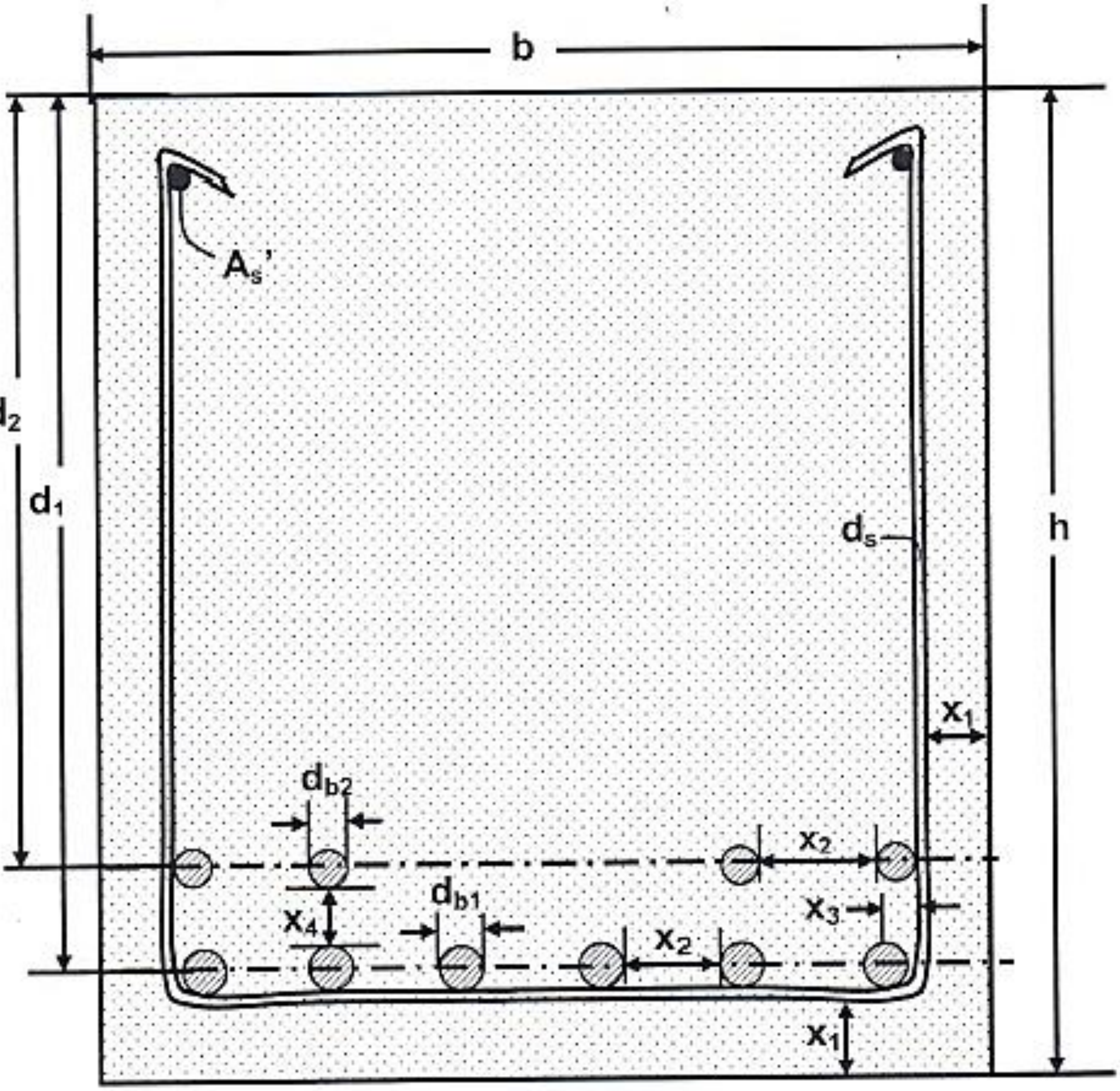
d_s – د عرضاني سیخانو یا گڼدمکونو قطر دی ، چې له (10mm) ملي مترو څخه تر (12mm) ملي مترو یا له (3/8 in) انچو څخه تر (1/2 in) انچو پورې نیول کېږي.

n- د سیخانو شمېر دی.

h - د گاډر د مقطعې مجموعي ارتفاع ، ژوروالی یا ضخامت دی.

d - د گاډر د مقطعې فعاله ارتفاع ده ، چې له ($d = h - X_2 - d_s - d_b/2$) سره مساوي کېږي.

b - د گاډر عرض دی ، چې $\geq (X_1 + d_s + X_3)2 + X_2 (n – 1) + nd_b$ په پام کې نیول کېږي.



12.4 - شکل: د دوه طبقو یا لایو فولادي سیخانو په واسطه د سیخبندي شوی ، او سپنیز کانکریټي ګاډر مقطعې جزیات [10 : 68].

په (12.4 - شکل) کې:

X_1 - د کانکرېټو خالص پوښ یا د محافظوي طبقې ضخامت (38mm) ملي متره یا (1.5in) انچه سره مساوي دی.

X_2 - د سیخانو ترمنځ خالصه فاصله ده ، چې (25mm) ملي متره یا یو انچ ، د فعالو طولاني سیخانو قطر (d_b) او د ډکوونکو د لوی دانې د قطر (4/3) ځله سره مساوي نیول کېږي.

X_3 - د عرضاني سیخانو یا ګژدمکونو د دننني لوري څخه د لومړني سیخ تر مرکز پورې فاصله ده ،چې په اعظمي توګه د عرضاني سیخانو یا ګژدمکونو دقطر دوه ځلې (برابره) (2ds) او یا د فعال طولاني سیخانو د قطر د نیمایی ($d_b/2$) سره مساوي قبلېږي.

X_4 - د لاندېني قطار (d_{b1}) او پاسني قطار (d_{b2}) سیخانو ترمنځ خالصه فاصله ده ، چې له (25 mm) ملي متره او یا له یو انچ څخه لږه نه نیول کېږي .

d_{b1} – په لاندېني قطار کې د سیخبندي شویو سیخانو قطر دی.

d_{b2} – په پاسني قطار کې د سیخبندي شویو سیخانو قطر دی.

d_s – د عرضاني سیخانو یا ګژدمکونو (Stirrups) قطر دی، چې (10 mm) ملي متره یا (3/8 in) انچه اویا هم (12 mm) یا (1/2 in) انچه په پام کې نیول کېږي.

n- د سیخانو شمېر دی.

h - د ګاډر د مقطعې مجموعي ارتفاع ، ژوروالی یا ضخامت دی.

d_1 - د ګاډر په مقطعې کې د لاندېني قطارسیخانو فعاله ارتفاع ده،چې د($d_1 = h - X_2 - d_s - d_{b1}/2$) سره مساوي کېږي.

d_2 - د ګاډر په مقطعې کې د پاسني قطارد سیخانو فعاله ارتفاع ده،چې له ($d_2 = h - X_2 - d_s - d_{b2}/2$) مساوي کېږي.

A_{s1} - د ګاډر په مقطعې کې د لاندېني قطار سیخانو مجموعي مساحت دی.

A_{s2} - د ګاډر په مقطعې کې د پاسني قطار سیخانو مجموعي مساحت دی.

d - د ګاډر په مقطعې کې مجموعي فعاله ارتفاع ده ، چې مساوي کېږي په:

$$d = (A_{s1} \cdot d_1 + A_{s2} \cdot d_2) / (As_1 + A_{s2}) \ldots\ldots\ldots\ldots (22.4)$$

b - د ګاډر عرض دی ، چې له $\geq nd_b + (n-1) X_2 + 2(X_3 + d_s + X_1)$ سره مساوي کېږي.

3.4- جدول: د (ACI 318) کود له مخې د فولادي سیخانو د ځای په ځای کېدنې په پام کې نیولو سره د ګاډر په (mm) اصغري عرض[10 : 69].

د سیخانو شمېر / د سیخانو کچه	2	3	4	5	6	7	8	د یو ډېرشوي سیخ لپاره ډېرېږي
12	170	207.5	245	282.5	320	357.5	390	37.5
16	172.5	212.5	255	295	335	375	417.5	42.5
18	175	220	262.5	307.5	350	395	437.5	45
22	180	225	272.5	320	367.5	412.5	460	47.5
25	182.5	232.5	282.5	332.5	382.5	432.5	490	50
28	187.5	245	300	357.5	412.5	487.5	525	57.5
32	195	257.5	322.5	382.5	445	507.5	570	62.5
36	200	270	337.7	407.5	475	545	612.5	70
44	225	312.5	400	487.5	575	662.5	750	87.5
57	262.5	375	487.5	600	712.5	827	937.5	112.5

2 - د فولادي سیخانو تر منځ فاصله (Steel Bar Spacing) : یو له بل سره دنږدې یا ګاونډیو سیخانو تر منځ فاصله ډېره مهمه ده ، چې د سیخانو په جزیاتو او تفصیل سره په مقطعې کې د ځای په ځای کېدنې پرمهال ورته پوره پاملرنه وشي. د سیخانو تر منځ فاصله د فولادي سیخانو او کانکرېټو د نښلېدنې لپاره ځکه اړینه ده ، چې پرته له دې دهر سیخ اغېزمنتیا د خطر سره مخامخ کېږي. د هر څه د مخه د کانکرېټو پوره مساحت دې ته اړتیا لري ، چې فولادي سیخان د نښلېدنې لپاره په مناسبه توګه وپوښي. سربېره پردې د سیخانو تر منځ خالصه فاصله د تازه کانکرېټو د محکم نښلېدنې او د سیخانو تر منځ د فاصلو په ګډون د قالب د بشپړه ډکېدنې لپاره باید په پوره اندازه ونیول شي. د (ACI 318) کود د مشخصاتو او ځانګړتیاوو له مخې په کانکرېټو کې د سیخبندي شویو فولادي سیخانو تر منخ خالصه فاصله د لاندېنیو اندازو څخه باید لږه نه شي:

(الف) - د سیخانو تر منځ فاصله (25 mm) ملي متره یا یو انچ باید په پام کې ونیول شي.

(ب) -د سیخانو تر منځ فاصله د طولاني سیخانو د قطر (d_b) په اندازه باید په پام کې ونیول شي.

(ج) - د سیخانو تر منځ فاصله په کانکرېټو کې د ډکوونکو موادو د لوی کچی (4/3) ځله (برابره) باید په پام کې ونیول شي.

د (ACI 318) کود د دې اجازه ورکوي ،چې په کانکرېټي ګاډرونو کې ، د فولادي سیخانو په بنډل شوي ډول وکارول شي ،خو سره له دې په یوه بنډل کې د سیخانو شمېر په اعظمي توګه د څلورو سیخانو څخه باید ډېر نه شي. د سیخانو بنډل په ټیپیک ډول سره دوه یا درې سیخبندي کېدونکي فولادي سیخان ګیډۍ یا د ګروپ په ډول یو ځای کېږي ، چې لکه د یو یا یوازې سیخبندي کېدونکي فولادي سیخ په توګه عمل وکړي. د سیخانو بنډل کېدی شي ، چې په افقي یا عمودی ډول ځای په ځای شي ،خو په مثلثي یا په مستطیلي ډول د سیخانو ترتیبول ، په بنډل کې د سیخانو د شمېر پورې اړه لری. بنډل شوي سیخان د انفرادي فولادي سیخ په ډول کار کوي ، د هغه عرضي مقطعې مساحت سره ،چې په بنډل کې د ټولو سیخانو د مجموعي مساحت سره مساوي وي. د (ACI 318) کود په مطابق په یوه

بنډل کې د سیخانو شمېر د څلورو څخه باید ډېر نه شي. همدارازپه یوه بنډل کې سیخان کېدی شي په افقي یا مربعی ډول سره ځای په ځای شي. سر بېره پردې ، ټول بنډل شوي سیخان باید د ګڼډمکونو سره وتړل شي[11:137-129].

3 – د فولادي سیخانو د کچې توپیر (Steel Bar Size Differential) : د فولادي سیخانو او کانکرېټو تر منځ د تشنجاتو لیږدېدنه د فولادي سیخانو د سطحې مساحت پورې تړلی ده. د لوی قطر لرونکو فولادي سیخانو پر خلاف دکوچنیو سیخانو سطحې مساحت د ډېروعرضي مقطعې مساحت په پرتله ډېر وي. نو له همدې کبله د کانکرېټو په ګاډر کې د د دوه کچې لرونکی (Two sizes) سیخانو په شتون سره ، کوچنی سیخ کېدی شي ،چې د لوي سخ په پرتله بېل ډول او اندازه بارشوې وي. همدارازکوچني قطر لرونکی سیخ د لوی قطر لرونکي سیخ په پرتله تسلیمید نه (Yield) مخکی متحمل کېږي. د فولادي سیخانو په منځ کې د تشنجاتودا ډول نا متناسبوالی ، د اوسپنیزکانکرېټو لپاره زیانمن دی . ځکه نو د (ACI 318) کود مشخصه کړې ده ،چې فولادي سیخانو د کوږوالي (انحناء) له امله د رامنځته شوي کشش په وړاندې د مقاومت لپاره په پام کې نیول کېږي ، نو له دې امله سیخان یو له بله باید د دوو څخه ډېر توپیر سره ونه لري(لکه 18mm او 22mmیا هم 6# او 8# صحیح یا درست دی نه دا چې 18 mmاو 25mm او یا هم 6# او9#) . همداراز سپارښتنه کېږي ،چې په اوسپنیز کانکرېټوکې د کشش لپاره دسیخبندي کېدونکو سیخانو شمېر ، د دوو بېلا بېل سایز یا کچو لرونکو سیخانوڅخه باید ډېر سیخان په پام کې ونه نیول شي [20:226-220].

4 – د ګڼډمکونو کږول (Stirrup Bending) : د ګڼډمکونو کږول باید هم د (ACI 318) کودپه رعایت کولو سره سرته ورسیږی. په ټیپیک ډول سره د ګڼډمکونو لپاره د کوږوالي شعاع د ($4d_s$) په اندازه په پام کې نیول کېږي ،چې (d_s) د ګڼډمک دسیخ قطر دی . سربېره پر دې ، د ګڼډمکونو (Stirrup) لپاره د کوږوالي څخه ها خوا غځېدنه په ټیپیک ډول سره(62.5 mm) ملي متره یا (2 ½ inch) انچه په پام کې نیول کېږي. په(11.4 او 12.4) شکلونو کې د (X_3) قیمت د غوښتنې پرېنسټ نیول کېږي[15:77-35].

5 – د ګاډر کړوپېدنه یا د شکل بدلون (Beam Deflection) : د مقاومت د محاسبې طرېقه د هغه عناصرو یا ساختماني خواصو سره علاقه لری ، چې د نهایي شرایطو یا ویجاړېدنې او تخریب لاندې واقع وي. نو ځکه د (ACI 318) کود د ګاډرونو لپاره یو لړ غوښتنې لري ، چې د هغې په پایله کې د ګټې اخستنې پر مهال د قبلولو وړ دي. چې له دې غوښتنو څخه یوه هم د ګاډر کړوپېدنه یا خمیده ګې (Deflection) ده ،چې د کود له خوا د قبلېدنې د ټاکل شوې برید له مخې قبلېږي. د (ACI 318) کود د ګاډرونو د اصغري ضخامت یا ارتفاع او ژوروالي (h) لپاره جدول برابر کړی دی ، چې د هغې له مخې د ټاکل شوي ، ضخامت یا ارتفاع او ژوروالي (h) له مخې د کړوپېدنې یا خمیده ګۍ لپاره د کود د غوښتنې له مخې کومې محاسبې ته چې د هغې په واسطه د کړوپېدنې یا خمیده ګۍ مجازی برید ټاکل کېږي ، کومه اړتیا نه پیښیږی. د (4.2 - جدول) د (ACI 318) کود قسماً داسې برابر شوي دي ،چې په هغې کې د کانکرېټو نارمل وزن (حجمی وزن$\gamma = 2400\ kg/m^3$ یا $\gamma = 145\ lb/ft^3$) او دفولادي سیخانو د تسلیمېدنې (Yield) مقاومت یا کششي مقاومت (f_y= 420MPa) یا (f_y= 60,000psi)فرضېږي. د سپکو کانکرېټو او فولادي د سیخانو د تسلیمېدنې (Yield) مقاومت یا کششي مقاومت د (f_y= 420MPa) یا (f_y= 60,000psi)سره په بدلون کې ، هغه ارقام چې د (3.4 - جدول) څخه اخیستل کېږي ، دې ته اړتیا لري ،چې په ترتیب سره په ($1.65 – 0.005\ \gamma$) او ($0.4 + f_y/100,000$) کې ضربېږي. همدارنګه د (4.4 - جدول) د هغه عناصرو او ساختمانونو لپاره چې په اتکاء کې د ډېرې کړوپېدنې یا خمیده ګۍ له امله تخریبېږي[417-425:12] .

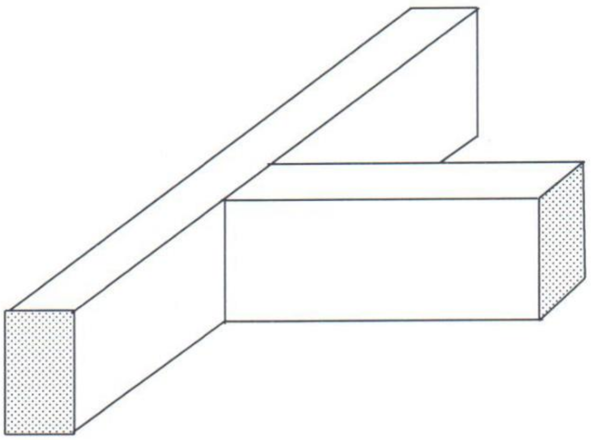
4.4 - جدول: پرته د کړوپېدنې د پیداکولو څخه د او سپنیز کانکرېټي ګاډرونو اصغري ضخامت یا ارتفاع(h) [8 : 130] .

عنصر	ساده اتکاء لرونکی	یو لوري ته ادامه لرونکی	دواړو لورو ته ادامه لرونکی	کانټیلیور
ګاډر	16/ وایه	18.5/ وایه	21/ وایه	8/ وایه

6 – د ګاډر خپل وزن (Beam Self - Weight) : په عمومي ډول سره د مستطیلي مقطعې ه لرونکي او سپنیز کانکرېټي ګاډر خپل وزن د مړ بار د محاسبې لپاره کارېږي. په (6.4 - شکل) کې د مستطیلي مقطعې لرونکي او سپنیز کانکرېټي ګاډر خپل وزن د

محاسبه کولو طریقه ښودل شوي ده. په ټیپیک ډول سره د ګاډر په یومترکې بار محاسبه کېږي ، چې د ګاډر د عرضي مقطعې او د اوسپنیز کانکرېټو د حجمی وزن (24 KN/m^3) څخه په لاس راځي او دګاډر خپل وزن په کیلونیوټن په یو متر اوږدوالي سره مساوي کېږي.

7 - د کود نورې غوښتنې (Other Code Requirements) : د ګاډر په فشاري ساحې کې ، د فشار د شتون له امله کېدی شي، چې تر کړوپېدنې پورې کوږ شي. د امریکا دکانکرېټو انستیتوت (ACI 318) کود تأکید کوي چې دګاډرونو لپاره افقي اتکاء باید د (50b) سره مساوي وي ، دلته (b) د ګاډر عرض دی. افقي اتکاء په عمومي توګه د کانکرېټي پوښښ تختو (Slabs) یا متقاطع ګاډرونو (Intersecting Beams) په واسطه برابرېږي [417-425:12]، لکه په (14.4 - شکل) کې.



13.4 - شکل: د متقاطع ګاډر په واسطه د کانکرېټي ګاډر افقي تکیه کېدنه.

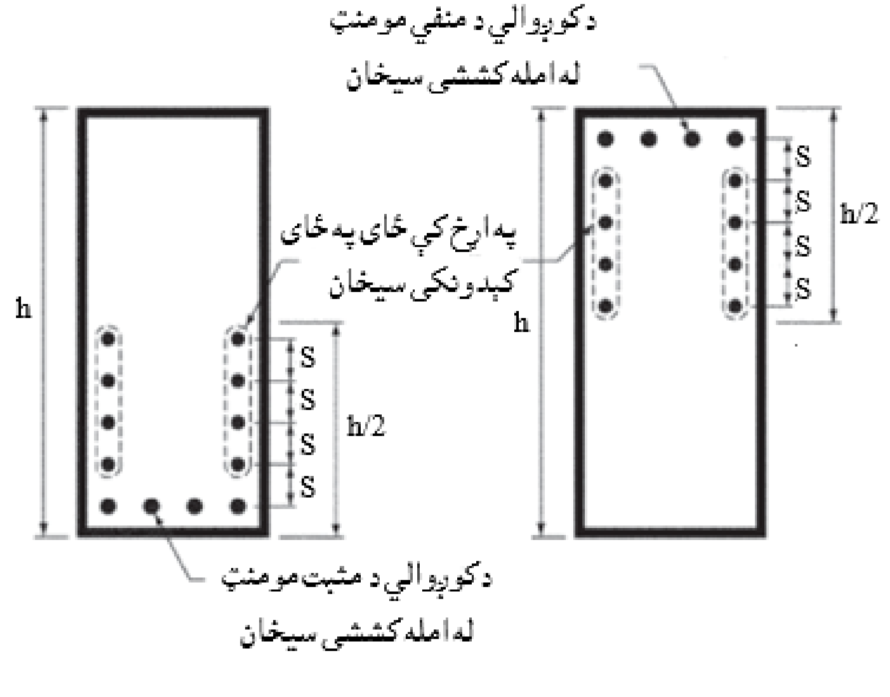
همدا راز د (ACI 318) کود سپارښتنه کوي ، چې د درزونو د ډېرېدنې په وړاندې د اړخېزو سیخانو (Skin) څخه باید ګټه واخیستل شي. د ګاډر د مقطعې دننه په اړخونو کې د (Skin Reinforcement) سیخانو ځای په ځای کول هغه مهال اړین دي ، چې کله د ګاډر ژوروالی یا ارتفاع د (900 mm) ملي متر یا (36in) انچو ته ډېر ه شي او د ګاډر په نیمایی لاندېنۍ برخه کې ځای په ځای کېږي. په اړخونو کې د سیخان (Skin Reinforcement) د دوو عمودي لایو فولادي سیخانو څخه ترکیب مومي ،چې د

ګاډر په بشپړه اوږدو کې ځای په ځای کېږي. د دې سیخانو تر منځ فاصله باید د لاندېنیو دریېو پارامترونو څخه کوچنۍ په پام کې ونیول شي:

1. د ګاډر د فعالي ارتفاع شپږمه برخه (d/6).
2. (300 mm) ملي متره یا (12in) انچه.
3. د هغه یو سیخ مساحت چې په اړخونو کې د سیخانو لپاره کارېږي x (d – 30)/1000.

سر بېره پر دې د کود د غوښتنې له مخې په اړخونو کې دځای په ځای کېدونکو سیخانو مجموعي مساحت باید په کوږوالي یا انحناء کې د پیداشویو فولادي سیخانو د مساحت (A_s) د نیمایي څخه ډېر نه شي. همداراز په اړخونو کې د ځای په ځای کېدونکې سیخان کېدی شي ، په کرېدنه (انحناء) کې د مومنټ په وړاندې په مقاومو سیخانو کې شامل شي[9 : 72-67].

د کود د لارښوونې له مخې په ګاډرونو کې د اړخونو سیخان د کوږوالي د مثبتونو مومنټ او یا هم د کوږوالي د منفي مومنټونو په شتون کې په لاندېني (15.4- شکل) کې ښودل شوي دي.



14.4 - شکل: په ګاډرونو کې د اړخونو سیخانو ځای په ځای کېدنه [192:8].

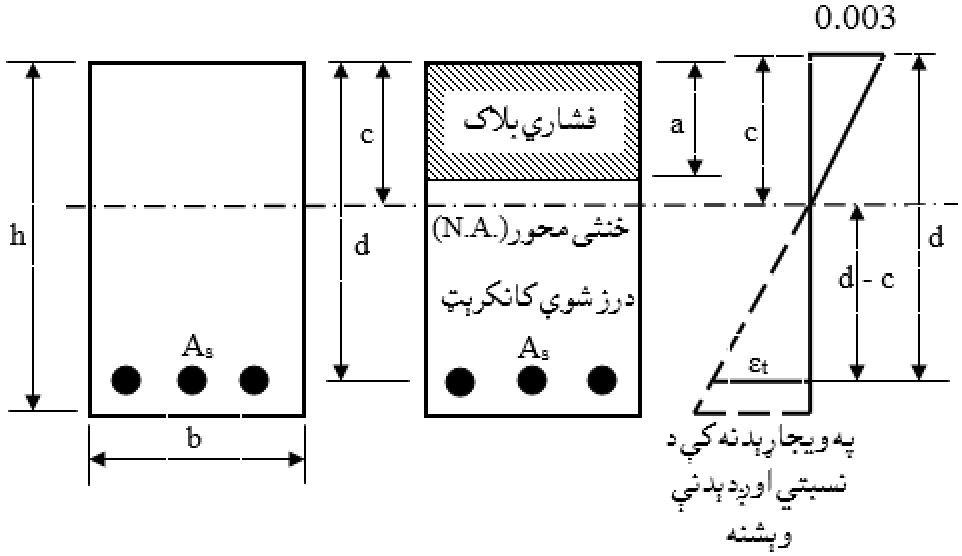
په (14.4 - شکل) کې:

h- د ګاډر د مقطعې ارتفاع ده.

S- په اړخ کې د ځای په ځای کېدونکو فولادي سیخانو تر منځ فاصله ده.

6.4- په کږېدنه کې د یو ګوني سیخبندي شوي او سپنیز کانکرېټي ګاډرونو تحلیل
(Analysis of Singly Reinforcement Concrete Beams in Bending)

په کږېده (انحناء) کې د اوسپنیز,کانکرېټي ګاډرونو تحلیل، د شته(موجوده) ګاډر د عمل کوونکي مومنټ یا بارندې دلا وړتیا د څېړنې څرګندونه کوي. د دې لپاره اړینه د ه چې بارېدنه ، د ګاډر ابعاد او بڼه او همدارنګه دموادو ځانګړتیاوې او مشخصات معلوم وي. دا یوازې هغه مهال د څرګندولو لپاره اړین دي ، که چېرې ګاډر دتحمیلي بار لاندې واقع شوې وي. د تحلیل کړنلاره یا طریقه په لاندې ډول تشریح کېږي[17:95-58]:



15.4- د یو ګونې سیخبندي شوي ګاډر د مقطعې تحلیل [10 :73].

لاندېني ارقام ورکړل شوي وي:

(الف) -د ګاډر د مقطعې ابعاد لکه عرض (b) ، فعاله ارتفاع (d) ، ارتفاع یا ژوروالی (h) او د کششي ساحې د سیخانو مساحت (A_s).

(ب) -د موادو ځانګړتیاوې یا مشخصات لکه د کانکرېټو لپاره (f'_c) او د فولادي سیخانو لپاره (f_y).

(ج) - واردېدونکې یا عامل ډېرشوی یا نهایي د کوږوالي (انحنايي) مومنټ (M_u) ، لکه د درېیم فصل تشریح شوی په ډول پیدا کېږي.

د پورتنیو ارقامو او معلوماتو په پام کې نیولو سره په لاندې ډول یې د محاسبه کولو طرېقه پر مخ وړل کېږي:

لومړی قدم : د فشاري بلاک او فشاري ساحې ژوروالی یا ارتفاع پیدا کېږي:

د فشاري او کششي قوو د تعادل معادله په لاندې ډول لیکو :

Tension Force = Compression Force, ⇒ T = C, ⇒ A_s x f_y = 0.85 f'c .b.a,

د پورتنیو معادلو څخه لیکلی شو چې:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

همدارنګه د پورتنۍ معادلې څخه په لاس راغلي قیمت په واسطه:

$$C = a/\beta 1$$

دویم قدم: د فولادي سیخانو د نسبتي اوږدېدنې ارزونه کوو ، چې د (0.004) څخه لوی دی او که د کود په حدودو کې دي.

په فولادي سیخانو کې نسبتي اوږدېدنه (Strain in steel) د لاندېني فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$$\varepsilon_t = \frac{0.003 \text{ x } (d-c)}{c}$$

که ($\varepsilon_t > 0.004$)وي ، نو ($\rho < \rho_{max}$) وی او مقطعې د کود په حدودو کې ده او که ($\varepsilon_t > 0.005$)وي ، نو ډېره ښه ده یا دا د ترجیح حالت کې دی.

درېیم قدم : د ګاډر په مقطعې کې د سیخبندۍ نسبت ارزوو ، چې د کود د اعظمي او اصغري غوښتنې سره پرتله کېږي:

$$\rho = A_s/bd$$

که د (f'_c) او (f_y) واحدونه په (N/mm^2) او یا (MPa) وي ، نو :

$$\rho_{min} = 0.25\left(\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}\right) \qquad (23.4)$$

د (4.20) معادلې څخه د (ρ_{min}) قیمت باید د لاندېنې حد څخه لږ نه شي:

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} \qquad (24.4)$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} > 0.25\left(\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}\right)$$

همداراز:

$$\rho = \frac{A_s}{bd} > \frac{1.4}{f_y}$$

څلورم قدم : دکود نورې غوښتنې لکه د اوسپنیز کانکرېټي ګاډر لپاره کړوپېدنه (deflection) ، د سیخانو د ځای په ځای کېدنې جزیات (Steel Bars Detailing) ، د اړخ سیخانو ځای په ځای کېدنه (Skin Reinforcement) او داسې نور...

پنځم قدم : د نومینالي کوږوالي (انحنایي) مومنټ (M_n) د ظرفیت پیداکول:

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

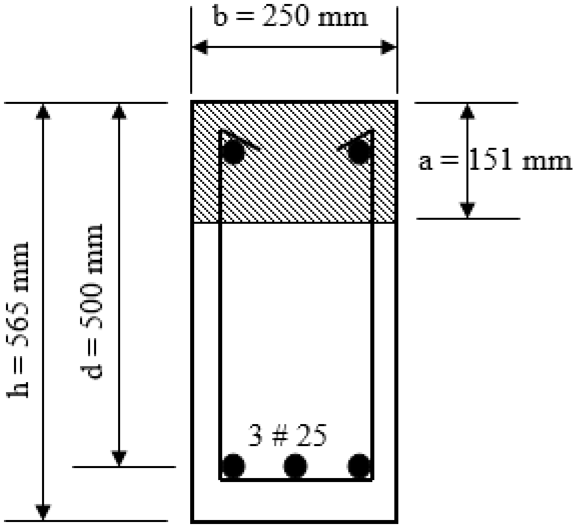
شپږم قدم : د (ε_t) پر بنسټ د (ϕ) قیمت محاسبه کول ، چې په دویم قدم کې دا معادله هم کارول کېږي:

$$\phi = 0.48 + (83.3)\,\varepsilon_t$$

که ($\varepsilon_t > 0.005$) وي ، نو ($\phi = 0.9$) قبلېږي.

اووم قدم : د (M_u) او (ϕM_n) د قیمتونو پرتله کېږي: کــه ($\phi M_n \geq M_u$) وي ، نـــو مقطعه د وارده بارونو په وړاندې مقاومه ده او کــه ($\phi M_n < M_u$) وي ، نو د وارده بارونو په وړاندې مقاومه نه ده.

2.4 - مثال: د ګاډر ښودل شوي په لاندېنۍ مقطعې لپاره د مقاومت مومنټ (M_n) په لاس راوړئ ، پـه داسې حال کـې چې ($f'_c = 20$ MPa)، ($\beta_1 = 0.85$) ، ($f_y = 420$ MPa) ، ($b = 250$mm) ، ($d = 500$ mm) او په مقطعې کې (25 mm) ملي متره قطر لرونکي درې سیخان (3 N 25) ، چې مساحت یې ($A_s = 3\frac{\pi d^2}{4} = 3 \times \frac{\pi(25)^2}{4} = 1,473$ mm^2) ځای په ځای شوي دي.



حل: د (a) قیمت د لاندېني فورمول په واسطه پیدا کوو :

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{1,473 \times 420}{0.85 \times 20 \times 250} = 146 \text{ mm}$$

د (C) قیمت په لاندې ډول پیدا کوو: $C = a / \beta_1 = 146 / 0.85 = 172$ mm

د(ε_t) قیمت په لاس راوړو:

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_y} = \frac{420}{200,000} = 0.0021$$

$$\varepsilon_t = \frac{0.003 \times (d-c)}{c} = \frac{0.003 \times (500-172)}{172} = 0.00572$$

دا چې ($\varepsilon_t = 0.00572 > 0.005$) دی ، نو په مقطعې کې د کود له مخې($\phi = 0.9$) قبلېږي.

نو نومینالي کوږوالي یا انحنایي مومنټ په لاندې ډول پیدا کوو :

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) = 1,530 \times 420 \times \left(500 - \frac{151}{2}\right)$$

$M_n = 273 \times 10^6$ N. mm = 273 KN. m

اوس د (ϕM_n) قیمت په لاس راوړو:

$\phi M_n = 0.9 \times 273 = 245.7$ KN. m

اوس سیخبندۍ نسبت ارزوو:: $\rho > \rho_{min}$

$\rho = A_s/bd = 1{,}530 / (250 \times 500) = 0.0122$

$\rho_{min1} = 0.25 \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}\right) = 0.25 \times \left(\frac{\sqrt{20}}{420}\right) = 0.0027$

$\rho_{min2} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{420} = 0.0033$

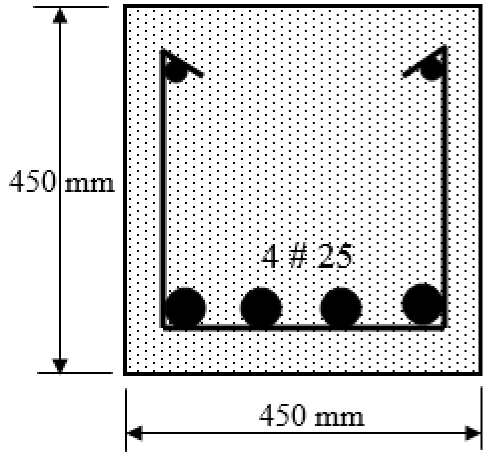
د پورتنۍ محاسبې څخه په لاس راغلو چې ($\rho_{min} = 0.0122$) د (ρ_{min1}) او(ρ_{min2}) د قیمتونو څخه لوي دی ، نو $\rho > \rho_{min}$ کېږي .

په مقطعې ه کې د اصغري سیخانو مساحت په لاندې ډول پیدا کوو :

$A_{smin} = \rho_{min}\, b_w .d = \frac{1.4}{f_y}\, b_w .d = \frac{1.4}{420} \times 250 \times 500 = 417\ mm^2$

د ګاډر په مقطعې کې د ځای په ځای شویو سیخانو مساحت ، د (ACI) کود له مخې د سیخانو اړین اصغري مساحت څخه ډېر ($A_s = 1{,}473mm^2 > A_{smin} = 417mm^2$) دی ، نو مقطعه د (ACI) د غوښتنې له مخې ډاډمنه ده .

3.4- مثال: په لاندېنې شکل کې د ګاډر د ورکړل شوی مقطعې له مخې د هغې وړتیا وارزوئ ، که ($M_u = 200$ KN.m) ، ($f'_c = 30$ MPa) او ($f_y = 420$ MPa) وي.



حل: د (a) قیمت د لاندېنې فورمول په واسطه پیدا کوو :

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{1{,}962.5 \text{ x } 420}{0.85 \text{x } 30 \text{ x } 450} = 71.83 \text{ mm} \approx 72 \text{ mm}$$

دلته ($A_s = 4\ \frac{\pi d^2}{4} = 4 \text{ x } \frac{\pi (25)^2}{4} = 1{,}962.5 \text{ mm}^2$) د (25 mm) قطر لرونکو سیخانو مساحت دی.

د (C) قیمت په لاندې ډول پیدا کوو: $C = a / \beta_1 = 72 / 0.84 = 86$ mm

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05\ \frac{f'_c - 28 \text{ MPa}}{7 \text{ MPa}} = 0.85 - 0.05\ \frac{30 - 28}{7} = 0.84$$

د(ε_t) قیمت په لاس راوړو:

$$\varepsilon_t = \frac{0.003 \text{ x } (d - c)}{c} = \frac{0.003 \text{ x } (375 - 86)}{86} = 0.01$$

دا چې ($\varepsilon_t = 0.01 > 0.005$) دی ، نو په مقطعې کې د کود له مخې($\phi = 0.9$) قبلېږي.

دلته: (d) فعاله ارتفاع ده ، چې په همدې فصل کې پرې بحث وشواو په لاندې ډول پیدا کېږي:

d = h – Clear Cover (for one layer 62.5 – 75 mm) = 450 – 75 = 375mm

اوس سیخبندۍ نسبت ارزوو : $\rho > \rho_{min}$

$$\rho = A_s/bd = 1{,}962.5 / (450 \text{ x } 375) = 0.0116$$

$$\rho_{min1} = 0.25\left(\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}\right) = 0.25 \times \left(\frac{\sqrt{30}}{420}\right) = 0.00326$$

$$\rho_{min2} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{420} = 0.0033$$

له پورتنۍ محاسبې څخه په لاس راغلو چې ($\rho = 0.0116$) د (ρ_{min1}) او(ρ_{min2}) د قیمتونو څخه لوی دی ، نو $\rho > \rho_{min}$ کېږي .

نو نومینالي کوږوالي یا انحنایي مومنټ په لاندې ډول پیدا کوو :

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) = 1{,}962.5 \times 420 \times \left(375 - \frac{72}{2}\right)$$

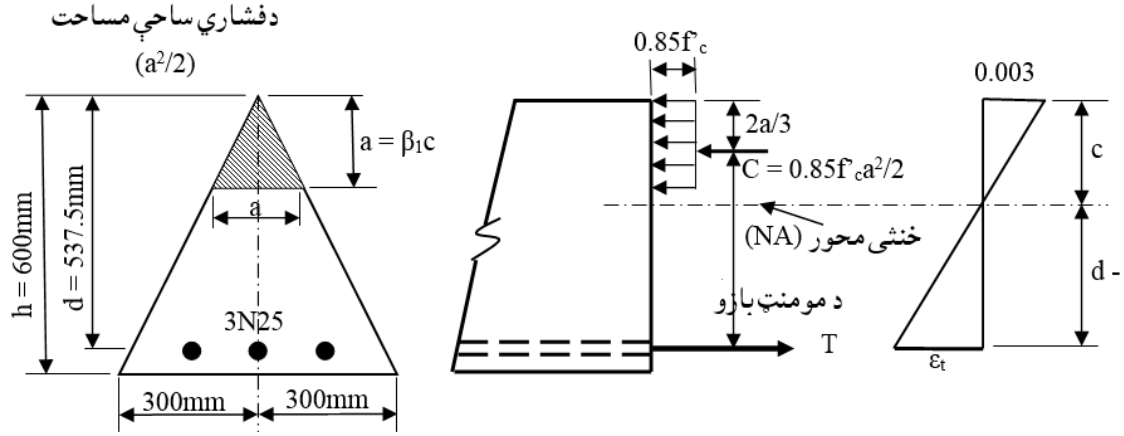
$$M_n = 279{,}420{,}750 \text{ N. mm} = 279.42 \text{ KN. m}$$

اوس د (M_u) او(ϕM_n) د قیمتونو سره پرتله کوو :

$$\phi M_n = 0.9 \times 279.42 = 251.478 \text{ KN. m} > M_u = 200 \text{ KN. m}$$

پس څرګنده شوه چې د ګاډر مقطعې بشپړه وړتیا لري.

4.4- مثال: د ګاډر د لاندېنۍ ښودل شوې مقطعې لپاره د مقاومت مومنټ (M_n) په لاس راوړئ ، په داسې حال کې چې ($f'_c = 20$ MPa)، ($\beta_1 = 0.85$) ، ($f_y = 420$ MPa) او په مقطعې کې (25 mm) ملي متره قطر لرونکي درې سیخان (3 N 25) ، چې مساحت یې ($A_s = 3 \times 510 = 1530 mm^2$) ځای په ځای شوي دي.



حل:

1- په لومړي قدم کې فرضوو چې ($f_s = f_y$) دي ، نو کششي قوه ($T = A_s f_y$) کېږي.

$$A_s = 3\,\frac{\pi d^2}{4} = 3 \times \frac{\pi(25)^2}{4} = 1{,}473 \text{ mm}^2$$

$$T = A_s f_y = 1{,}473 \times 420 = 618{,}660 \text{ N} = 618.7 \text{ KN}$$

2- څرګنده ده، چې کششي او فشاري قوي سره بايد مساوي وي ، نو (T = C) سره کېږي. د مستطيلي ډوله معادل تشنجاتو بلاک لپاره ،د ($0.85f'_c$) تشنجات پـه منظـمه تـوګه د (a = β_1c) په ژوروالي وېشل شوي حالت کې د (f'_c = 20 MPa)او (β_1 = 0.85) په شتون کې فشاري قوه د تعادل له مخې مساوي کېږي په:

C = T = 618.7 KN

خو په دې مثال کې د ورکړل شوي هندسي شکل له مخې ، چې مقطعه يې مثلثي ډوله ده، که چېرې د فشاري ساحې ژوروالی يا ارتفاع (a) وي او همداراز د فشاري ساحې د لاندېنۍ برخې عرض يې هم (a) وي ، نو د فشاري ساحې مساحت له ($a^2/2$) سره مساوي کېږي. نو د ګاډر د دې ځانګړې مثلثي مقطعې لپاره فشاري قوه مساوي کېږي په:

$$C = (0.85f'_c).\ (a^2/2) = A_s\ f_y \Rightarrow a^2 = \frac{2A_s f_y}{0.85f'_c} \Rightarrow a = \sqrt{\frac{2A_s f_y}{0.85f'_c}}$$

$$a = \sqrt{\frac{2 \times 1,473 \times 420}{0.85 \times 20}} = 270\ mm$$

د (C) قيمت په لاندې ډول پيدا کوو:
$$C = a / \beta_1 = 270 / 0.85 = 318\ mm$$

د(ε_t) قيمت په لاس راوړو:

$$\varepsilon_t = \frac{0.003 \times (d-c)}{c} = \frac{0.003 \times (537.5-318)}{318} = 0.0021$$

دا چې (ε_t = 0.0021 > 0.005) دی ، نو په مقطعې کې د کود له مخې(ϕ = 0.9) قبلېږي.

دلته: (d) فعاله ارتفاع ده ، چې په همدې فصل کې پرې بحث وشو او په لاندې ډول پيدا کېږي:

d = h – Clear Cover (for one layer 62.5 – 75 mm) = 600 – 62.5 = 537.5mm

نو د دې مقطعې لپاره د مومنټ بازو ($d - \frac{2a}{3}$) سره مساوي کېږي ، نو له دې امله نومينالي کوږوالي يا انحنايي مومنټ په لاندې ډول پيدا کوو:

$$M_n = A_s f_y\ (d - \frac{2a}{3}) = 1,473 \times 420 \times (537.5 - \frac{2 \times 270}{3})$$

$$M_n = 221,170,950\ N.\ mm = 221.2\ KN.\ M$$

$$\phi M_n = 0.9 \times 221.2 = 199.08\ KN.\ m$$

اوس سيخبندۍ نسبت ارزوو::
$$\rho > \rho_{min}$$

$$\rho = A_s/b_w d = 1,473 / (600 \times 537.5) = 0.0046$$

$$\rho_{min1} = 0.25 \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}\right) = 0.25 \times \left(\frac{\sqrt{20}}{420}\right) = 0.0027$$

$$\rho_{min2} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{420} = 0.0033$$

له پورتنۍ محاسبې څخه په لاس راغلو چې ($\rho = 0.0046$) د (ρ_{min1}) او (ρ_{min2}) د قیمتونو څخه لوی دی ، نو $\rho > \rho_{min}$ کېږي .

په مقطعې کې د اصغري سیخانو مساحت په لاندې ډول پیدا کوو :

$$A_{smin} = \rho_{min}\, b_w\, .d = \frac{1.4}{f_y}\; b_w\, .d = \frac{1.4}{420} \times 600 \times 537.5 = 1{,}075\ mm^2$$

د ګاډر په مقطعې کې د ځای په ځای شویو سیخانو مساحت ، د (ACI) د اړین اصغري سیخانو مساحت څخه ډېر ($A_s = 1{,}473mm^2 > A_{smin} = 1{,}075mm^2$) دی ، نو مقطعې د (ACI) د غوښتنې له مخې ډاډمنه ده .

7.4- په کږېدنه کې دیوګوني سیخبندي شوی او سپنیزو کانکرېټي ګاډرونو محاسبه

(Singly Reinforced Concrete Beam Design in Bending)

په دې برخه کې په کږېدنه یا انحناء کې د اوسپنیز کانکرېټي ګاډر د عرضي مقطعې د محاسبې په اړه تشریح ځای په ځای شوې ده . مخکې له دې چې د محاسبې په بهیر بحث وشي، اړینه ده چې په لاندېنیو معلوماتو پوه شو:

1- د ګاډر په شکل بندۍ کې د وایې اوږدوالی ، د اتکاء شرایط (ساده اتکاء ، کانټیلیور او نور ...) او د ښکارېدنې شرایط (دننه ، بیرون، خاوری او نور ...) شامل دي.

2- په ګادر باندې عامل بارونو کې مړ یا دایمی بار ، ژوندی یا مؤقت بار ، د باد او زلزلې بارونه شامل دي.

3- د محاسبې نور محدودیتونه لکه د ودانۍ لپاره د ګاډر د ژوروالی یا ارتفاع (h) اعظمي قیمت مجاز ده یا د ساختمان د ډول لپاره اعظمي کږوېډنه یا خمیده ګی (Deflection) مجاز ده.

هغه بنسټیز پارامتر چې د اوسپنیز کانکرېټي ګاډر عرضي مقطعې د هغې لاندې واقع کېږي ، د نهایي کوږوالـي (انحنایي)مـومنټ دی ، چې د مخکني بحث پر بنسټ د

(ASCE 7) ستندرد له مخې د ضربيې شوی بار په واسطه پيدا کېږي. د کود نور تحميلي محدوديتونه د ګاډر د عرضي مقطعې په هندسي يا سيخبندۍ او همداراز په محاسبه کې په پام کې نيول کېږي. دغه ټول د ګاډر د شکل بندۍ او همداراز د ودانۍ يا د ساختمان د ګاډر څخه په لاس راځي.

د اوسپنيز کانکرېټي ګاډر د عرضي مقطعې په تسليمېدنې (yields) کې د کوږوالي يا انحناء (Flexure) محاسبه او ډيزاين د لاندېنيو معلوماتو له مخې سرته رسېږي:

1- د موادو ځانګړتياوې ، دکانکرېټو فشاري مقاومت (f'_c) او په تسليمېدنه کې د فولادي سيخانو مقاومت (f_y).

2- د ګاډر ژوروالی يا ارتفاع (h).

3- د ګاډر عرض (b).

4- د سيخانو مساحت (A_s) ، او د هغوې وېشنه (نمبر ، کچه يا سايز او د سيخانو تر منځ فاصله).

5- د مقطعې تفصيل او جزيات چې په هغې کې د فولادي سيخانو ځای په ځای کېدنه ، فولادي سيخانو ترمنځ فاصلې او د فولادي سيخانو له پاسه د کانکرېټو پوښل شامل دي.

6- د کود د مقرراتو له مخې نورې غوښتنې چې د محاسبې پرمهال په پام کې نيول کېږي.

د اوسپنيز کانکرېټي ګاډر لپاره دمحاسبې رياضيکي لاسته راوړنې ، کولې شو چې د لاندېنيو پارامترونو په څېر يې خلاصه کړو:

1- د کانکرېټو محاسبوي فشاري مقاومت (f'_c).

2- په تسليمېدنې (yield) کې د فولادي سيخانو مقاومت (f_y).

3- د ګاډر عرض (b).

4- د ګاډر فعاله ارتفاع (d).

5- د سيخبندي شويو فولادي سيخانو مساحت (A_s).

په عمومي توګه د ګاډر مجموعي ارتفاع (h) کولی شو چې د شپږم فصل د (4.11) او (4.12) شکلونو د معادلو پربنسټ پيدا کړو. د فولادي سيخانو کچه يا سايز ، وېشنه او تر

منځ فاصله ، د پوښلو (Cover) او د سیخانو ترمنځ فاصلې (Space) کولی شو چې د ACI (318 کود د غوښتنو پر بنسټ پیدا کړو[18:103-68].

1 - د ګاډر د محاسبې لپاره مهم او بنسټیز پارامترونه

(Important Parameters for Reinforced Concrete Beam Design)

په کږېدنه یا انحناء (Flexure) کې د اوسپنیز کانکرېټي ګاډر د محاسبې او ډیزان لپاره د پنځو بسټیزو مجهولونو څخه یادونه وشوه. سره له دې چې (4.5) معادله په کږېدنه یا انحناء (Bending) کې یوازېنۍ مهمه معادله هم نه ده ،خو د یادو شویو پنځو مجهولونو څخه کولی شو، چې یو مجهول د دې معادلې په کارونې سره پیدا کړو. په لاندېنۍ برخه کې ، د نورو څلورو مجهولونود قیمتونو د لاس ته راوړلو لپاره ، بېلابېلې طرېقې تشریح شوي دي. د ګاډر د مقطعې د محاسبې لپاره په تکراري توګه د لاندېنۍ نظریې معادلې کارېږي:

محاسبه یا ډیزاین = د ګاډر د مقطعې لپاره لومړني فرضیات+د پام وړ مقطعې د ورکړل شویو ارقامو او معلوم اتو لاندې محاسبه+ د سمون لپاره فرضیات+ د پام وړ مقطعې د تحلیلول + د سمون لپاره فرضیات +............ تر هغه چې د ګاډر د مقطعې لپاره محاسبې څخه د قناعت وړ لاسته راوړنه ولرو.

کـه څه هـم لـومړني فرضیات د ګاډر د مقطـعو لپاره کېدی شي چې، د (10.4- معادلې) او د محاسبه کوونکی انجنیر د تجویز پر بنسټ محاسبه شي ، خو د محاسبې او ډیزاین طرېقه په کې تکرارېږي. د اوسپنیز کانکرېټو په اړه پوهه او تجربه د لاسته راوړنې سره په ډېره کمه اندازه مرسته کوی ، خو د دې محاسبه کول او ډیزاین ډېر اغېزمن دي. محاسبه او ډیزاین هنر دی ، چې د علمیت او پوهې په شتون کې ترې ګټه اخیستل کېږي. هڅه او هاند باید وشي چې محاسبه او ډیزاین په ډېره اغېزمنه توګه بشپړه شي ، تر څو په پایله کې د پیل د نقطې څخه د ساختمان تر پایه پورې مقاوم او ساده وي ، چې د ساختمان دې ډول محاسبې او ډیزاین ته اغېزمن او بریالی ساختماني ډیزاین او محاسبه ویل کېږي.

لکه مخکې چې ترې یادونه وشوه ، پنځه مجهولونه او یوه ریاضیکي معادله د انحناء لپاره شتون لري. نو له دې کبله په ډېر شمېر مجهولونه د فرضیاتو له مخې پیدا کېږي. د فولادي سیخانو د تسلیمېدني مقاومت (f_y) کولی شو د یو لړ ستندرد قیمتونو له مخې : له

(240 MPa) میګا پاسکال څخه تر (420 MPa) میګا پاسکال پورې یا (40, 60, 75 ksi) کیلو پونډ پر انچ مربعه او (90 ksi)کیلو پونډ پر انچ مربعه انتخاب شي. همدا راز د فولادي سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت (f_y) انتخاب په بازار کې د پیدا کېدنې د بهېر پورې هم اړه لري. د بېلګې په توګه زمونږ په هېواد کې پخوا په ډېری سیمه ایز بازارونو کې د (f_y = 240 MPa) میګا پاسکال مقاومت لرونکي روسی سیخان پیدا کېده ، خو اوس په ډېری بازارونو کې (f_y = 420 MPa) میګا پاسکال او یا (f_y = 60ksi) پیدا کېږي او د امریکا په بازارونو کې سره له دې چې (f_y = 40ksi) لږ پیدا کېږي ، خو د(f_y = 60ksi) په عامه توګه ډېر زیات په هر ځای کې پیدا کېدونکي دي ، محتاط محاسبوونکي انجنیران باید په محاسبه کې په ډېره پیمانه د فولادي سیخانو د تسلیمېدنې هغه مقاومت په پام کې ونیسي ، چې په بازار کې ډېر پیدا کېږي. د فولادي سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت په قبلونې سره د محاسبې او ډیزاین لومړنۍ یوه برخه فرضېږي ، او په دې سره د مجهولونو شمېر له پنځو څخه ، څلورو ته راټیټېږي.

د فولادي سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت د انتخابېدنې طریقه ، هم کولی شو د کانکرېټو د فشاري مقاومت (f'_c) د انتخابېدنې لپاره وکاروو. په بازار کې د پیدا کېدنې پربنسټ انجنیر کولی شي ، چې د کانکرېټو د فشاري مقاومت (f'_c) په فرضی ډول غوره کړي ، همدا راز د تحلیل په پایله کې (f'_c)کېدی شي اصلاح کړي. په ټیپیک ډول سره د(f'_c) قیمت له(17 MPa) میګا پاسکال څخه تر (25 MPa) میګا پاسکال پورې یا له(2,500psi) پونډ پر انچ مربعه ، څخه تر (6,000psi) پونډ پر انچ مربعه پورې او په ځانګړې حالتونو کې تر(30 MPa) میګاپاسکال څخه تر (35 MPa) میګاپاسکال پورې او په ډېری هېوادونو کې له (7,000psi) پونډ پر انچ مربعه یا تر (8,000psi) پونډ پر انچ مربعه پورې کارول کېږي. د(f'_c) نور قیمتونه انجنیران کولی شي ، د مناسب تجویز له مخې غوره کړي. د($f'c$) قیمت په غوره کولو سره و مجهولونو شمېر درېو ته راټیټېږي. د پوښښ تختواو تهدابونو لپاره (f'_c = 17 – 20 MPa) پورې او یا هم (f'_c = 2,500 – 3,000psi) قبلېږي. د (ACI Code) د غوښتنې له مخې د کوچنیو کچې یا سایز لرونکو پروژو لپاره د کانکرېټو فشاري مقاومت(f'_c = 28 MPa) یا (f'_c = 4,000psi) قبلېږي.

د پــروژو د غـــوښتنې (د اوږدو ودانیــو) لپاره ، د کانکرېټو د فشاري مقاومت ځانګړې شوی دی او کېدی شي چې تر ($f'_c = 41MPa$) یا ($f'_c = 6,000psi$) پورې ډېر شي.

سربېره پر دې ، د محاسبې او ډیزاین د اقتصادیوالي او اغېزمنتیا لپاره ، لاندېنۍ معادلې د محاسبه کوونکو په واسطه په پام کې نیول کېږي:

$h / b = 1.5 – 2$ یا $b / h = 1/ 2 – 2 / 3$……………..…….(25.4)

د(25.4) معادلې په کارونې سره د د ګاډر د مقطعې د کوږوالي (انحناء) د محاسبې لپاره د معادلو شمېر دوو ته لوړېږي ، سره له دې چې د پاتې شویو مجهولونو شمېر درې دی. د دې معما د حل لپاره د نومينالي مقاومت فکتور (R_n) کولی شو وکاروو. د دې معادلې اقتباس په لاندې ډول ښودل شوی دی:

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

همداراز د (1.4) معادله هم کاروو: $\rho = A_s/bd$ نو په

لاس راځي چې: $M_n = \rho.b.d.\, f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)$ د (3.4)

معادله هم کاروو:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85f'_c b} = \frac{\rho b d f_y}{0.85f'_c b} = \frac{\rho d f_y}{0.85f'_c}$$

نو:

$$M_n = \rho.b.d.\, f_y. \left(d - \frac{\rho f_y}{1.7f'_c}\right) \Rightarrow \frac{M_n}{bd^2} = \left(1 - \frac{\rho f_y}{1.7f'_c}\right)$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2}$$

$$R_n = \rho.\, f_y. \left(1 - \frac{\rho f_y}{1.7f'_c}\right) \quad \ldots\ldots (26.4)$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] \quad \ldots\ldots (27.4)$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}}\right) \quad \ldots\ldots (28.4)$$

د (26.4) ،(27.4) او (28.4) معادلو څخه څرګندېږي چې (ρ) د (R_n) سره اړیکې لري او د موادو د خواصو (f'_c) او (f_y) او همدارنګه د ګاډر د مقطعې د خپلو اکه ابعادو یانې د (b) او (d) تابع دی. د فولادي سیخانو مساحت (A_s) د دې فصل په راتلوونکو برخو کې تشریح شوي دي ، (R_n) د ګاډر په محاسبه کې ډېر مهم رول لوبوي. د (26.4) ،(27.4) او (28.4) معادلو په کارونې سره د کارېدونکو معادلو شمېر درېو ته ډېرېږي ، چې د مجهولونو د شمېر سره برابرېږي ، نو په پایله کې د ګاډر د محاسبه کولو امکانات برابرېږي. (R_n) یو ازې د مستطیلي ډوله مقطعې لرونکو ګاډرونو لپاره د (26.4) ،(27.4) او (28.4) معادلو په فرضولو سره کارول کېږي [320-540:8].

(R_n) د محاسبې او ډیزاین د مرسته کوونکې په توګه په پام کې نیول کېږي. چې په (4.25) معادله کې (R_n) د (f'_c)،(f_y) او(ρ) تابع دی. په کږېدنه یا انحناء (Bending) کې د اوسپنیز کانکرېټي ګاډر د مقطعې و د محاسبې لپاره دوه حالتونه شته چې په لاندې ډول ترې یادونه کېږي:

2- د مهندسۍ د طرحې له امله د ګاډر د مقطعې د معلومو ابعاد و لپاره محاسبه

د ساختمان انجنیر ته لازمه ده ، چې د(ρ) قیمت ، د فولادي سیخانو انتخاب او د ګاډر په مقطعې کې د کود د غوښتنې پر بنسټ جزیات او د سیخانو ځای په ځای کول سرته رسوي. د ګاډر د مقطعې لپاره د سیخانو انتخابو باید مناسب او وړ جوړونه کې اسانتیاوې رامنځته کړي . د تجربو له مخې د کانکرېټو محاسبه د دې حالت لپاره ډېره مهمه ده. یو داچې په مقطعې کې د ډېر شمېر سیخانو د کارولو د مخنیوي وشي (لکه 20 سیخان)، پرته د لازمې او اړینو سیخانو څخه ، په کششي ساحه کې د سیخبندۍ لپاره د سیخانو اصغري شمېر او اصغري کچه یا سایز په ترتیب سره دوه او(12mm) ملي متره یا (4 #) نمبر دی. بله دا هم چې د ګاډر د مقطعې لپاره په مناسبه کچه یا سایز سیخان وکارول شي (لکه په 300mm x 375mm یا 12 x15inch انچه اندازې لرونکی ګاډر مقطعې لپاره د50mm ملي متره یا 18# نمبر سیخانو کارول د واقیعیت څخه لرې ده) . بله هم ده چې د ګاډر په مقطعې کې د ډېر بېلا بېل ډوله یا سایزه سیخانو د کارولو څخه باید ډه ډه وشي د

(ACI 318) کود د کششي کوږوالي (انحنايي) سیخبندۍ لپاره د دوو بېلا بېل ډول یا سایز سیخانو ځای په ځای کول مجاز ګڼلې دي. سر بېره پر دې ، د دوو څخه د ډېرو بېلا بېل ډولو یا سایزونو سیخان (لکه (12mm)، (16mm) او (18mm) او یا هم (20mm)، (25mm) او (30mm) یې مجاز ګڼلې ، خو (12mm) ، (18mm) او (16mm) او یا هم (30mm) ، (18mm) او (34mm) یې نه دې مجاز کړي). فولادي سیخا اړینه ده ، چې د همدې مرکزي لیکي ته په متناظره توګه ځای په ځای شي. په مقطعې کې د سیخانو د ځای په ځاي کولو تفصیل او جزیات هم د ساختمان د جوړېدنې اسانتیاوو لپاره ډېر اړین او مهم دي ، چې په دې کې محاسبه کوونکی انجنیر بنسټیز رول لري [9:137-129].

3- د ګاډر د مقطعې د نا معلومو یا مجهولو ابعادو لپاره محاسبه

د ساختمان انجنیر مجبور دی ، چې د(ρ) قیمت ، د فولادي سیخانو د انتخاب لپاره په محاسبه کې اقتصادیوالی او اغېزمنتیا په پام کې ونیسي. د(ρ) لپاره د ټولو کارېدونکو قیمتونو څخه د ($\rho_b/2$) او ($0.2f'_c / f_y$) قیمتونو پر بنسټ د(ρ) قیمت غوره کېږي ، نو د ګاډر اندازې یا ابعاد (b) او (h) او د سیخانو د ځای په ځای کولو تفصیل او جزیات کولی شو ، د پورتنیو تشریحاتو له مخې پیدا کړو. د (4.22) معادلې د ګاډر د مقطعې د اغېزمنې محاسبې د لاسته راوړنې لپاره ډېره مرسته کوونکې ده. د (b) او (h) د مناسبو قیمتونو انتخابول د ساختمان د کارېدنې لپاره ډېر اړین دي.

له پورته یادو شویو دواړه حالتونو څخه، باید په طبیعي ډول ، په خپل ماهیت ترې داسې ګټه واخیستل شي ، چې د ګاډر د عرضي مقطعې د محاسبې او ډیزاین د ښه کولو او ساده کولو لپاره ډېر اغېزمن وي. سر بېره پر دې د پورتنیو دواړه یادو شویو حالتونو لپاره کولی شو ،چې (25.4) ،(26.4) او (27.4) معادلې وکاروو. دا حالتونه په تفصیل سره په لاندېنیو برخو کې تشریح او توضیح شوي دي.

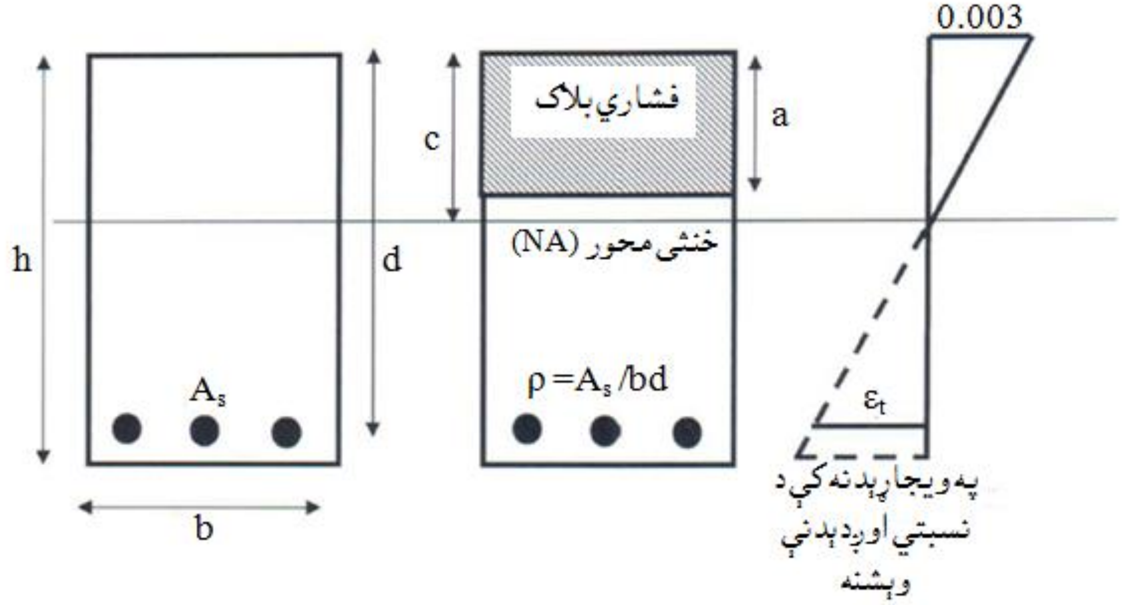
دیادولو وړ ده چې یاده شوې طریقه په کوږوالي (انحناء) کې د ګاډر د مقطعې د محاسبې لپاره یوازېنۍ طریقه نه ده ، بلکې انجنیران کولی شي د محاسبې لپاره نورې طریقې هم وکاروي ، پرته له دې د نورو طریقو په منلو او کارولو سره کېدی شي د کود او سټنډرد ټولې غوښتنې بشپړې او حتماً لاندېنۍ معادله باید صدق کړي:

$$\phi M_n \geq M_u \quad (29.4)$$

لکه مخکې چې ترې یادونه وشوه ، د (26.4) ،(27.4) او (28.4) معادلو پورې د کارول په ځای کېدی شي ، چې جدولونه هم وکارېږي. هر جدول د (f'_c) او (f_y) د قیمتونو له مخې ځانګړې شوی او مشخص شوي دي. همداراز د (R_n) قیمت د(ρ) قیمت پورې تابع دی، چې په جدولونو کې د (f'_c) داود (f_y) د قیمتونو لپاره ځای په ځای شوي دي [85-139:10].

4- د کوږوالي (انحناء) لاندې د اوسپنیز کانکرېټي ګاډر د مقطع لپاره د محاسبې کړنلاره

(Design Procedures for Reinforced Concrete Beam Sections under Bending)



16.4- د یو ګونې سیخبندي شوي ګاډر د مقطعې محاسبه [83: 9].

(الف) - لومړی حالت: کله چې د ګاډر ابعادله مخکې څخه پیدا شوي وي

معلوم ارقام:

1- د موادو ځانګړتیاې لکه (f'_c) او (f_y).

2- د ګاډر د عرضي مقطعې ابعاد (b او d).

3- د ګاډر بڼه او بارېدنه.

لمړی قدم: د ګاډر د خپل وزن په ګډون د (M_n) د قیمت پیدا کول.

دویم قدم : د (M_n) د قیمت پیدا کوو او($\phi = 0.90$) دفرضوو. د دې لپاره چې ($\phi M_n \geq M_u$) په لاس راوړو نو $M_n = (M_n)_{min} = M_u / \phi$ قبلوو.

دریم قدم : د لاندېنیو معادلو پربنسټ د ګاډر د مقطعې فعاله ارتفاع (d) قیمت په اټکلي توګه پیدا کوو: $d = h - (62.5 - 75mm)$ د یو قطاریا لایې (Layer) فولادي سیخانو په شتون کې او $d = h - (100 - 125\ mm)$ د دوه قطارونویا لایو (Layers) فولادي سیخانو په شتون کې.

څلورم قدم : په لاندېني ډول د (R_n) قیمت پیدا کوو: $R_n = \frac{M_n}{bd^2}$

پنځم قدم: د لاندېنیو معادلو پر بنسټ د سیخبندۍ د نسبت (ρ) قیمت محاسبه کوو:

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right]$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}}\right)$$

او یا د جدولونو څخه د(ρ) قیمت پیدا کوو .

شپږم قدم : د لاندېنيۍ معادلې پر بنسټ د سیخانو اړین مساحت (As) قیمت محاسبه کوو: $\rho = A_s/bd$

اووم قدم : داړینو سیخانو غوره کول او دهغوې د ګاډر په مقطعې کې ځا په ځای کول.

اتم قدم : د شپږم فصل د کړنلارې او طریقې په پام کې نیول و سره د ګاډر د تحلیل سرته رسول ، ترڅو دهغې په واسطه د (ϕM_n) قیمت پیداشي ، چې د لاندېنۍ معادله د تصدق کړي:

$$\phi M_n \geq M_u$$

دلته (M_u) په لومړي قدم کې په لاس راځي.

نهم قدم : د لومړي قدم څخه تر اتم قدم پورې ، تکراریدنه تر هغه بریده سرته رسیږي ، ترڅو د ګاډر د مقطعې لپاره قناعت بښوونکی محاسبه او ډیزاین لاسته راوړو.

(ب) - دویم حالت: کله چې د ګاډر د مقطعې ابعاد نامعلوم وي

معلوم ارقام:

1- د موادو ځانګړتیاوې لکه (f'_c) او (f_y).

2- د ګاډر بڼه او باریدنه.

لمړی قدم : د ګاډر د ارتفاع ($h > hmin$) د ټاکنې لپاره د (4.4- جدول) څخه ګټه اخلو ، چې په ګاډرونو کې د دکود په واسطه د کږوپېدنې (deflection) له مخې محدوده شوې ده.

دویم قدم: د لاندېنۍ معادلې پر بنسټ د (b) قیمت فرضوو:

د $b = h/2$ څخه تر $b = h/1.5$ پورې قبلیږي.

دریم قدم : د ګاډر د خپل وزن قیمت په لاس راوړو :

د ګاډر خپل وزن = $(h/12) \times (b/12) \times (0.15) k/ft^3$

څلورم قدم : د پنځم فصل په شانته د ګاډر د خپل وزن په ګډون د (M_u) قیمت پیدا کیږي.

پنځم قدم : د (M_n) د قیمت پیدا کوو او ($\phi = 0.90$) د فرضوو. د دې لپاره چې

$\phi M_n \geq M_u$ په لاس راوړو نو $M_n = (M_n)_{min} = M_u / \phi$ قبلوو .

شپږم قدم: د اغېزمن ډیزاین لپاره د (ρ) د قیمت فرضوو(د $\rho = \rho_b / 2$ یا $\rho = 0.18 f'_c / f_y$)

اووم قدم : په لاندنې ډول د (R_n) قیمت پیدا کوو:

$$R_n = \rho . f_y . (1 - \rho . f_y / 1.7 f'_c)$$

اتم قدم : په لاندنې ډول د (bd^2) قیمت پیدا کوو:

$$bd^2 = M_n / R_n$$

نهم قدم: د صحیح قیمت د پیداکولو لپاره د هڅې په طریقې د (b) او د(d) قیمتونو بیا غوره کي . ډېر ښه قیمتونه په لاندې ډول فرضیږی:

د $(h/b) = 1.5 – 2$ پورې یا $(d + 3) / b = 1.5 – 2$ پورې.

لسم قدم: د لاندېنیو معادلو پربنسټ د ګاډر د مقطعې فعاله ارتفاع (h) قیمت په اټکلي توګه پیداکوو: $h = d + (62.5 – 75mm)$ د یو قطاریا لایی (Layer) فولادي سیخانو په شتون کې او $h = d + (100 – 125\ inch)$ د دوه قطارونو یا لایو (Layers) فولادي سیخانو په شتون کې.

یوولسم قدم : که چېرې د (b) او (h) په لاس راغلي قیمتونه چې په نهم او لسم قدمونو سره سره یو شانته یا نږدې وي ، نو د لومړي قدم څخه تر دولسم قدم پورې فرض شوي قیمتونه صحیح دي او که نه ، نو د لومړي قدم څخه تر لسم قدم پورې محاسبه له سره تکرارېږي او د (b) او (h) قیمتونه په لسم قدم کې محاسبه کېږي.

دولسم قدم: د لاندېنۍ معادلې پر بنسټ د سیخانو اړین مساحت (A_s) قیمت محاسبه کوو:

$$\rho = A_s/bd$$

دیارلسم قدم : داړینو سیخانو غوره کول او دهغوې د ګاډر په مقطعې کې ځا په ځای کول.

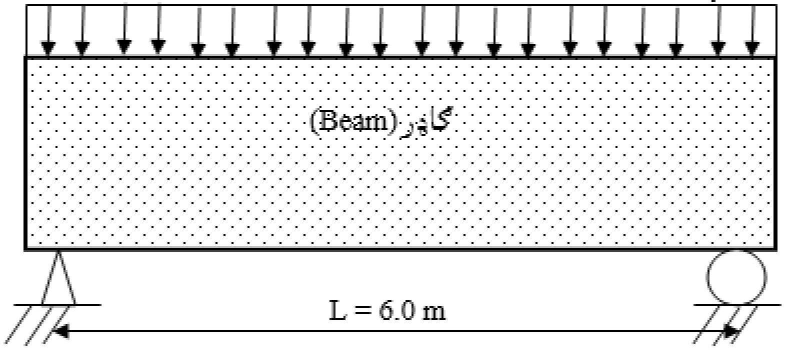
څوارلسم قدم : د ګاډر د تحلیل د کړنلارې سره سم د ګاډر د مقطعې تحلیل سرته رسیږي ، تر څو دهغې په واسطه د (ϕM_n) قیمت پیدا شي ، چې لاندېنۍ معادله د تصدق کړي:

$$\phi M_n \geq M_u$$

دلته (M_u) په لومړي قدم کې په لاس راځي.

پنځلسم قدم: له لومړي قدم څخه تر څوارلسم قدم پورې ، تکرارېدنه تر هغه بریده سرته رسیږي ، تر څو د ګاډر د مقطعې لپاره قناعت ببنوونکي محاسبه او ډیزاین په لاس راوړل شي.

5.4- مثال: په لاندېني شکل کې ښودل شوی او سپنيز کانکرېټي گاډرلپاره د ورکړل شوي بار لاندې، په پام کې نيولو سره يوه مستطيلي مقطعه طرحه کړئ، که د کانکرېټو فشاري مقاومت (f'_c = 28 MPa) او (f_y = 350 MPa) قبول شوي وي.



حل: د گاډر د وزن د پيداکولو لپاره په اټکلي توگه د مړ او ژوندي بارونو د بې له ضريبه مجموعې له (10%) سلنې څخه تر (20%) سلنې پورې په پام کې نيول کېږي. داچې د گاډر وايه ډېره لويه نه ده (L = 6.0 m)، نو د گاډر وزن په اټکلي توگه مساوي کېږي په:

$$W_g = 10\% (W_D + W_L) = \left(\frac{10}{100}\right) x (40 + 22) = 6.2 \text{ KN/m}$$

همداراز د گاډر د مقطعې لپاره کېدی شي، چې د مقطعې ارتفاع (h) د وايې د اوږدوالي د (L) لـه (8%) سلنې څخه تر (10%) سلنې پورې او د مقطعې عرض (b = 0.6h) په پام کې ونيول شي. نو له دې امله د گاډر د مقطعې ابعاد په لاندې ډول پيداکوو:

$$h = 10\% L = \left(\frac{10}{100}\right) x (6000) = 600 \text{ mm}$$

$$b = 0.6h = 0.6 x 600 = 360 \text{ mm}$$

اوس د گاډر د مقطعې د اټکل شويو ابعادو له مخې د هغې وزن په لاندې ډول پيداکوو:

$$W_g = b x h x \gamma = 0.36 x 0.60 x 2.4 = 5.2 \text{ KN/m}$$

په پورتني فورمول کې د کانکرېټو حجمي وزن (γ = 24 KN/m^3) په پام کې نيول شوی دی.

په گاډر باندې ضريبي شوی بار په لاندې ډول پيداکېږي:

$$W_U = 1.2 (W_D + W_g) + 1.6 W_L = 1.2 x (40 + 5.2) + 1.6 x 22 = 89.44 \text{ KN/m}$$

دا چې ګاډر ساده اتکاء لري ، نو له دې امله یې د کوږوالي یا انحنایي مومنټ په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$M_{max} = \frac{W_U L^2}{8} = \frac{89.44\ (6.0)^2}{8} = 402.50\ KN.\ m$$

په مقطعې کې د بارېدنې د اغېزې له مله په لاس راغلي کوږوالي مومنټ لپاره ، دګاډر په کششي ساحه کې ، د فولادي سیخانو د سیخبندۍ نسبت ، په مقطعې کې د سخبندۍ د متعادل نسبت ($\rho = \rho_b/2$) له مخې په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$\rho = \rho_b/2\ ;\ \rho_b = \left(\frac{0.003E_s}{0.003E_s + f_y}\right)\left(\frac{0.85f'_c\beta_1}{f_y}\right)$$

$$\rho_b = \left(\frac{0.003x\ 0.2\ x\ 10^6}{0.003x\ 0.2\ x\ 10^6 + 350}\right)\left(\frac{0.85\ x\ 28\ x\ 0.85}{350}\right) = \left(\frac{600}{950}\right)(0.0578) = 0.0365$$

اویا هم:

$$\rho_b = 0.85\beta_1\left(\frac{f'_c}{f_y}\right)\left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = (0.85\ x\ 0.85)\left(\frac{28}{350}\right)\left(\frac{600}{600+350}\right) = 0.0365$$

$$\rho = \rho_b/2 = 0.0365/2 = 0.0183;\ \rho = 0.0183 = 1.83\%$$

د (ρ) د قیمت د پیدا کولو لپاره د (β_1) قیمت (0.85) قبلوو ، دا ځکه چې (f'_c = 28MPa) دی.

اوس د (ρ = 0.0183) قیمت له مخې د (4.23- فورمول) په واسطه د (R_n) قیمت پیدا کوو :

$$R_n = \rho.\ f_y.\left(1 - \frac{\rho f_y}{1.7f'_c}\right) = 0.0183\ x\ 350\ x\left(1 - \frac{0.0183\ x\ 350}{1.7\ x\ 28}\right) = 6.02\ MPa$$

او همدارازد (εt) قیمت دلاندېنې د(4.12) فورمول په واسطه پیدا کوو :

$$\varepsilon_t = 0.003.\left(\frac{0.85f'_c\beta_1}{\rho f_y - 1}\right) = 0.003\ x\left(\frac{0.85x\ 28\ x\ 0.85}{0.0183\ x\ 350\ -1}\right) = 0.003\ x\left(\frac{20.23}{5.405}\right)$$

$$\varepsilon_t = 0.0112 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.90$$

د پورتنیو په لاس راغلو قیمتونو له مخې د (bd^2)قیمت په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$bd^2 = M_n/R_n = (M_u/\ \phi)/R_n = (402.50\ x\ 10^6/0.9)/6.02 = 74{,}289{,}406mm^3.$$

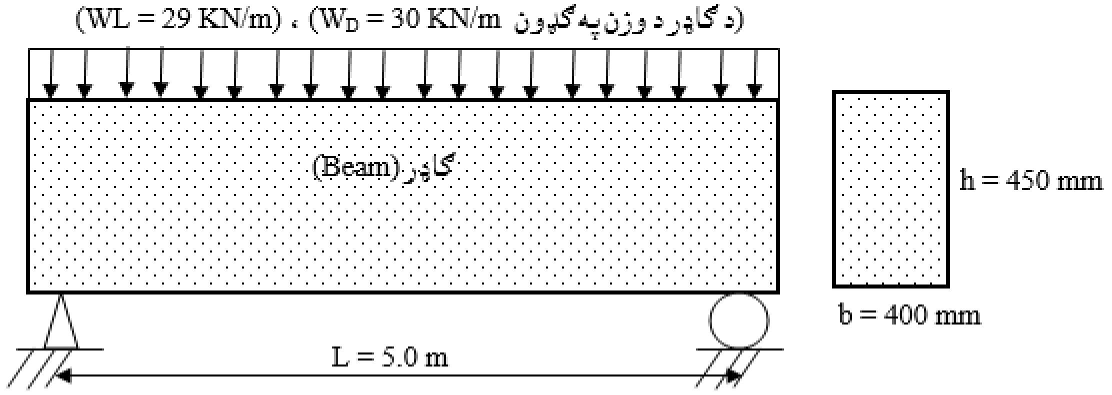
د (d/b = 1.5) له مخې (d = 1.5b) کېږي او د مقطعې عرض په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$bd^2 = (b)\ (1.5b)^2 = 74{,}289{,}406mm^3 \Rightarrow b = 370mm,\ d = 555mm$$

$$h = d + cover = 555 + 65 = 620\ mm$$

داچې په پیل کې د ګاډر د مقطعې ابعاد (600 mm x 360 mm) فرض شوي وه ،اوس د محاسبې له مخې د ګاډر د مقطعې ابعاد (620mm x 370 mm) یا نې د ګاډر ارتفاع (h = 620 mm) او د ګاډر عرض (b = 370 mm) فرضوو.

6.4- مثال: په لاندېنې شکل کې ښودل شوی او سپنیز کانکرېټي ګاډر محاسبه کړئ ، که د هغې لپاره (37.5mm) ملي متره خالصه محافظوي طبقه (Clear Cover) په پام کې نیول شوې وي او همدارنګه د کانکرېټو فشاري مقاومت (f'_c = 25 MPa) او (f_y = 420 MPa) قبول شوي وي.



حل: د ګاډر ابعاد د لومړی حالت په شان ورکړل شوي دي.

$W_U = 1.2\ W_D + W_L = 1.2 \times 30 + 1.6 \times 20 = 68.0$ KN/m

$M_U = W_U\ .\ L^2/8 = 68 \times (5)^2/8 = 212.5$ KN. m

$M_n = M_{nmin} = M_U/\phi = 212.5/0.9 = 236.111$ KN. m,

$d = h - cover = 450 - 62.5 = 387.5$ mm

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{236.111 \times 10^6}{400 \times (387.5)^2} = 3.93\ N.$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right]$$

$$\rho = \frac{0.85 \times 25}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \times 3.93}{0.85 \times 25}}\right)\right] = 0.0506 \times 0.2062 = 0.0104$$

اویا هم:

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 25} = 19.765$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2mR_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{19.765}\left(1-\sqrt{1-\frac{2 \times 19.765 \times 3.93}{420}}\right) = 0.0104$$

$\rho = 0.0104$

$A_s = \rho\, bd = 0.0104 \times 400 \times 387.5 = 1{,}612\ m^2$

دګاډر په مقطعې کې (25 mm) قطر لرونکي سیخان په پام کې نیسو چې د یو قطر سیخ مساحت یې مساوي کېږي په:

$$A_b = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (25)^2}{4} = 491\ mm^2$$

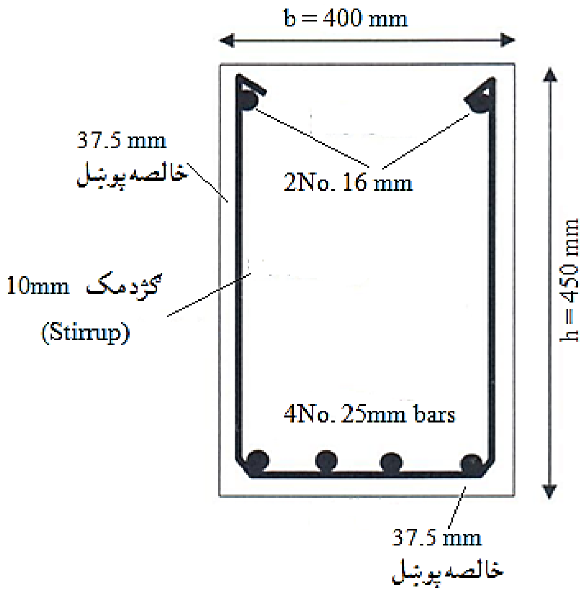
په ګاډر کې د سیخانو شمېر مساوي کېږي په:

$$\text{No. of steel bars} = \frac{A_s}{A_b} = \frac{1{,}612}{491} = 3.3\ \text{Nos} \approx 4\ \text{Nos}$$

څلور (25mm) قطر لرونکي سیخان او د ګڼډمکونو لپاره (10 mm) قطر لرونکي سیخان کارول کېږي.

اوس د ګاډر د مقطعې ورته ارزوو:

د ګاډر په مقطعې کې سیخان په لاندې ډول ځای په ځای کېږي:



اوس د ګاډر مقطعه ارزوو:

د (a) قیمت د لاندېني فورمول په واسطه پیدا کوو:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{1{,}962.5 \times 420}{0.85 \times 25 \times 400} = 96.97\ mm \approx 97\ mm$$

قطر (25 mm) د ($A_s = 4\,\frac{\pi d^2}{4} = 4 \times \frac{\pi(25)^2}{4} = 1,962.5\ mm^2$) دلته لرونکو سیخانو مساحت دی.

څرنگه چې ($f'_c = 25$ MPa) دي ، نو ($\beta 1 = 0.85$) قبلېږي ، د (C) قیمت په لاندې ډول پیدا کوو:

$$C = a / \beta_1 = 97 / 0.85 = 114\ mm$$

د(ε_t) قیمت په لاس راوړو:

$$\varepsilon_t = \frac{0.003 \times (d-c)}{c} = \frac{0.003 \times (387.5-114)}{114} = 0.0072$$

دا چې ($\varepsilon_t = 0.0072 > 0.005$) دی ، نو په مقطعې کې د کود له مخې($\phi = 0.9$) قبلېږي.

اوس سیخبندۍ نسبت ارزوو : $\rho > \rho_{min}$

$$\rho = A_s/bd = 1,962.5 / (400 \times 387.5) = 0.0127$$

$$\rho_{min1} = 0.25 \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}\right) = 0.25 \times \left(\frac{\sqrt{25}}{420}\right) = 0.003$$

$$\rho_{min2} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{420} = 0.0033$$

له پورتنۍ محاسبې څخه په لاس راغلو چې ($\rho = 0.0127$) د (ρ_{min1}) او(ρ_{min2}) د قیمتونو څخه لوی دی ، نو $\rho > \rho_{min}$ کېږي .

نو نومینالي کوږوالي یا انحنایي مومنټ په لاندې ډول پیدا کوو :

$$M_n = A_s f_y\,(d - \frac{a}{2}) = 1,962.5 \times 420 \times (387.5 - \frac{97}{2})$$

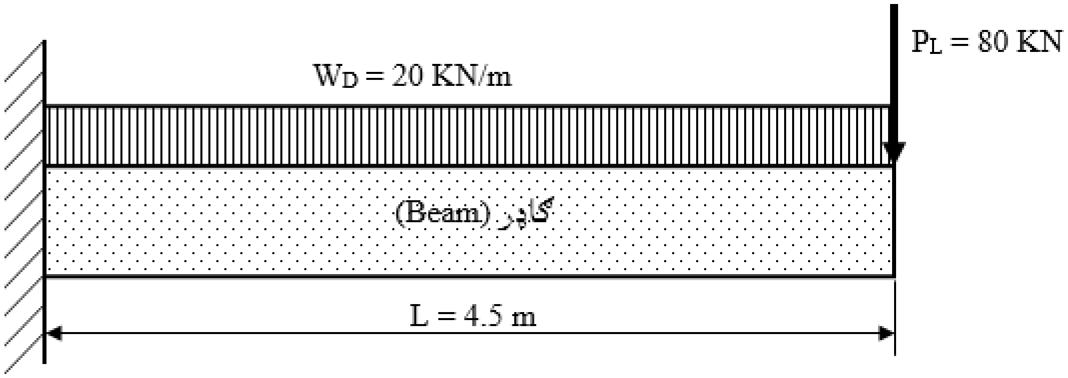
$$M_n = 279,420,750\ N.\ mm = 279.42\ KN.\ m$$

اوس د (M_u) او(ϕM_n) د قیمتونو سره پرتله کوو :

$$\phi M_n = 0.9 \times 279.42 = 251.478\ KN.\ m > M_u = 212.5\ KN.\ m$$

پس څرگنده شوه چې د گاډر مقطعې ه بشپړه وړتیا لري.

7.4- مثال : په لاندېنـي شــکل کې ښــودل شــوی اوســپنيز کانکــرېټي کانټيليورګاډر (Cantilever Beam) محــاسبه کړئ ، که د هغې لپاره (50 mm) ملي متره خالصه محافظوي طبقه په پام کې نيـول شوی وي او همدارازد کانکرېټو فشاري مقاومت ($f'_c = 25$ MPa) او ($f_y = 420$ MPa) قبول شوي وي. او همدارازد ګاډر ابعاد نا معلومه يا مجهوله وی.



حل:داچې د ګاډر د مقطعې لپاره ابعاد نه دي ورکړل شوي. نو د (4.4- جدول) پر بنسټ د کانټيليورګاډر د مقطعې لپاره ارتفاع بايد چې د ($h_{min} = \frac{L}{8}$) او عرض (b/h = 1/2 - 2/3) پورې په پام کې نيول کېږي ، نو د پورتنيو معلوماتو له مخې د ګاډر د مقطعې او عرض اندازې په لاندې ډول فرضوو :

$$h = L / 8 = 4500 / 8 = 562.5 \text{ mm} \approx 600 \text{ mm}$$

$$b/h = 1/2 - 2/3 \Rightarrow b = (1/2 – 2/3)\, h \Rightarrow b = 0.6 \times 600 = 360 \text{ mm}$$

د کانکرېټو د (24 KN/m^3) حجمي وزن په پام کې نيولو سره د ګاډر خپل وزن مساوي کېږي په:

$$W_g = (0.6 \times 0.36) \times 24 = 5.2 \text{ KN/m.}$$

دا چې دا ګاډر يو لوري ته سخت دی ، نو دبحراني مقطعې لپاره يې نهايي کوږوالي (انخنايي) مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_u = 1.2M_D + 1.6M_L$$

$$M_u = 1.2\,(20 + 5.2) \times (4.5)^2/2 + 1.6 \times 80 \times 4.5 = 306.2 + 576$$

$$M_u = 882.2 \text{ KN.m}$$

اوس د ګاډر لپاره د سيخانو د سيخبندۍ نسبت د ($\rho = \rho_b/2$) له مخې پيدا کوو:

$$\rho = \rho_b/2$$

$$\rho_b = \left(\frac{0.003E_s}{0.003E_s + f_y}\right)\left(\frac{0.85f'_c\beta_1}{f_y}\right)$$

$$\rho_b = \left(\frac{0.003 \text{ x } 0.2 \text{ x } 10^6}{0.003 \text{ x } 0.2 \text{ x } 10^6 + 420}\right)\left(\frac{0.85 \text{ x } 25 \text{ x } 0.85}{420}\right) = \left(\frac{600}{1020}\right)(0.043) = 0.0253$$

اویا هم:

$$\rho_b = 0.85\beta_1\left(\frac{f'_c}{f_y}\right)\left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = (0.85 \text{ x } 0.85)\left(\frac{25}{420}\right)\left(\frac{600}{600 + 420}\right) = 0.0253$$

$\rho = \rho_b/2 = 0.0253/2 = 0.0127;\ \rho = 0.0127 = 1.26\%$

د (ρ) د قیمت د پیداکولو لپاره د (β_1) قیمت (0.85) قبلوو، دا ځکه چې (f'_c = 25MPa) دی.

اوس د (ρ = 0.0127) قیمت له مخې د (4.23- فورمول) په واسطه د (R_n) قیمت پیداکوو:

$$R_n = \rho.\ f_y.\left(1 - \frac{\rho f_y}{1.7f'_c}\right) = 0.0127 \text{ x } 420 \text{ x } \left(1 - \frac{0.0127 \text{ x } 420}{1.7 \text{ x } 25}\right) = 4.665 \text{ MPa}$$

او همدارازد (ε_t) قیمت دلاندېني د(4.12) فورمول په واسطه پیداکوو:

$$\varepsilon_t = 0.003.\left(\frac{0.85f'_c\beta_1}{\rho f_y - 1}\right) = 0.003 \text{ x } \left(\frac{0.85 \text{x } 25 \text{ x } 0.85}{0.0127 \text{ x } 420 - 1}\right) = 0.003 \text{ x } \left(\frac{18.0625}{4.334}\right)$$

$\varepsilon_t = 0.013 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.90$

دپورتنیو په لاس راغلو قیمتونو له مخې د (bd^2)قیمت په لاندې ډول په لاس راوړو:

$bd^2 = M_n/R_n = (M_u/\ \phi)/R_n = (882.2 \text{ x } 10^6/0.9)/4.665 = 210{,}122{,}663mm^3$.

نو فعاله ارتفاع په لاندې ډول پیداکوو:

$b = 360$ mm, $d = \sqrt{\frac{210{,}122{,}663}{360}}\ (12.195/16)^{1/2} = 764 \text{ mm} \approx 770 \text{ mm}$.

داچې په پیل کې د ګاډر د مقطعې ابعاد (600 mm x 360 mm) فرض شوي و، اوس د محاسبې د ګاډر د مقطعې ابعاد (770mm x 400 mm) یا نې د ګاډر ارتفاع (h = 770 mm) او د ګاډر عرض (b = 400 mm) فرضوو. نو د دې ابعادو له مخې د ګاډر خپل وزن په لاندې دول پیداکوو:

$W_g = (0.77 \text{ x } 0.40) \text{ x } 24 = 7.4$ KN/m.

نهایي کوږوالي (انخنایي) مومنټ مساوي کېږي په:

$M_u = 1.2M_D + 1.6M_L$

$M_u = 1.2\ (20 + 7.4) \text{ x } (4.5)^2/2 + 1.6 \text{ x } 80 \text{ x } 4.5 = 332.91 + 576 = 909$ KN.m

M_u = 909 KN.m

د سیخانو مساحت پیدا کوو او د هغې له مخې د کارېدونکو سیخانو شمېر او نهایي سیخانو مساحت په لاس راوړو:

d = 770 – 70 = 700 mm

A_s = 0.0127 x 400 x 700 = 3,556 mm^2.

که (25 mm) قطر سیخانو څخه ګټه واخیستل شي ، نو د یو قطر سیخ مساحت یې مساوي کېږي په:

$$A_b = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (25)^2}{4} = 491 \text{ mm}^2$$

په ګاډر کې د سیخانو شمېر مساوي کېږي په:

$$\text{No. of steel bars} = \frac{A_s}{A_b} = \frac{3{,}556}{491} = 7.24 \text{ Nos} \approx 8 \text{ Nos}$$

نو په ګاډر کې (8No. 25mm bars) سیخان ځای په ځای کوو ، چې مجموعي مساحت یې مساوي کېږي په:

A_s = 8 x 491 = 3,928 mm^2.

مخکې له دې چې په ګاډر کې سیخان ځای په ځای کړو ، په مقطعې ه کې د سیخانو تر منځ فاصله ارزوو ، چې په یوه قطار او یا دوه قطارونو کې سیخان ځای په ځای شي ، د سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو:

$X = (b – 2C_c – 2d_s – 8d_b)/7$ = (400 – 2 x 37.5 – 2 x 10 – 8 x 25) / 7 = 15mm

په ګاډر کې باید د سیخانو تر منځ فاصله په هیڅ وجه د سیخ د قطر (d_b = 25 mm) څخه لږه نه شي ، نو د سیخانو تر منځ فاصله (X = 15 mm) په لاس راغله ، نو له دې امله ، په ګاډر کې سیخان په دوو قطارونو کې ځای په ځای کوو.

په دوو قطارونو کې د سیخانو ترمنځ فاصله مساوي کېږي په:

$X = (b – 2C_c – 2d_s – 8d_b)/7$ = (400 – 2 x 37.5 – 2 x 10 – 4 x 25) / 3 = 68mm

همدا راز په فشاري ساحه کې د سیخانو مساحت مساوي کېږي په:

$A'_s = 10\% A_s$ = 0.1 x 3,928 = 393mm^2

که په فشاري ساحه کې (16 mm) قطر لرونکي سیخان وکارېږي ، نو د یو قطر سیخ مساحت یې مساوي کېږي په:

$$A_b = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (16)^2}{4} = 201 \text{ mm}^2$$

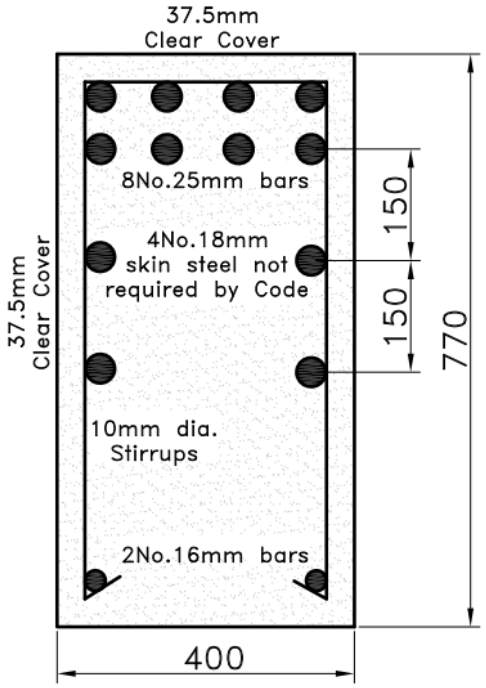
په ګاډر کې د سيخانو شمېر مساوي کېږي په:

No. of steel bars = $\frac{A_s}{A_b} = \frac{393}{201}$ = 1.955 Nos ≈ 2 Nos

په فشاري ساحه کې (2No. 16 mm bars) سيخان په پام کې نيول کېږي.

سره له دې چې د (ACI 318) کود د دې ګاډرد مقطعې له پاره د اړخ سيخان (Skin Reinforcement) نه توصيه کوی ، خو داچې د ګاډر ارتفاع (900mm) ملي متره ته نژدې (h = 770 mm) ده ، نو له دې کبله د اړخ سيخان په پام کې نيسو. نو اړينه ده ، چې د ګاډر په اړخونو کې هم سيخان په پام کې ونيول شي. د ګاډر په اړخ کې د سيخانو (Skine Reinforcement) مساحت ، د فعالو طولاني سيخانو د مساحت د نيمايي اندازې څخه ډېر نه شي. نو له همدې امله (4No. 18 mm bars) څلور سيخان چې قطر يې (18mm) دی ، دوه سيخان يو اړخ ته او دوه سيخان بل اړخ ته ، د فعالو طولاني سيخانو څخه د (150 mm) په فاصله يو له بل څخه په ګاډر کې ځای په ځای کېږي. چې مساحت يې مساوي کېږي په:

$A_{sk} = 4x\,\frac{\pi d^2}{4} = 4\,x\,\frac{\pi(18)^2}{4} = 1{,}018\ mm^2 < A_s/2 = 3{,}928\ /\ 2 = 1{,}964\ mm^2.$



د سیخانو له ځای په ځای کېدنې څخه وروسته د(M_n) قیمت په لاس راوړو ، چې د هغې له مخې مقطعې ه د کود د غوښتنې پر بنسټ د قبلولو وړ ده او که نه.

فعاله ارتفاع په لاندې ډول پیدا کوو:

$d = (A_{s1}.\ d_1 + A_{s2}.\ d_2)/\ (As_1 + A_{s2}) = (1{,}962.5 \times 710 + 1{,}962.5 \times 685)/3{,}925$

$d = 697.5\ mm$

د (a) قیمت د لاندېني فورمول په واسطه پیدا کوو :

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{3{,}925 \times 420}{0.85 \times 25 \times 400} = 193.94\ mm \approx 194\ mm$$

دلته ($A_s = 8\frac{\pi d^2}{4} = 8 \times \frac{\pi (25)^2}{4} = 3{,}925\ mm^2$) د (25 mm) قطر لرونکو سیخانو مساحت دی.

څرنګه چې ($f'_c = 25\ MPa$) دي ، نو ($\beta 1 = 0.85$) قبلېږي ، د (C) قیمت په لاندې ډول پیدا کوو:

$C = a / \beta_1 = 194 / 0.85 = 228\ mm$

د(ε_t) قیمت په لاس راوړو:

$$\varepsilon_t = \frac{0.003 \times (d-c)}{c} = \frac{0.003 \times (697.5-228)}{228} = 0.0062$$

دا چې ($\varepsilon_t = 0.0062 > 0.005$) دی ، نو په مقطعې ه کې د کود له مخې($\phi = 0.9$) قبلېږي.

اوس سیخبندۍ نسبت ارزوو : $\rho > \rho_{min}$

$\rho = A_s/bd = 3{,}925 / (400 \times 697.5) = 0.014$

$$\rho_{min1} = 0.25\left(\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}\right) = 0.25 \times \left(\frac{\sqrt{25}}{420}\right) = 0.003;\ \rho_{min2} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{420} = 0.0033$$

د پورتنۍ محاسبې څخه په لاس راغلو چې ($\rho = 0.014$) د (ρ_{min1}) او(ρ_{min2}) د قیمتونو څخه لوي دی ، نو ($\rho = 0.014 > \rho_{min} = 0.0033$) کېږي .

نو نومینالي کوږوالي یا انحنایي مومنټ په لاندې ډول پیدا کوو :

$$M_n = A_s f_y\,(d - \frac{a}{2}) = 3{,}925 \times 420 \times (697.5 - \frac{194}{2}) = 990\ KN.\ m$$

اوس د (M_u) او(ϕM_n) د قیمتونو سره پرتله کوو :

$\phi M_n = 0.9 \times 990 = 891\ KN.\ m > M_u = 212.5\ KN.\ m$

پس څرګنده شوه چې د ګاډر مقطعې ه بشپړه وړتیا لري.

لــــنـــډيــــز

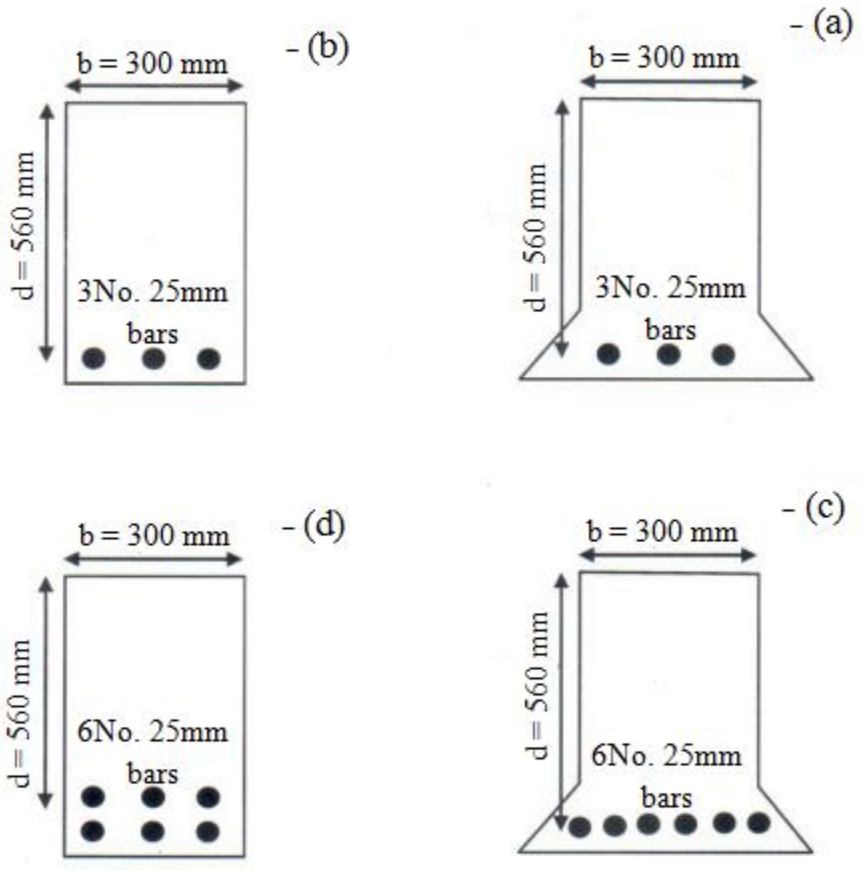
په دې فصل کې په کوږوالي کې د کږېدونکويا انحنايي اجزاو خواص (د مقطعې ارتجاعي خواص، د کانکرېټو په درزکېدنه کې ارتجاعي خواص، غير ارتجاعي خواص اوپه کږېدنه ياانحناء کې ويجاړېدنه) تر مطالعې لاندې نيول شوي دي . همداراز د اوسپنيزکانکرېټو د کوږوالي ياانحنايي ويجاړېدنې خواصو ساده تحليل ،د اوسپنيز کانکرېټي ګاډرونو تحليل او محاسبه ، د ګاډر د سيخبندۍ نسبت ، د سيخبندۍ د نسبت تعادل کـول ، د سيخبندۍ اعظمي او اصغري نسبت ، د اوسپنيز کانکرېټي ګاډرجزيات چې په هغې کې په اوسبنېزکانکرېټي ګاډر کې دفولادي سيخانو له پاسه د کانکرېټوپوښل يا محافظوي طبقه ، د فولادي سيخانو تر منځ فاصله په تفصيل سره توضيح شوي دي.

ځينو حالتونو کې په ګاډرونو کې د ځاى په ځاى کېدونکو فولادي سيخانو د کچې توپيرکوي ،د ګڅدمکونود کږولو ،د ګاډر کږوپېدنه يا د شکل بدلون،د ګاډر خپل وزن او د کود نورې غوښتنې چې د هغې په هکله په کې بشپړه معلومات ورکړل شوي دي.

د يوګوني سيخبندي شوى مستطيلي مقطعې تحليل او محاسبه ،که د مقطعې ابعاد معلوم او يا نا معلوم وي ، د کړنلارو په بشپړه څرګندونو او د مثالونو د حلولو په څېر سرته سبدلي دي.

پوښتنې

1- د ګاډر د لاندېنیو ښودل شویو مقطعو لپاره د نومینالي کمېدونکي مومنټ (ϕM_n) قیمتونه په‌لاس راوړئ ، که‌د کانکرېټو فشاري مقاومت ($f'_c = 25$ MPa) او د سیخانو په تسلیمېدنه‌کې مقاومت ($f_y = 420$ MPa) وي.

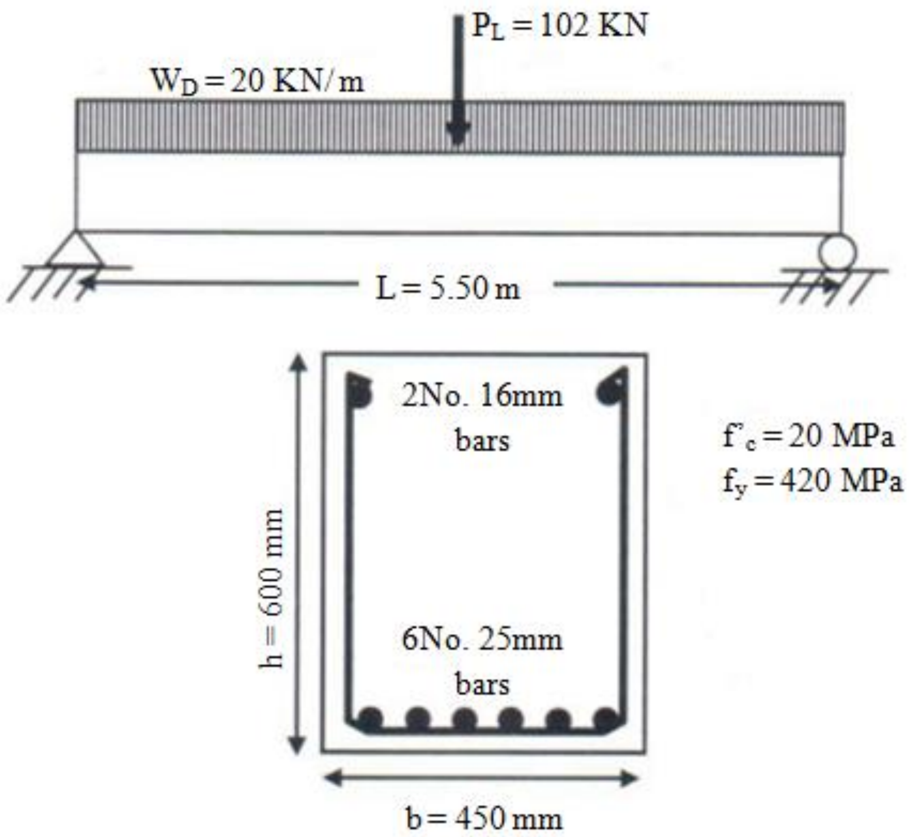


2- په لاندېني جدول کې د ګاډر د مقطعو لپاره د ورکړل شویو اندازو له مخې د نومينالي کمپډونکي مومنټ (ϕM_n) قيمتونه په لاس راوړئ ، که د کانکرېټو فشاري مقاومت (f'_c = 25 MPa) او د سيخانو په تسليمېدنه کې مقاومت (f_y = 420 MPa) وي.

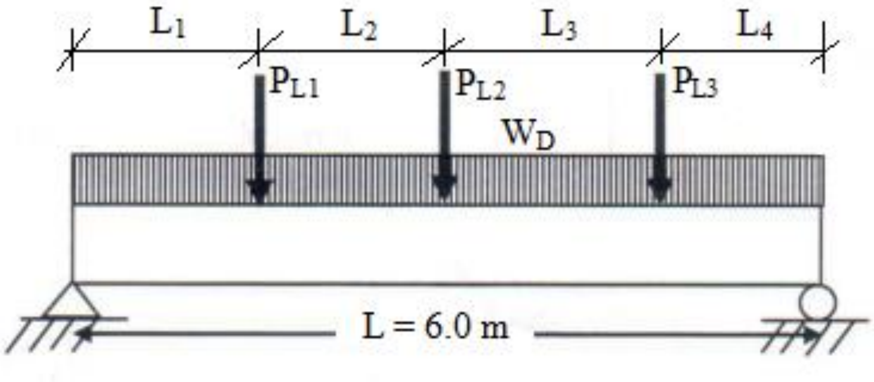
ګڼه	د ګاډر عرض B (mm)	د ګاډر فعاله ارتفاع d (mm)	د سيخانو شمېر او نمبر
1	350	575	5No. 30mm
2	300	425	2No. 20mm
3	450	625	4No. 22mm + 3No. 32mm
4	525	700	2No. 16mm
5	350	600	4No.22mm
6	380	550	8 No.20mm
7	350	600	5No.18mm
8	360	570	4No.32mm
9	350	560	7No.20mm
10	300	455	6No.18mm

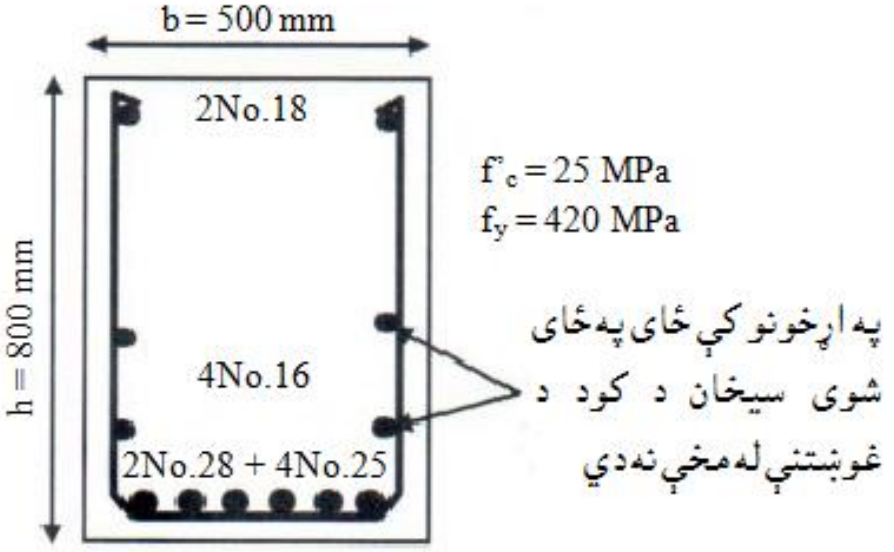
3- د لاندېنيو ښودل شويو شکلونو لپاره د ورکړل شويو ارقامو له مخې ، په داسې حال کې چې په مړو بارونو کې د ګاډر خپل وزن شامل نه دی، دهغې د مومنټ په وړاندې د ګاډر د مقطعي وړتيا وارزوئ ؟

-(a)

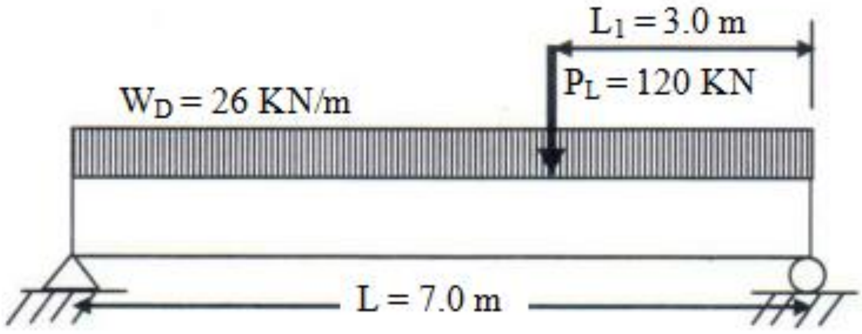


(b)- په دې شکل کې (WD = 25 KN/m)، (PL1 = PL2 = PL3 = 20 KN) ، (L_1=L_2=1.50 m) ، (L_3 = 1.80 m) او (L_4 = 1.20 m) په پام کې نیول شوي دي.

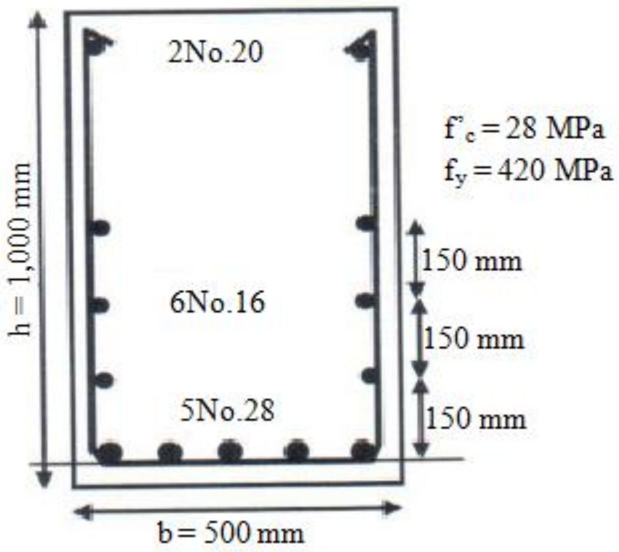




-(c)

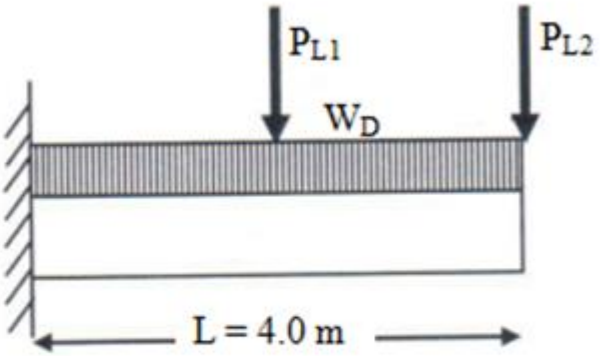


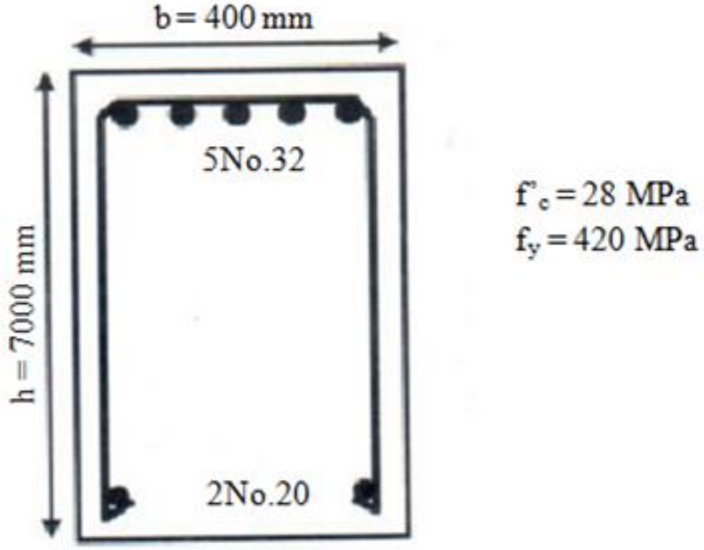
$L_1 = 3.0$ m
$P_L = 120$ KN
$W_D = 26$ KN/m
L = 7.0 m



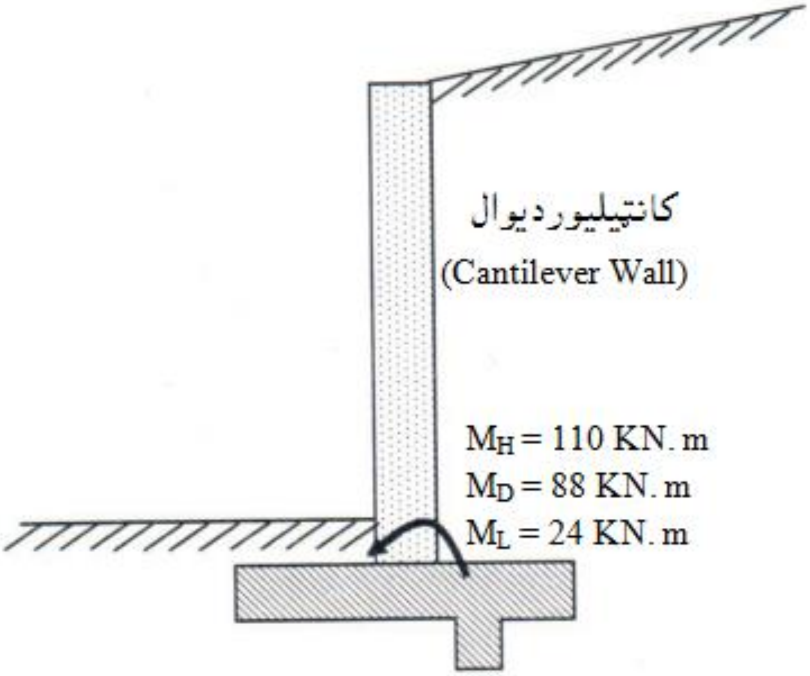
2No.20
6No.16
5No.28
h = 1,000 mm
b = 500 mm
150 mm
150 mm
150 mm
f'c = 28 MPa
fy = 420 MPa

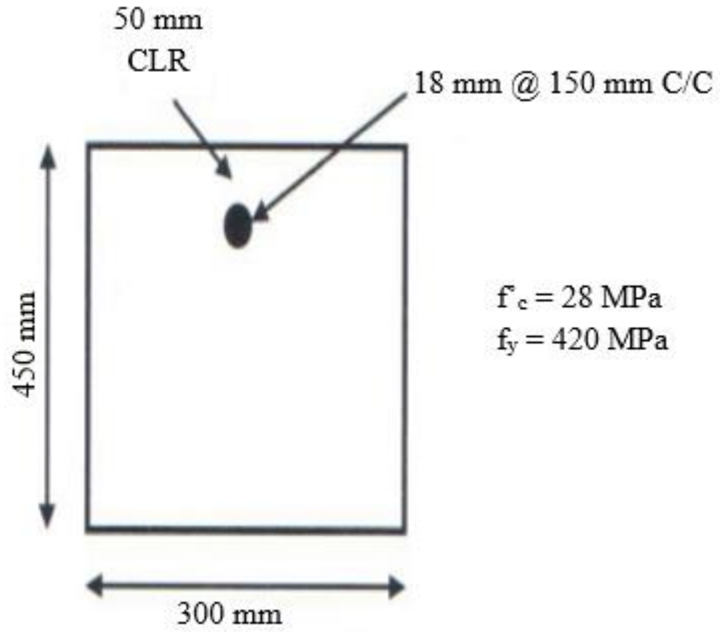
(d)- په دې شکل کې $(W_D = 18\ KN/m)$ ، $(P_{L1} = P_{L2} = 90\ KN)$ او د ژوندیو بارونو ترمنځ فاصله (2.0 m) په پام کې نیول شوې ده.





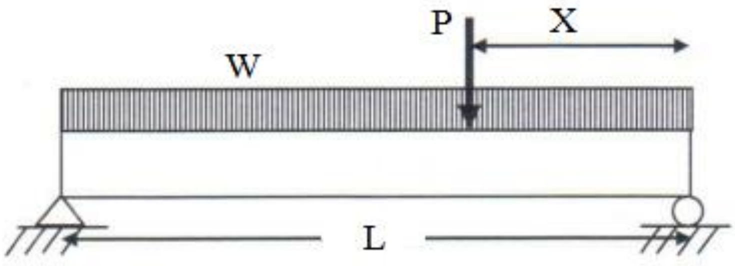
-(e)





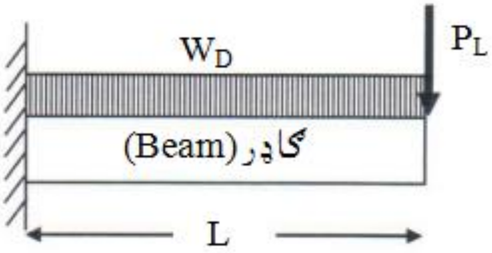
د کانتیلیور دیوال مقطعه

4- په لاندېني شکل کې ښودل شوی ګاډر، په جدول کې د ورکړل شویو اندازو له مخې محاسبه کړئ؟



ρ (%)	f_y (MPa)	f'_c (MPa)	X (m)	P_L (KN)	P_D (KN)	W_L (KN/m)	W_D (KN/m)	h (mm)	B (mm)	L (m)	ګڼه
-	420	20	0	0	0	13.0	17.5	375	300	3.6	1
-	420	20	0	0	0	20.4	19.0	500	375	4.5	2
-	420	25	0	0	0	24.8	23.0	600	375	4.5	3
-	420	25	0	0	0	26.3	32.0	800	450	5.5	4
-	420	28	0	0	0	36.5	51.0	900	500	6.0	5
-	420	28	1.8	44.5	66.7	13.0	17.5	500	375	6.5	6
-	420	20	2.3	66.7	62.3	21.0	19.0	600	375	7.0	7
-	420	25	2.7	80.0	89.0	25.0	23.0	600	375	7.5	8
-	420	28	3.8	66.5	0	26.0	32.0	800	450	8.0	9
-	420	25	4.5	0	110.0	36.0	51.0	900	500	8.5	10
1.0	420	25	0	0	0	13.0	22.0	-	-	9.0	11
$\rho_b/2$	420	25	2.7	66.7	53.3	20.4	23.3	-	-	6.0	12
1.2-1.8	420	25	3.0	53.3	67.2	24.8	21.8	-	-	7.0	13
1-2	420	25	4.2	0	133.0	26.3	21.8	-	-	7.5	14

5- په لاندې شکل کې ښودل شوی کانټیلیورګاډر، په جدول کې د ورکړل شویو اندازو له مخې د محاسبه کړئ ؟



ρ (%)	f_y (MPa)	f'_c (MPa)	P_L (KN)	P_D (KN)	W_L (KN/m)	W_D (KN/m)	h (mm)	B (mm)	L (m)	ګڼه
-	420	20	35.80	44.50	0.00	17.50	450	300	2.4	1
-	420	20	26.70	35.60	0.00	19.00	500	375	3.0	2
-	420	20	0.00	53.40	0.00	23.40	600	375	3.5	3
-	420	25	0.00	44.50	0.00	32.10	800	450	4.5	4
-	420	25	0.00	53.40	0.00	51.10	900	500	5.5	5
-	420	25	66.70	44.50	13.10	17.40	600	450	3.1	6
-	420	28	44.50	53.40	17.10	19.10	-	-	3.7	7
-	420	25	89.00	80.00	24.80	23.30	-	-	3.2	8
-	420	25	44.50	0.00	14.60	21.90	-	-	4.3	9
-	420	25	111.20	0.00	14.60	24.80	-	-	6.0	10

مــاخـــذونــه

1- جمال درانی، لوګر. (2003)ز. رهنمای انجنیران ساختمان و مهندسین. پاکستان: پبلک آرت پریس، پشاور. ص ص (591-593).

2- حقیار ،قسیم محمد. ستاری، محمد اکبر. (1380) ل. د کانکریټي ودانیو ډیزاین. هرات : م م (21-39).

3- طاحونی ، شاپور . (1393) ش . طراحی ساختمان های بتن مسلح . چاپ دوم . ایران : انتشارات علم و ادب. تهران. ص ص (98-144) .

4- عالمي ، جان اقا. (1386)ل. د اوسپنیزو کانکریټي ساختمانونو ډیزاین. کابل: مستقبل خپرندویه ټولنه. م م (31-66).

5- فدا ، سهراب. (1390) ش. مبتنی سنجش ساختمان های آهنکانکریتی. کابل: انتشارات سعید. ص ص (58-68).

6- کی نیا ،امیرمسعود . (1389) ش. آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه. اصفهان: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان مرکز انتشارات. ص ص(59-92) .

7- مستوفی نژاد ، داود. (1383) ش . سازه های بتن آرمه جلد اول . اصفهان: انتشارات ارکان. ص ص(53-190) .

8 -ACI Committee 318. (2014). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2014) and commentary on Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318R-2014), American Concrete Institute Farmington Hills, MI48331. Pp (68-349)

9 -ACI Committee 318. (2008). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2008) and commentary, American Concrete Institute Farmington Hills, MI. pp (129-137).

10- Bayasi, M.Z. (2010). Introduction to Reinforced Concrete Design. Montezuma Publishing Aztec Shops Ltd. San Diego State University. San Diego, California 92182-1701. Pp (29-132).

11- Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI). Design Hand Book. (2008). Tenth Edition. Printed in the United State of America. pp (129-137).

12- International Building Code. (2011). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. pp (417- 425).

13- MacCormac, Jack, C. and Russel, Brown, H. (2014). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (65-75).

14-MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete.New Yark. Pp(35-77).

15-MacGinley, T. J. and B. S. Choo. (2003). Reinforced Design Theory and Examples, Second Edition, London. Pp(42-57).

16-Morgan W. (1989) . Elementary Reinforced Concrete Design. Edward Arnold (Pablishers) Ltd, London. Pp(70-83).

17-Mosley, Bill, John, Bungey and Ray, Hulse. (2007). Reinforced Concrete Design to Eurocode 2. New Yark. Pp(58-95).

18-Nilson, H., David, Darwin and Charles, Dolan. W. (2010). Design of Concrete Structures. Fourteenth Edition. McGran-Hill, a business unit of The McGran-Hill companies Inc., 1221 Avenue of the America, New York. Pp (68-103).

19-Raju, N. Krishna and Pranesh, R. N. (2006). Reinforced Concrete Design. New Age International (P) Limited, publishers,4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 10002. pp (220-226).

20-Ramamrutham, S. (2006). Design of Reinforced Concrete Structures. Sixteen Editions. New Delhi – India. Pp (200-233).

21-Wight, K. James and MacGregor. (2009). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Fifth Edition. Pearson Education prentice Hall Inc.Upper Saddle River New Jersey 07458. Pp(122-185).

پنځـــم فــصل

دیولوریزه پوښښ تختو تحلیل او محاسبه

(Analysis and Design of One-Way Slabs)

1.5- پـــېـژنـــدنـــه (Introduction)

د پوښښ تخته د اوسپنیزو کانکریټي عناصرو هغه عنصر دی ، چې هواره افقی سطحه لري چې ضخامت یې د دوو نورو ابعادو په پرتله کوچنی وي او په بامونو ، په ساختماني تلونو او په تهدابونو کې د بارونو د لیږدېدنې لپاره کارېږي ، چې د ژوند کولو یا د ساحې فعالیت د خدمت کولو لپاره په پام کې نیول کېږي او په دوو یا څلورو لورو د ګاډرونو یا دیوالونو له پاسه تکیه کوي ، چې په (5.2 - شکل) کې ښودل شوي دي.

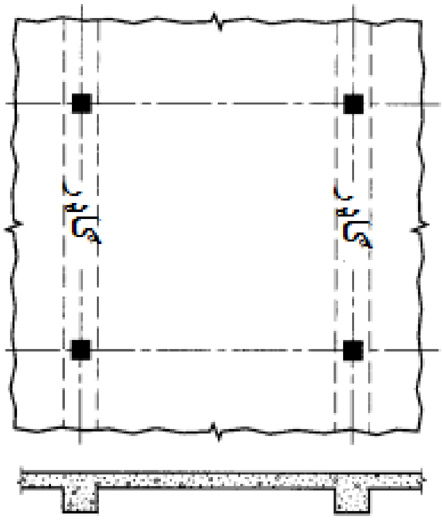
په اوسپنیزکانکریټي عناصرو کې د پوښښ تختو (Slabs) دنده دیوې سطحې برابرول دي ، چې د ګټې اخیستنې وړتیا ولري . اوسپنیزکانکریټي پوښښ تختې ثابت ضخامت لري او کېدای شي چې د اوسپنیزکانکریټي ګاډرونو ، فولادي ګاډرونو، د اوسپنیزکانکریټي او کانکریټي دیوالونو، اوسپنیزکانکریټي او فولادي پایو یا ستنو او د ځمکې پر سطحه تکیه شي.

اوسپنیزکانکـریټـي پوښـښ تخـتې ممکـن یوازې په دوو اړخونو تکیه شي (5.1a- شکل)، چې په هغې کې د پوښښ تخته په یوه لوري (One-Way) بارونه زغمي. دا په دې مانا چې د پوښښ تختې عامل او وارده بارونه پر ګاډرونو د تکیه کېدنې په اوږدوکې عمودي زغمي. خو که په همدې ډول پوښښ تختې په څلورو لورو په ګاډرونو تکیه وي، نو دې ډول پوښښ تختو ته دوه لوریزي پوښښ تختې ویل کېږي (5.1b- شکل) . یا هم د پوښښ تخته عامل یا وارده بارونه د دوو عمودي تسمو په واسطه زغمي او خپلو څلورو واړو لورو ته یې لیږدوي. په ځېنو حالتونو کې د (5.1c- شکل) د یولوریز پوښښ تختې په ډول په پام کې نیول کېږي ، کله چې د اوږد لوري اوږدوالي او لنډ لوري اوږدوالي نسبت یې له دوو څخه لوی شي. په دې حالت کې د پوښښ تخته عامل یا وارده بارونه په لنډ لوري زغمي او په

اوږد لوري تکیه شویو ګاډرونو ته یې لیږدوي. کله چې په دې حالت کې ګاډر پر څلورو لورو پر ګاډرونو تکیه شوې هم وي ، د یو لوریزه پوښښ تختې په نوم نومول کېږي [9: 94-92].

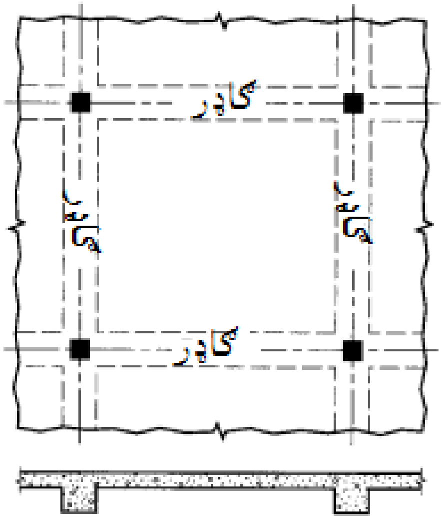
د پوښښ هغه تختې چې پرته له ګاډرونو څخه ، په پایو یا ستنو تکیه شوې وي ، دا ډول پوښښ تختې د هواره پوښښ تختو (Flat Slabs) په نوم یادېږي(1d.5- شکل). دا ډول پوښښ تختې هغه مهال کارېږي ، چې وایې لوی او بارونه ډېر دراندہ نه وي. سره له دې هم د پایو یا ستنو سره نژدې په هواره پوښښ تختو کې اتکایې منفي کږېدنې یا انحنایي مومنټونه او د ډېرو عرضي قوو له امله تشنجات رامنځته کېږي ، چې ځینې مهال د (1e.5- شکل) په څېر د پایو یا ستنو سر په مخروطي شکل په پام کې نیول کېږي او د پایو یا ستنو پر چاپېر د پوښښ تختې ضخامت ډېرېږي . د پایې یا ستنې سره مخروطي ساحې ته د ستنې سر یا خولۍ (Capital) او د پوښښ تختې پنډه برخه (Drop Panel) لرونکې وي ، هم د هواره پوښښ تختې (Flat Slab) په نوم یادېږي. دې ډول پوښښ تختو ته ورته بل ډوله پوښښ تختې لکه په (5.1f- شکل) کې چې ښودل شوې دی، چې هواره او منځونه یې خالی وي ، د منځ خالي پوښښ تختو (Gird or Waffle slabs) په نوم یادېږي. په دې ډول پوښښ تختو کې د مړ یا دایمي باوزن اندازه په شدت سره کمښت مومي . د دې لپاره چې دا ډول پوښښ تخته پایې یا ستنې ته نژدې ساحې کې د کږېدنې مومنټونو او عرضي قوو په وړاندې مقاومه شي ، نو دا برخه په پام کې نه نیول کېږي .

سربېره په پورته یادوو شویو پوښښنو تختو چې په (1.5- شکل) کې ښودل شوي دي ، چې په ګاډرونو یا پایو تکیه کېږي، ځینې مهال مستقیماً د ځمکې پر سطحې پر مخ هم د پوښښ تختې تکیه کېږي. دا ډول پوښښ تختې هوایې ډګرونو کې د تیارو د ښکته کېدنې د ساحې له مخې ، د لاروا او واټونو او یا د معمولي ساختمانونو د تهکویو په فرشونو کې په پام کې نیول کېږي [2 : 526,527].



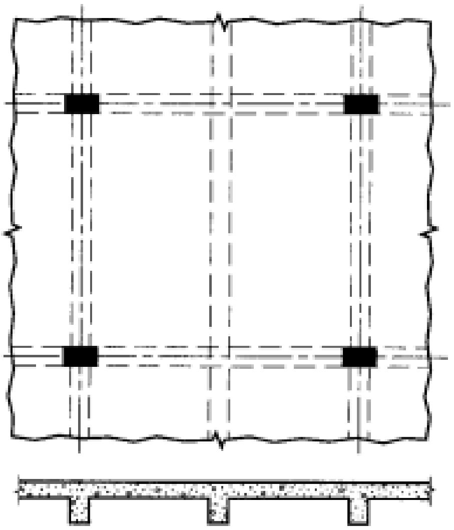
(a)- یو لوریزه پوښښ تخته

(One- Way Slab)



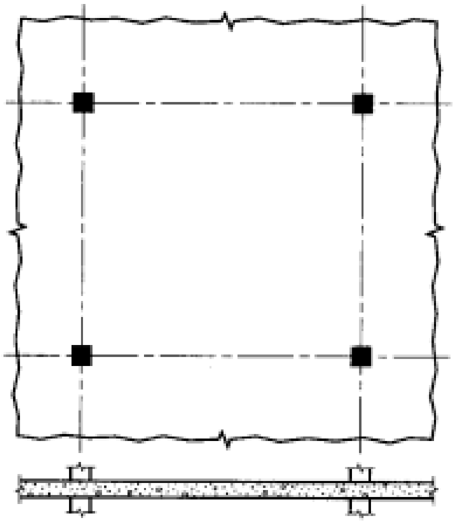
(b)- دوه لوریزه پوښښ تخته

(Two-Way Slab)



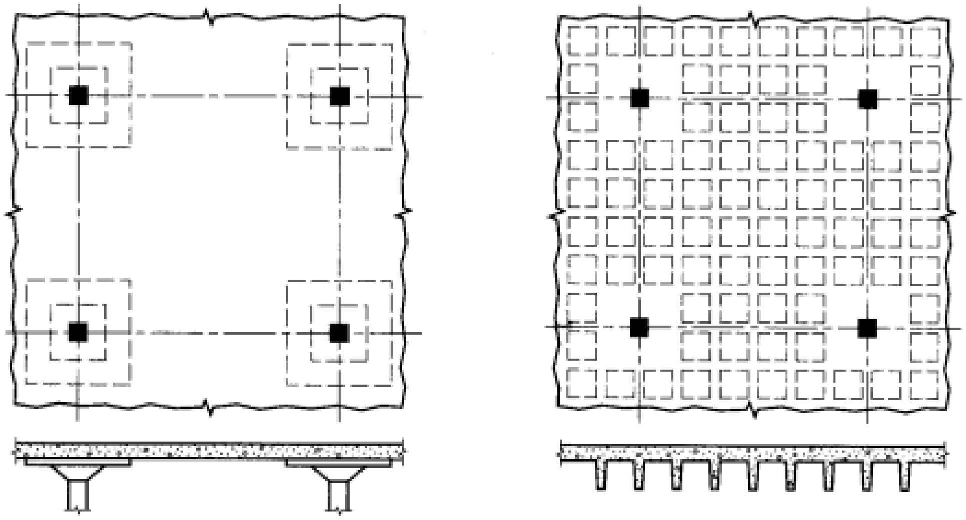
(c)- یو لوریزه پوښښ تخته

(One- Way Slab)



(d)- هواره پوښښ تخته

(Flat Slab)



(e)- هواره پوښښ تخته
(Flat Slab)

(f)-منځ خالي پوښښ تخته
(Grid or Waffle Slab)

1.5- د پوښښ تختو ډولونه [16 :425] .

د پورتني تعريف له مخې اوسپنيزکانکريټي يو لوريزه پوښښ تختې (One-Way Slabs) د لاندېنيو لاملونو د رامنځته کېدنې له امله يو لوريزه کار کوي:

1- که د پوښښ تخته يوازې په يوه لوري تکيه کړې وي ، نو په دې حالت کې د پوښښ تخته ، په همدې يوه لوري په پرله پسې تکيه وو باندې ، کار کوي.

2- که د پوښښ تخته په دواړو لورو تکيه کړې وي او د اوږد او لنډ لوري د وايو د اوږدوالي نسبت که چېرته له دوو څخه ډېر وي ، نو په دې حالت کې پوښښ تخته يوازې په لنډ لوري کار کوي.

د يادولو وړ ده چې په ځينو حالتونو کې ممکن د پوښښ تخته دوو لورو ته داسې تکيه ولري چې د اوږد او لنډ لورو د وايو د اوږدوالي نسبت يې له دوو څخه کوچنی وي ، خو د پوښښ تخته يوه لوري سخته تکيه په څو واري دبل لوري څخه ډېره وي ، نو د دې دليل له مخې د پوښښ تختې کړنه ديو لوريزه پوښښ تختې په څېر په پام کې نيول کېږي [6:211-213].

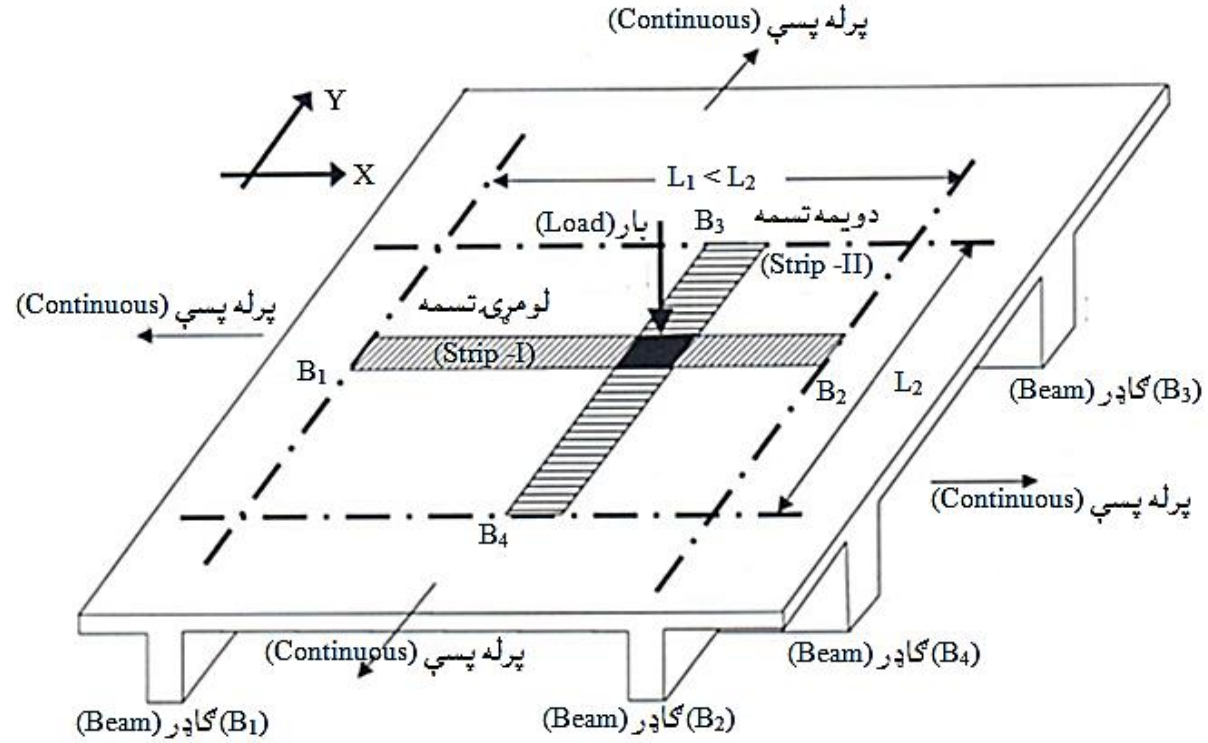
2.5- د يو لوريزه پوښښ تختو تحليل او محاسبه

(Analysis and Design of One-Way Slabs)

په لاندېني (2.5 - شکل) کې ښودل شوې پوښښ تخته په څلورو لورو د څلورو ګاډرونو له پاسه تکيه شوې ده. د پوښښ تخته کېدی شي ، چې په نورو عناصرو لکه ديوال او يا پايه هم تکيه وکړي. د پوښښ تختې يوه برخه ، چې په ګاډرونو تکيه ده او په هغې کې هوار او سطحی ابعاد (L_1) او (L_2) ښودل شوي دي. په (5.2 - شکل) کې توري شوې مربعه ګانې د اوسپنيز کانکريټي پوښښ تختې د (1m x 1m) يا (1 ft x 1 ft) ابعادو لرونکې سطحې کې د وارده يا عامل بارونه ښيي. له پوښښ تختې څخه تکيه شويو ګاډرونو ته ، بارونه په ترتيب سره د (X) او (Y) محورونو سره موازي د لومړی او دويمې تسمو (Strips) په واسطه ليږدول کېږی. د بار ليږدېدونکې اندازه ، د لومړی او دويمې تسمې اوږدوالي پورې اړه لري . د لومړی او دويمې تسمو کړوپېدنه يا خميده ګي (Deflection) د عامل بار په نقطه کې سره برابره او مساوي ده. په هره تسمه کې بارونه د هغه تسمې د سختی پربنسټ په متناسبه توګه د هغوې تر منځ وېشل کېږي. د پوښښ تختو ضخامت په دواړو (L_1) او (L_2) لورو ثابت او د دواړو تسمو عرض د (1.0m) يو متر يا (1ft) يو فوټ سره مساوي فرض کېږي ، همداراز د تسمو اړونده سختي مستقيماً د هغوې د وايو د اوږدوالي پورې تړلې ده. د ځانګړې حالت په پېښېدنه کې ، که چېرې:

$$L_1 / L_2 \geq 2.0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1.5)$$

که د پوښښ تختې د پورتنيو شرايطو سره مخامخ شي ، دا ډول پوښښ تختې د يو لوريزه پوښښ تختې (One-Way Slab) په نوم ياد يږي [9 :92-93].

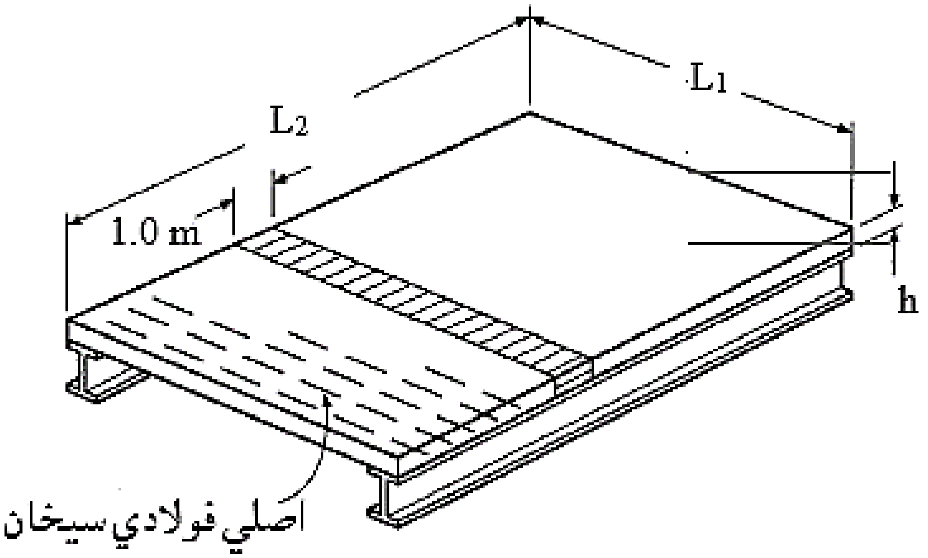


2.5 - شکل: په څلورو لورو تکیه شوې د پوښښ تختې د سیستم شیما [9 : 93].

په (3.5- شکل) کې د یولوریزه پوښښ تختې دیوه عنصر په توگه کړنه داسې ښودل شوې ده ، چې د (L_1) په وایې په دواړو مخامخو یا متقابلولورو تکیه ده. که دا د پوښښ تخته د یو شانته بار لاندې واقع شي ، دهغې د شکل بدلون به د استوانه یې سطحې په څېر په کرېدنه یو شانته وي. نو له دې امله دا د پوښښ تختې کړنه به ، د دوو تکیه گانو په اوږدو کې دگاډر د کرېدنې په څېر وي.

یولوریزه او سپنیزکانکرېټي پوښښ تخته ، په حقیقت کې یو مستطیلي گاډر دی چې عرض یې د ارتفاع په پرتله یوی دی. خو د دې ډول پوښښ تختو په طرحه او محاسبه کې هغو لاملونو ته پاملرنه وشي ، چې د معمولي گاډرونو په طرحې او محاسبه کې په پام کې نه نیول کېږي. که چېرې د عرض په واحد یوه تسمه ، د تکیه شویو گاډرونو په اوږدو کې عموداً ، په دې پوښښ تختو (لکه په 3.5 - شکل کې لیکه لیکه شوې تسمه) کې په پام کې ونیول شي ، کولی شو هغه د یو داسې گاډر په ډول وپېژنو چې د عرض اندازه یې واحده ، ارتفاع

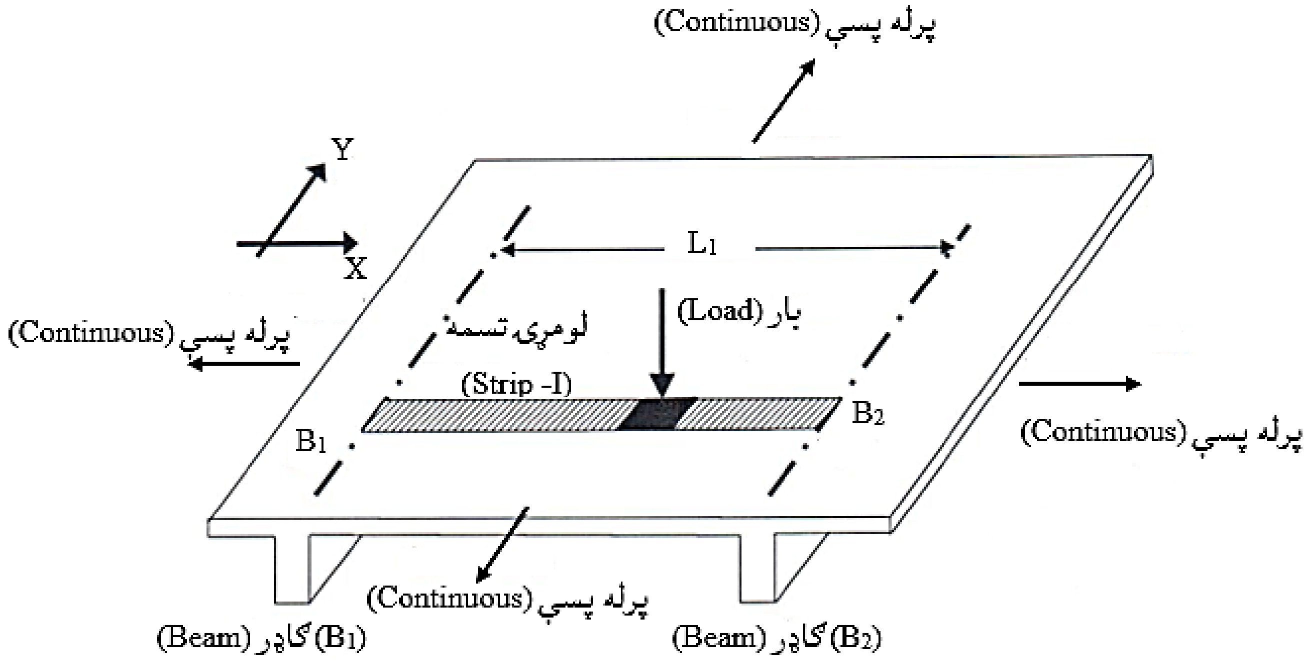
يې د پوښښ تختې د ضخامت (h) په اندازه او وايه يې د تکيه شويو ګاډرونو د مرکزونو تر منځ فاصلې په اندازه (L_1) وي. دا ګاډر کولی شو چې د يو عادي او معمولي ګاډر په څېر يې چې په عرض په واحده اندازه بارشوې وي تحليل ، طرحه او محاسبه کړو ، چې په پابله کې د پوښښ تختې پر واحده سطحه عامل بار ، د ګاډر له پاسه د اوږدوالي پر واحد عامل بار سره مساوي کېږي [529:3].



3.5 - شکل: د يو لوريزه تختې د عرض په واحد محاسبوي تسمه [16 :427].

همداراز ديو ساده اتکاء لرونکي يو لوريزه پوښښ تختو لپاره د تحليل تيوري کولی شو د لاندېني (4.5 - شکل) کې ښودل شوي يو لوريزه پوښښ تخته ، چې د وايې اوږدوالی يې (L) او ضخامت يې (h) دی، د دوو ګاډرونو له پاسه تکيه شوې توضيح او تشريح کړو. د پوښښ تختې له پاسه پريو مترمربع يا يو فوټ مربع مساحت کې عامل بارونه يانې مړ بار يا دايمي بار په (W_D) او ژوندي بار په (W_L) ښودل شوي دي. د دې لپاره چې د پوښښ تختې له پاسه ، په يو متر يا يو فوټ اوږدوالي کې ياد شوي بارونه په پام کې ونيول شي.، نو د پوښښ تختې د محاسبې لپاره د يو متر يا يو فوټ په عرض محاسبوي تسمه (Strip) په پام کې نيول کېږي. د پوښښ تختې د محاسبې لپاره دا محاسبوي تسمه په لاندېني (5.5- شکل) کې ښودل شوې ده. څرګنده ده چې يو لوريزه پوښښ تخته لکه د

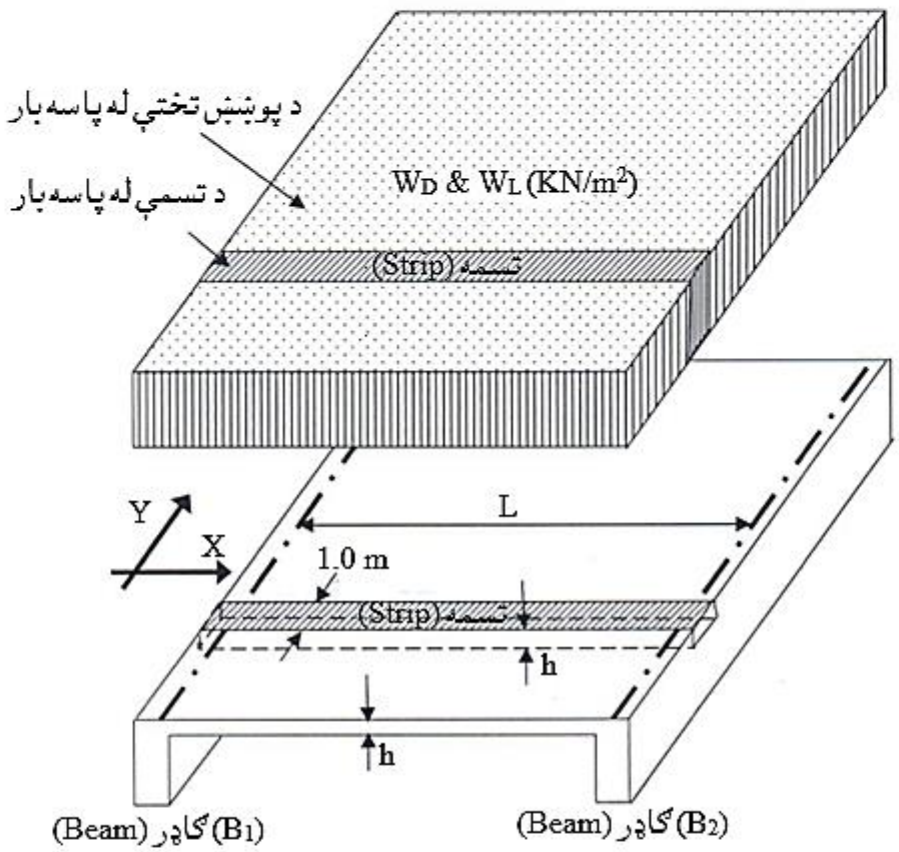
ګاډر په څېر د وېشلې بار لاندې واقع کېږي. نو د يولوريزه پوښښ تختې لپاره تحليل د ګاډر د تحليل په څېر سرته رسېږي [426-427:16].



4.5 - شکل: د دوو ګاډرونو له پاسه تکيه شوې د پوښښ تختې سيستم شيما [93:9].

په (4.5 - شکل) کې د (5.5 - شکل) بار شوې محاسبوي تسمه په دوو بعدونو او يوه بعد کې بدل شوي دي. په (KN/m^2) کيلونيوټن پر متر مربع يا په (psf) پونډ پر يو فوټ مربع د پوښښ تختې د سطحې له پاسه عامل او وارده بار ، په (KN/m) کيلونيوټن پر متر او يا په (lb/ft) پونډ پر فوټ بدل شوي دي ، چې د يو متر يا يو فوټ عرض لرونکې محاسبوي تسمې له پاسه واقع دي. د يو متر او يا يو فوټ په عرض محاسبوي تسمه يوازې د محاسبه کولو اسانتيا او ساده کولو لپاره په پام کې نيول کېږي. په دې حالت کې د پوښښ تختې محاسبوي تسمه لکه د يو ګاډر په شانته د اوږدوالي پر يوه واحد د منظم وېشل شوي بار لاندې په (KN/m) کيلونيوټن پر متر او يا په (lb/ft) پونډ پر فوټ ، چې د پوښښ تختې

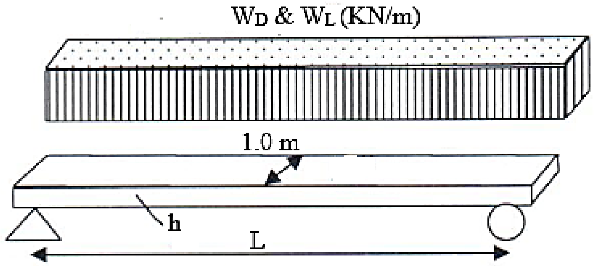
د سطحې له پاسه په (KN/m) کيلونيوټن پر متر اويا په (psf) بار سره مساوي دي. د دې ګاډر ارتفاع يا ژوروالی او يا ضخامت (h) او عرض يې يومتر يا يو انچ دی.



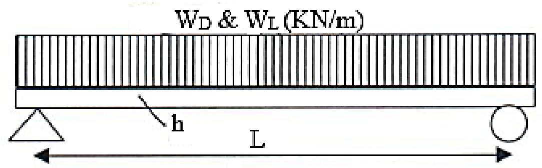
5.5 - شکل: يو لوريزه پوښښ تخته [9 :94] .

په(5.5 - شکل) کې د(6.5 - شکل) بار شوې محاسبوي تسمه په دووبعدونو او دريو بعدونو کې ښودل شوي دي. په (KN/m^2) کيلونيوټن پر متر مربع ياپه (psf) پونډ پر يو فوټ مربع د پوښښ تختې د سطحې له پاسه عامل او وارده بار ، په (KN/m) کيلونيوټن پر متر اويا په (lb/ft) پونډ پر فوټ ښودل شوي دي ، چې ديو متر يا يوفوټ عرض لرونکې محاسبوي تسمې له پاسه واقع دي. د يو متر او يا يو فوټ په عرض محاسبوي تسمه يوازې د محاسبه کولو اسانتيا او ساده کولو لپاره په پام کې نيول کېږي. په دې حالت کې د پوښښ تختې محاسبوي تسمه لکه د يو ګاډر په شانته د اوږدوالي پر يوه واحد د منظم وېشل شوي بار لاندې په (KN/m) کيلونيوټن پر متر اويا په (lb/ft) پونډ پر فوټ ، چې د پوښښ تختې

د سطحې له پاسه په (KN/m) کیلونیوټن پر متر اویا په (psf) بار سره مساوي دی. د دې ګاډر ارتفاع یا ژوروالی او یا ضخامت (h) او عرض یې یو متر یا یو فوټ دی[97:9].



د (3D) په شکل د
د پوښښ د تختې
محاسبوي تسمه.



د (2D) په شکل د
د پوښښ د تختې
محاسبوي تسمه.

6.5 - شکل: دیو لوریزه پوښښ تختې د محاسبې لپاره باري تسمه[9 :95].

3.5- د یو لوریزه پوښښ تختو مومنتونه او عرضي قوې

(Bending Moments and Shear Forces of One-Way Slabs)

د یـولـوریــزه پـوښــښ تخـتې د تحـلیل او محــاسبې لــپاره د پوښښ تختې له پاسه ژوندي بارونه د (ACI Code) کود او د پوښښ تختې خپل وزن د هغې ضخامت او د کانکرېټو د حجمي وزن له مخې پیدا کېږي. همدا راز د یو لوریزه پوښښ تختو د کوږوالي په محاسبه کې فعاله ارتفاع (Effective depth) یا (d) باید داسې وټاکل شي چې فشاري فولادي سیخانو ته اړتیا نه وي ، یانې داسې وټاکل شي چې لږترلږه د یولریزه پوښښ تختې ارتفاع (h) د غیرمجازي کږوېدنې مخنیوی وکړي . نو له دې امله د (ACI) کود بې له کږوېدنې (deflection) د پیدا کولو څخه د یو لوریزه پوښښ تختې ضخامت د هغې د حالت له مخې د لاندېني (1.5- جدول) ښودل شوی دی.

1.5 - جدول: بې له کړوپېدنې له محاسبې د اوسپنيز کانکرېټي پوښښ تختو اصغري ضخامت [84:7].

عناصر	ساده اتکاء لرونکی	يولوري ته ادامه لرونکی	دواړه لورو ته ادامه لرونکی	کانټيليور
جامد يو لوريزه پوښښ تخته	20/وايه	24/وايه	28/وايه	10/وايه

د اوسپنيز کانکرېټي پوښښ تختو له پاسه د بارونو د پيداکولو لپاره ، اړينه ده چې لومړني مړ او ژوندي بارونه په کې شامل وي . کله چې مړ بار پيداشو ، نو ژوندی بار د (ASCE / SEI 7) سټندرد په واسطه مشخصيږي. په محاسبه کې مړ بار د عنصر د خپل وزن او ژوندي بار د سټندرد د ضميمو څخه اخيستل کيږي او نور بارونه د شرايطو له مخې هم له ضميمو څخه اخيستل کيږي. دلته کېدی شي د دوه ډوله وېشلی او متمرکز ژوندي بار سره مخامخ شو ، وېشلی بار د پوښښ تختې په ټوله سطحه عمل کوي ، خو متمرکز بار د پوښښ تختې په (62.5 mm x 62.5 mm) اويا په (2.5” x 2.5”) سطحه کې د کوږوالي مومنټ او عرضي قوو د پيداکېدنې لپاره په پام کې نيول کيږي. نو ځکه د کوږوالي مومنټ او عرضي قوو په پيداکېدنه کې د ژوندي وېشلی بار لپاره د يو متر يا يو فوټ په محاسبوي تسمه کې د متمرکز بار لپاره (40%) په پام کې نيول کيږي [8: 135].

د بارونو ترکيب (Load combination) د (ACI) کود او د (ASCE 7) سټندرد د سپارښتنو له مخې د بارونو د ډول او په پورته توګه د توضيحاتو په پام کې نيولو له مخې تر سره کيږي. چې د دغه بارونو په پام کې نيولو سره د پوښښ تختې لپاره لکه د يو معمولي اوسپنيزکانکرېټي ګاډر په څېر د هغې لپاره د کوږوالي مومنټونه (Bending Moments) او عرضاني قوې (Shear forces) پيداکيږي. که چېرې د پوښښ سيستم په دې ډول وي ، چې په هغې کې لوريزه پوښښ تخته ساده اتکاء ولري ، نو د هغې لپاره د نهايي اعظمي کوږوالي مومنټ ($M_u = W_u L^2/8$) او نهايي اعظمي عرضاني قوه يې ($V_u = W_u L/2$) ، لکه د يو ساده اتکاء لرونکي ګاډر په څېر پيداکيږي. خو که د پوښښ

سیستم په دارنګه وي چې په هغې د پوښښ تختې په پرله پسې یا مسلسله (Continuous) توګه ځای په ځای شوي وي ، چې په هغې کې لکه د لاندېني شکل په څېر په دوو وایو ، درېو وایو او یا په څو وایو کې په پرله پسې ډول واقع وي ، نو د هغې لپاره هم د کوږوالي مومنټونه (Bending Moments) او عرضاني قوې (Shear forces) د یو پرله پسې یا مسلسل (Continuous) ګاډر په توګه ، د بېلابېلو طریقو په واسطه پیدا کېږي. خو که د پرله پسې یو لوریزه پوښښ تختې اویا ګاډر د ټولو وایو فاصلې سره برابرې یا هم د هغې تر منځ د اوږدوالي توپیر له (20%) سلنې څخه تجاوز ونه کړي ، نو د هغې لپاره د (ACI Code) کود د (8.3.3) برخې د لارښوونې له مخې د کوږوالي مومنټونو ضریبونه (C_m) او عرضاني قوو ضریبونه (C_v) د لاندېنیو شرایطو په پام کې نیولو سره د (7.5- شکل) له مخې په پام کې نیول کېږي:

1- د دوو ، درېیو او یا ډېرو پرله پسې وایو په شتون کې.

2- د وایو اوږدوالی سره برابر وي ، یا د نژدې وایو د اوږدوالي توپیر له (20%) سلنې څخه تجاوز ونه کړي، یا نې داچې د اوږدې وایې اوږدوالی د لنډې وایې د اوږدوالي د (1.2) ځلې څخه ډېر نه وي.

3- بارونه په منظمه توګه وېشلي شوي وي.

4- بې له ضریبي شوي ژوندي بار (Factored Live Load) ، باید د بې له ضریبي شوي مړ بار (Factored Dead Load) د درې ځلې څخه ډېر نه شي [440-443:5].

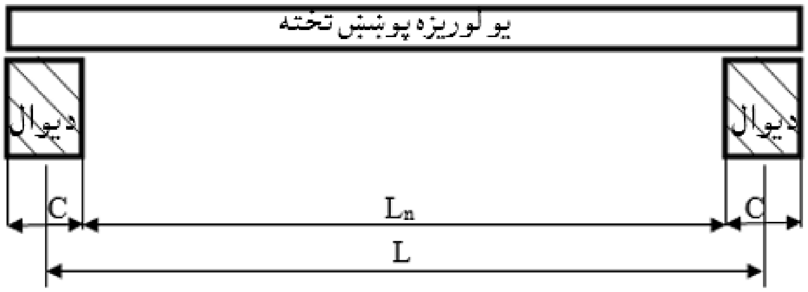
همدارز د کوږوالي مومنټونو او عرضاني قوو لپاره اړینه ده ، چې محاسبوي وایې اوږدوالی هم پیداشي. د پرله پسې یو لوریزه پوښښ تختو او یا ګاډرونو کې د وایو لپاره درې ډوله اوږدوالی شتون لري:

1- د وایې اوږدوالی (Span) : دا هغه اوږدوالی دی چې د یو لوریزه پوښښ تختو او یا ګاډرونو د تکیه شویو عناصرو د مرکزونو تر منځ واقع وي.

2-د وایې خالص اوږدوالی (Clear Span) : دا هغه اوږدوالی دی چې د یو لوریزه پوښښ تختو او یا ګاډرونو د تکیه شویو عناصرو تر منځ ازاده فاصله واقع وي .

3- د وايي محاسبوي اوږدوالی (Effective Span) : دا هغه اوږدوالی دی چې د یو لوریزه پوښښ تختو او یا ګاډرونو د کوږوالي مومنټونو او عرضاني قوو د محاسبه کولو لپاره کارېږي ،چې د یو لوریزه پوښښ تختو او یا ګاډرونو د تکیه کېدنې له شرایطو پورې اړه لري. د دې شرایطو څخه په لاندې ډول یادونه کېږي:

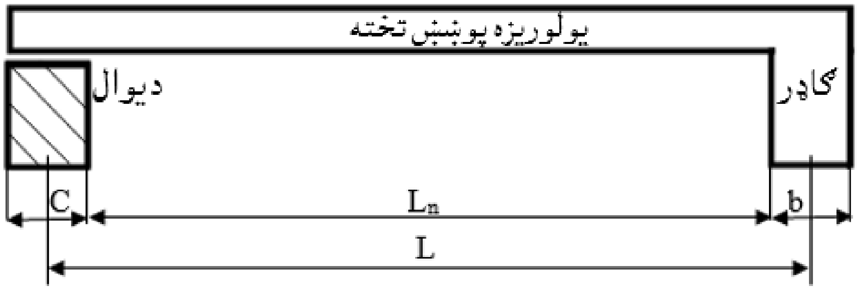
(a)- که یو لوریزه پوښښ تختو او یا ګاډ رونو په دواړو لورو په دیوالونو تکیه کړې وي ، نود محاسبوي وايي اوږدوالی يې د یو لوریزه پوښښ تختو او یا ګاډرونو تر منځ دوایې خالص اوږدوالی جمع په دواړو لورو په دیوالونو کې د ننوتلو د نیمايي اوږدوالي او یا هم فعاله ارتفاع په دې شرط چې د فعالې ارتفاع اندازه د دیوال له ضخامت څخه ډېره نه وي [5 :432-440].



7.5 - شکل: په دواړو لورو په دیوال باندې د تکیه شوي یو لوریزه پوښښ تختو شیما.

$$L_{ef} = L_n + C/2 + C/2 = L_n + C \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.5)$$

(b) - که یو لوریزه پوښښ تختو او یا ګاډرونو په یوه لوري په ګاډر او په بل لوري په دیوال تکیه کړې وي ، نود محاسبوي وايي اوږدوالی يې د یو لوریزه پوښښ تختو او یا ګاډرونو تر منځ دوايي خالص اوږدوالی جمع په یو لوري په دیوال کې د ننوتلو د نیمايي اوږدوالي او یا هم فعاله ارتفاع په دې شرط چې د فعالې ارتفاع اندازه د دیوال له ضخامت څخه ډېره نه وي [3:75-72].

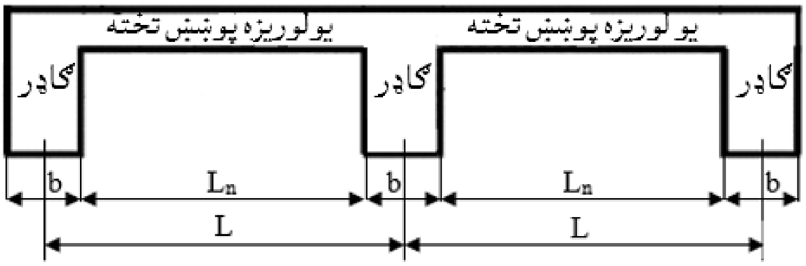


8.5- شکل: په يو لوري په ديوال او په بل لوري په ګاډر باندې د تکيه شوې يو لوريزه پوښښ تختو شيما.

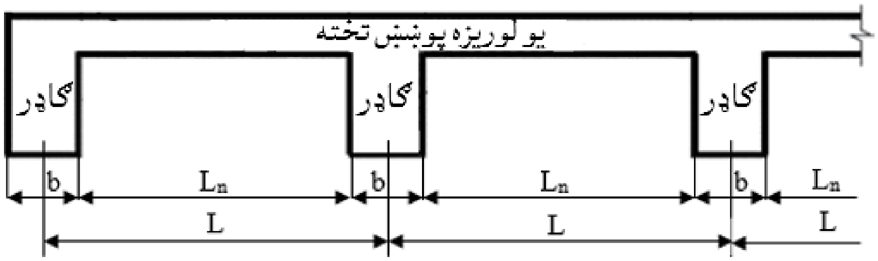
$L_{ef} = L_n + C/2$ ……………………………….. (3.5)

$L_{ef} = L_n + d$ …………………………………… (4.5)

(c)- که يو لوريزه پوښښ تختو او يا ګاډرونو په دواړو لورو په ګاډرونو تکيه کړې وي ، نو دمحاسبوي وايې اوږدوالی يې د يو لوريزه پوښښ تختو او يا ګاډرونو تر منځ دوايې خالص اوږدوالي سره برابر يا مساوي په پام کې نيول کېږي [4:161-159].



(a)- پر ګاډر باندې د تکيه شويو دوه وايه لرونکو يو لوريزه پوښښ تختو شيما[39 :80].



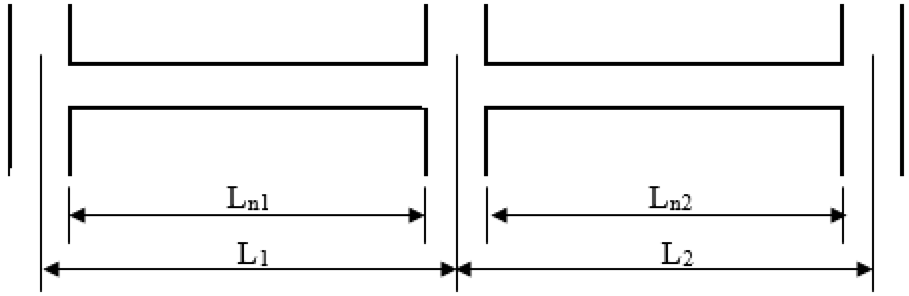
(b)- پر ګاډر باندې د تکيه شويو دپرله پسې څو وايه لرونکو يو لوريزه پوښښ تختو شيما .

9.5 - شکل: دپرله پسې يو لوريزه پوښښ تختو شيما[39 :80].

$$L_{ef} = L_n = L - b/2 - b/2 = L - b \quad (5.5)$$

همدارازد (ACI) کود د کوړوالي منټ او عرضاني قوو د پیداکولو لپاره د منځنۍ خالصه وايې (Average clear span) اصطلاح داسې تعریفوي: د دوو نږدې وايو ، چې تر منځ يې د اوږدوالي توپیر د (20%) سلنې څخه ډېر نه وي ، د خالصو وايو د اوږدوالي مجموعه په دوو له وېشنې څخه عبارت ده ، چې د لاندېنې فورمول په واسطه ارايه کېږي:

$$L_n\,(avg) = \frac{(L_{n1}+L_{n2})}{2} \quad (6.5)$$



10.5- شکل: د (ACI) کود په واسطه د مومنټ او عرضاني قوو د پیداکولو لپاره منځنۍ خالصه وايې اوږدوالی [19: 234].

په پورتنيو فورمولونو کې:

L- د وايې اوږدوالی دی.

L_{ef}- د وايې محاسبوي اوږدوالی دی.

L_n- د وايې خالص اوږدوالی دی.

C- په دیوال کې د یولوریزه پوښښ تختې یا ګاډر د ننوتلو اندازه ده.

b- د یولوریزه پوښښ تختې یا ګاډر د تکیه شوي عنصر عرض دی.

d- فعاله ارتفاع ده.

د هغه یو لوریزه پوښښ تختو او یا ګاډرونو لپاره مثبت او منفي کوړوالي مومنټونه او عرضاني قوې چې د وایو اوږدوالی یې سره مساوي او یا د (20%) سلنې په اندازه توپیر ولري ، د لاندېنيو فورمونو په واسطه پیداکېږي:

1- د کوړوالي مومنټونه لپاره:

$$M_u = C_m\,(W_u L_n^2) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7.5)$$

په پورتني فورمول کې:

M_u- نهايې اعظمي کوږوالي مومنټ دی.

W_u- نهايې اعظمي بار دی ، د کود او سټندرد د غوښتنو او د بارونو د ډول له مخې د بارون د ترکيب پر بنسټ پيدا کېږي.

L_n- د وايې محاسبوي اوږدوالی دی.

C_m- د مثبت او منفي کوږوالي مومنټونو ضريبونه دي ، چې د کود له مخې مشخصېږي.

1- د عرضاني قوو لپاره:

$$V_u = C_v \left(\frac{W_u L_n}{2}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8.5)$$

په پورتني فورمول کې:

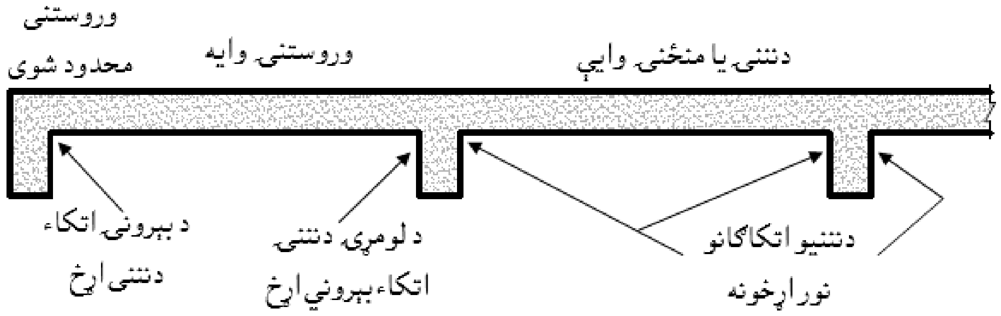
V_u- نهايې اعظمي عرضاني قوه ده.

W_u- نهايې اعظمي بار دی ، د کود او سټندرد د غوښتنو او د بارونو د ډول له مخې د بارون د ترکيب پر بنسټ پيدا کېږي.

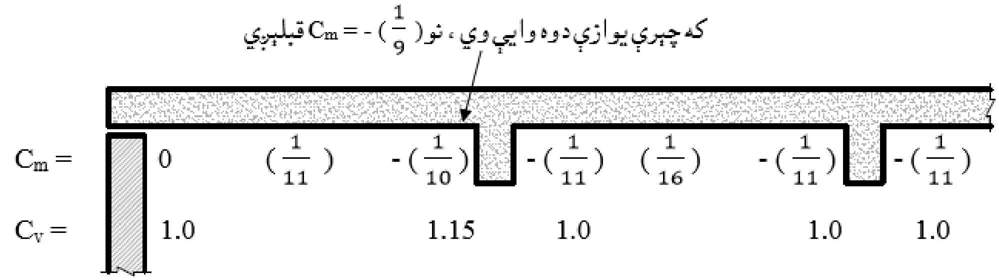
L_n- د وايې محاسبوي اوږدوالی دی.

C_v- د عرضاني ضريبونه دی ، چې د کود له مخې مشخصېږي.

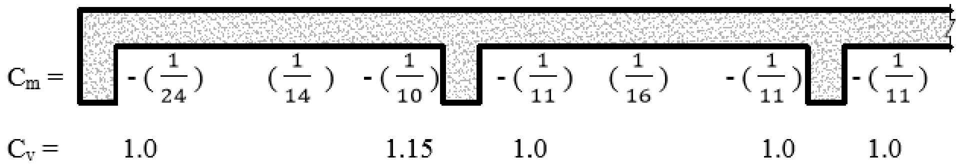
په بېلا بېلو حالتونوکې د مثبت او منفي کوږوالي مومنټونو ضريبونه (C_m) او د عرضاني قوو ضريبونه (C_v) په لاندېنيو شکلونو کې د (ACI Code) کود له خوا ځانګړي شوي دي:



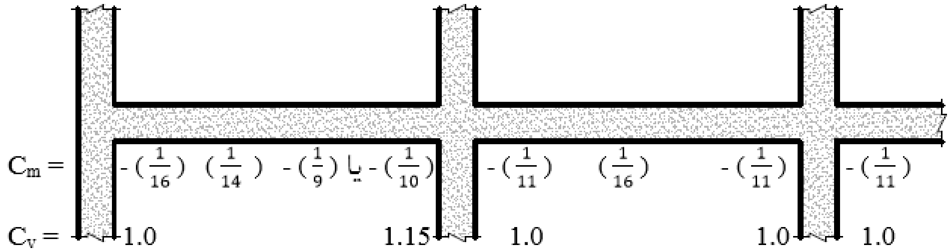
(a)- د پرله پسې ګاډرونو او یولوریزه پوښښ تختو اصطلاحات.



(b)- د وروستنېو نامحدوده پرله پسې ګاډرونو او یولوریزه پوښښ تختو د مومنټونو او عرضاني قوو ضریبونه.



(c)- د محدوده شوو پرله پسې ګاډرونو او یولوریزه پوښښ تختو د مومنټونو او عرضاني قوو ضریبونه، چې په اساسي ګاډر یې تکیه کړې وي.



(d)- دمحدوده پرله پسې ګاډرونو او يولوريزه پوښښ تختو د مومنټونو او عرضاني قوو ضريبونه ، چې په پايو يا ستنو يې تکيه کړې وي.

11.5- شکل: د (ACI) کود د سپارښتنې له مخې د مومنټ او عرضاني قوو ضريبونه [235:19].

همداراز د (ACI Code) کود د پرله پسې او سپنيز کانکريټي ګاډرونو او يو لوريزه پوښښ تختو لپاره اټکلي کوږوالي مومنټونه او عرضاني قوې ، د هغوی د حالتونو له مخې د لاندېني (2.5- جدول) او(3.5- جدول) په واسطه سپارښتنه کوي:

2.5 - جدول: د پرله پسې او سپنيز کانکريټي ګاډرونو او يو لوريزه پوښښ تختو اټکلي عرضاني قوې [140:8].

موقيعيت	عرضاني قوې (V_u)
د لومړي دننني اتکاء ، بېروني اړخ لپاره	$1.15\left(\frac{W_u L_n}{2}\right)$
د نورو ټولو اتکاء ګانو اړخونو لپاره	$\left(\frac{W_u L_n}{2}\right)$

3.5 - جدول: د پرله پسې او سپنیز کانکریټي ګاډرونو او یو لوریزه پوښښ تختو اټکلي کوږوالي مومنټونه [85:7].

مومنټ	موقیعیت	شرایط	M_u
مثبت	لومړۍ یا وروستنۍ وایه	له اتکاء سره محدوده شوې	$\frac{W_uL_n^2}{24}$
		په وایه کې	$\frac{W_uL_n^2}{11}$
	دننۍ یا منځنۍ وایې	د ټولو لپاره	$\frac{W_uL_n^2}{16}$
منفي	دبېرونۍ اتکاء دننني اړخ	په محدود شوي ګاډر د تکیه کېدنې په حالت کې	$\frac{W_uL_n^2}{24}$
		د پایې یا ستنې سره په تکیه کېدنې محدود شوی	$\frac{W_uL_n^2}{16}$
	د لومړۍ دننۍ اتکاء ، بېروني اړخ	له دوو وایو په حالت کې	$\frac{W_uL_n^2}{9}$
		د دوو څخه د ډېرو وایو په حالت کې	$\frac{W_uL_n^2}{10}$
	د نورو اتکاګانو اړخونه	د ټولو لپاره	$\frac{W_uL_n^2}{11}$
	د ټولو اتکاګانو اړخونه چې د (a) او (b) حالتونه صدق وکړي	(a)- هغه د پوښښ تختې چې د وایو اوږدوالی یې له(3m) یا (10ft) څخه ډېر نه شي. (b)- هغه ګاډرونه چې د پایو د سختۍ د مجموعي او د ګاډر د سختۍ نسبت له (8) څخه ډېر شي	$\frac{W_uL_n^2}{12}$

4.5- د یولوریزه پوښښ تختولپاره د اساسي سیخانو محاسبه
(Design of the Main Steel for One-way Slabs)

د یولوریزه پوښښ تختو د بنسټیز یا اساسي سیخانو محاسبه د هغه نهایي اعظمي کوږوالي مومنټ (M_u) له مخې سرته رسیږي ، چې د پوښښ تختې د یومتر یا یو فوټ په عرض محاسبوي تسمې له پاسه د عامل بارونو(مړه او ژوندیوبارونو) له امله رامنځته کیږي. چې محاسبه یې کټ مټ په کوږوالي کې د ګاډر د محاسبې په څېر سرته رسیږي. چې له کړنلارې څخه یې په لنډه توګه په لاندې ډول یادونه کیږي:

دیو لوریزه پوښښ تختې ابعاد (په لنډه لوري د پوښښ د تختې محاسبوي وایې اوږدوالی اود یو مترمحاسبوي تسمې عرض) له مخې معلوم وي، خو د محاسبې د سرته رسولو لپاره اړینه بریښي ، چې د پوښښ تختې دباریدنې او جوړونکو موادو ځانګړتیاوې لکه (f'_c) او (f_y) معلوم وي.

لمړی قدم: د یو لوریزه پوښښ تختې له پاسه او هم د خپل وزن په ګډون د یومتر په عرض محاسبوي تسمې له پاسه پیدا کیږي او بیا د هغې له مخې د پوښښ تختې د حالت له مخې نهایي اعظمي کوږوالي مومنټ پیدا کیږي [2010-216:6].

دویم قدم : د (M_n) د قیمت پیدا کوو او($\phi = 0.90$) د فرضوو. د دې لپاره چې ($\phi M_n \geq M_u$) په لاس راوړو نو $M_n = (M_n)_{min} = M_u / \phi$ قبلوو [369-372:18].

دریم قدم :د (ACI 318) کود د لارښوونې له مخې په پوښښ تختو کې د فولادي سیخانو لپاره خالصه پوښل یا محافظوي طبقه (Clear Cover) باید د (20 mm) ملي مترود یولوریزه پوښښ تختولپاره فعاله ارتفاع ($d = h - 20mm$) پیدا کیږي.

څلورم قدم :د فعالې ارتفاع د پیدا کیدنې څخه وروسته د ($R_n = \frac{M_n}{bd^2}$) پیدا کیږي.

پنځم قدم: د لاندېنیو معادلو پر بنسټ د سیخبندۍ د نسبت (ρ) قیمت محاسبه کوو:

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right]$$

اویا هم کولی شو چې دا قیمت د لاندېني فورمول په واسطه پیدا کړو:

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}}\right)$$

په پورتني فورمول کې ($m = \frac{f_y}{0.85f'_c}$) قبلېږي.

او یاهم کولی شوله جدولونو څخه د(ρ) قیمت پیدا کړو. خو د (ρ) قیمت د (ACI 318) کود دلاندېنیو اصغري قیمتونو د لارښوونې په پام کې نیولو سره قبالیږي:

(الف) - که په پوښښ تختو کې هغه سیخان چې په تسلیمېدنه کې یې مقاومت ($f_y < 420$ MPa) یا ($f_y < 60{,}000$psi) وي وکاریږي ، نو د سیخانو د سیخبندۍ نسبت ، اصغري اندازه او قیمت یې ($\rho_{min} = 0.002$) قبلېږي او د سیخانو مساحت یې د پوښښ تختې د بشپړې مقطعې مساحت پر بنسټ دلاندېنۍ فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$$A_{min} = 0.002 \times 12 \times h\ (mm^2/m) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9.5)$$

(ب) - که په پوښښ تختو کې هغه سیخان چې په تسلیمېدنه کې یې مقاومت ($f_y = 420$ MPa) یا ($f_y = 60{,}000$psi) وي وکاریږي ، نو د سیخانو د سیخبندۍ نسبت ، اصغري اندازه او قیمت یې ($\rho_{min} = 0.0018$) قبلېږي او د سیخانو مساحت یې د پوښښ تختې د بشپړې مقطعې د مساحت پر بنسټ دلاندېني فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$$A_{min} = 0.0018 \times 1000 \times h\ (mm^2/m) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10.5)$$

(ج) - که په پوښښ تختو کې هغه سیخان چې په تسلیمېدنه کې یې مقاومت ($f_y > 420$ MPa) یا ($f_y > 60{,}000$psi) وي وکاریږي ، نو د سیخانو د سیخبندۍ نسبت ، اصغري اندازه او قیمت یې ($\rho_{min} = 0.0018$) قبلېږي او د سیخانو مساحت یې د پوښښ تختې د بشپړې مقطعې د مساحت پر بنسټ د لاندېني فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$$A_{min} = 0.0018 \times 1{,}000 \times h\ (mm^2/m) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11.5)$$

شپږم قدم : د(ρ) د پورتنیو قیمتونو د پرتلنې له مخې ټاکل کېږي او د لاندېنۍ معادلې پر بنسټ د سیخانو اړین مساحت (A_s) قیمت محاسبه کېږي: $A_s = \rho\, bd$

اووم قدم : د یولوریزه پوښښ تختې د یومتر په عرض محاسبوي تسمه کې د فولادي سیخانو د مساحت له پیدا کېدنې څخه وروسته ، د یولوریزه پوښښ تختې د یومتر په عرض محاسبوي تسمه کې اړین بنستیز یا اساسي او اصلي سیخان غوره کېږي [11:222-220].

هغه سیخان چې د یولوریزه پوښښ تختو په یو متر محاسبوي تسمه کې پیدا کېږي ، هغې نسبت (ρ) ، د ګاډرونو په پرتله د سیخانو د سیخبندۍ نسبت (ρ) سره توپیر لري. په پوښښ تختو کې د سیخانو د سیخبندۍ نسبت اصغري اندازه او قیمت په دواړو لورو یانې د کوږوالي مومنټ په وړاندې دمقاوم کېدنې بنستیز او اصلي سیخان اود تودوخې او انقباض په وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره سیخان یو له بله سره توپیر لري.

د اوسپنیز کانکرېټي پوښښ تختو لپاره په ضخامت کې د اساسي سیخانو مساحت (mm^2/m) او د متقابلو سیخانو مساحت (mm^2/m) دوقفېدنې له مخې پیدا کېږي. سره له دې ، چې د پوښښ تختې تحلیل د (1.0 m) یو متر محاسبوي تسمې له مخې سرته رسېږي ، خو د سیخانو د ځای په ځای کېدنې لپاره له دې محاسبوي تسمې څخه کار نه اخیستل کېږي. محاسبوي تسمه د تحلیل محاسبې او ډیزاین ساده کولو لپاره یوه ریاضیکي اله ده. وېشوونکي سیخان د نمبر او فاصلې په پام کې نیول و سره لکه په 10) mm@ 180mm C/C) اویا هم (#4@10”C/C) ډول ښودل کېږي. د دې له مخې د ځای په ځای شویو سیخانو واقعي سیخانو معادل مساحت په یومتر عرض لرونکي محاسبوي تسمه کې پیدا کېږي. چې دا اوښتنه د لاندېنۍ معادلې په واسطه په لاس راځي.

د سیخانو مساحت = په (1.0 m) کې د سیخانو مساحت تقسیم یې د ټاکل شوېو سیخانو تر منځ فاصله.

A_s = area of selected steel bar x 1000 mm / selected bar spacing……… (12.5)

په پورتنې معادله کې (A_s) په یوه متر عرض لرونکې محاسبوي تسمه کې د سیخانو په (mm^2) ملي مترمربع مساحت دی [199,200:12].

اتم قدم : د یولوریزه پوښښ تختې د یومتر په عرض محاسبوي تسمه کې اړین بنستیز یا اساسي او اصلي لاسته راغلو سیخانو په پام کې نیولو سره د پوښښ تختې تحلیل سرته رسیږي ، ترڅو دهغې په واسطه د (ϕM_n) قیمت پیدا شي او لاندېنۍ معادله د تصدق کړي.

$$\phi M_n \geq M_u \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13.5)$$

دلته (M_u) په لومړي قدم کې په لاس راځي [369-372:18].

نهم قدم : له لومړي قدم څخه تر اتم قدم پورې ، تکرارېدنه تر هغه بریده سرته رسېږي ، تر څو د یو متر په عرض لرونکې محاسبوي تسمه کې یو لوریزه پوښښ تختې د مقطعې لپاره قناعت بښوونکې محاسبه او ډیزاین لاسته راوړو.

5.5- د تودوخې او انقباضي سیخانو محاسبه

(Design of Temperature and Shrinkage Reinforcement)

داچې د کانکرېټ د تودوخې د کمېدنې او انقباض له امله په حجم او اوږدوالي کې بدلون راځي ، نو په یو ریخت ډول سره په ګاډرونو د تکیه شوي پوښښ تختو له امله او په پایله کې د اوږدوالي د کمېدنې په وړاندې د مخنیوي لپاره ، دا پېښه د کششي تشنجاتو لامل کېږي او په پایله کې یې د پوښښ په تختو کې تشنجات رامنځته کېږي ، چې د درزونو د پیدا کېدنې لامل کېږي. نو پوښښ په تختو کې د دې درزونو د عرضونو د کمېدنې لپاره ، فولادي سیخان ځای په ځای کېږي. د پوښښ په تختو کې د تودوخې او انقباض سیخان داسې ځای په ځای کېږي ، چې په پایله کې یې ، د پوښښ په تختو کې درزونه داسې وېشل کېږي ، چې د درزونو عرض کوچنی شي او د زیان لامل نه شي. د پوښښ تختو د کانکرېټو د انقباض د پیل پر مهال دا ډول فولادي سیخان غبرګون ښیي او په پایله کې له کشش لاندې واقع کېږي. په هغو کانکرېټو کې چې فولادي سیخان ولري ، د هغو کانکرېټو په پرتله چې فولادي سیخان نه لري ، د انقباض اندازه لږه وي او سربېره پر دې په کانکرېټو کې د فولادي سیخانو د شتون له امله ، په کانکرېټو کې د ډېر ولویو عرض لرونکي درزونو پر ځای ، کوچني عرض لرونکي یا وېښته ډوله درزونه راپیدا کېږي ، چې د پوښښ په تختو کې کوم زیان نه رامنځته کوي [99-101:13].

په یو لوریزه پوښښ تختو په اوږدو کې پر تکیه کونکو عمود د محاسبوي فولادي سیخانو شتون ، په کانکرېټو کې د انقباض او د تودوخې د بدلون له امله پېښې په وړاندې ښه غبرګون ښیي. په دې شرط چې د پوښښ تختو په اوږدو کې د انقباض او د تودوخې

دبدلون دغبرګون په وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره فولادي سيخان د اصلي او بنستيزويا اساسي فولادي سيخانو په متقابل لوري کې ځای په ځای شي ، تر څو د پوښښ په تختو کې له زيان څخه مخنيوی وکړي ، چې همدا فولادي سيخان په فني توګه د تودوخې او انقباضي فولادي سيخانو په نوم يادېږي. دا ډول فولادي سيخان په هغه پوښښ تختو کې په پام کې نيول کېږي ، چې بنستيزه او اصلي سيخان يې په يوه لوري ځای په ځای شوي وي ، دا په دې مانا که چېرته په بل لوري هم د پوښښ په تختو کې د کوږوالي يا انحناء په وړاندې فولادي سيخان شتون ونلري ، نو د تودوخې او انقباضي فولادي سيخانو ته اړتيا نه ليدل کېږي. د (ACI Code) له غوښتنې سره سم د تودوخې او انقباضي فولادي سيخانو نسبت $(\rho = \frac{A_s}{bh}$ (د پوښښ تختې د ټولې مقطعې د مساحت له مخې په لاندېني (4.5- جدول) کې ښودل شوی دی [526-534:2].

4.5- جدول: په يولوريزه پوښښ تختو کې د تودوخې او انقباضي فولادي سيخانو اصغري نسبت[533:2].

د فولادي سيخانو په تسليمېدنه کې مقاومت (f_y)	د فولادي سيخانو نسبت (ρ)
که $f_y < 420$ MPa وي	$\rho = 0.0020$
که $f_y = 420$ MPa وي	$\rho = 0.0018$
که $f_y > 420$ MPa وي	$\rho = \frac{0.0018 \text{ x } 420}{f_y}$

يو لوريزه پوښښ تختې د عرضاني قوو په وړاندې په لاندې ډول کنترولېږي:

د پوښښ تختې فعاله ارتفاع د هغې د ضخامت ، محافظوي طبقې او د ځای په ځای کېدونکو سيخانو د قطر له مخې د لاندېني فورمول په واسطه محاسبه کېږي:

فعاله ارتفاع = د پوښښ تختې ضخامت - خالصه محافظوي طبقه - د بنستيزه سيخ د قطر نيمايي

$$d = h_s - C_c - d_b/2 \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (14.5)$$

په پورتنۍ فورمول کې:

d- د پوښښ تختې فعال ارتفاع ده.

h_s- د پوښښ تختې ضخامت دی.

C_c- خالصه محافظوي طبقه ده ، له (20 mm)ملي مترو څخه تر (25 mm) ملي مترو پورې قبلیږي.

d_b – د ځای په ځای:ېدونکې سیخ قطر دی.

خو دا فعاله ارتفاع د لاندېنې فورمول په واسطه کنترولیږي:

$$d^2 = \frac{M_u}{\phi\rho f_y(1 - \frac{0.59\rho f_y}{f_c'})} \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (15.5)$$

نهایې ضریبې شوې عرضاني قوه (V_u) چې د بار له اغېزې په یولوریزه پوښښ تختې عمل کوي (ϕV_c) عرضاني قوې سره پرتله کېږي ، چې د لاندېنې فورمول په واسطه پیدا کېږي [428,429:16]:

$$\phi V_c = 0.75\ \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}\ b_w d \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (16.5)$$

6.5- په یولوریزه پوښ تختو کې د سیخانو ځای په ځای کول

(Reinforcement Detail in One-Way Slabs)

د پوښښ په تخته کې د سیخانو ځای په ځای کولو ته په لاندې ډول پاملرنه کېږي:

(الف) - د پوښښ تختې د سیخانو ځای په ځای کولو لپاره دوه پردې په پام کې نیول کېږي : د فولادي سیخانو یوه پرده د کوږوالي (انحنایي) مومنټ په وړاندې د مقاومت لپاره ځای په ځای کېږي ، چې داصلي او بنسټیزې یا اساسي سیخبندۍ پردې په نامه یادېږي (چې په عامه توګه په لنډ لوري کې ځای په ځای کېږي) او دفولادي سیخانو بله پرده د فولادي سیخانو د دویمې پردې په نامه یادیږي ، چې د بنسټیزو فولادي سیخانو په باالمقابل یا په متقاطع لوري کې ځای په ځای کېږي ، چې د تودوخې او انقباضي سیخانو (Temperature and Shrinkage Reinforcement) په نوم یادېږي ، چې د تودوخې او انقباض له امله د پیداکېدونکو درزونو د کمولو لپاره په پوښښ تختو کــې

ځای په ځای کېږي ، چې مخکې (5.5- برخه) کې پرې بشپړه بحث وشو-189]
.202:14]

(ب) - د پوښښ په یو لوریزه تختو کې د دې دوو پردو ځای په ځای کېدنه داسې سرته رسېږي ، چې د مثبت کرېدنې مومنټ په شتون سره اصلي او بنسټيزه یا اساسي پرده چېرته چې فعاله ارتفاع ډېره وي ، په لاندېنۍ برخه کې او د تودوخې او انقباض پرده د هغې له پاسه په متقاطع ډول ځای په ځای کېږي. خو که چېرې د کوږوالي مومنټ منفي وي ، په هغه حالت کې اصلي او بنسټيزه یا اساسي پرده هلته چې فعاله ارتفاع ډېره وي ، په پاسنۍ برخه کې او د هغې د تودوخې او انقباض پرده په لاندېنۍ برخه کې په متقاطع ډول ځای په ځای کېږي.

(ج) - د بنسټيزو یا اساسي فولادي سیخانو تر منځ فاصله په اعظمي ډول د پوښښ تختې د ضخامت له درې ځلې (3h) څخه باید ډېر نه شي او د (450 mm) ملي مترو یا د(18 in) انچو څخه لږ یا ورسره مساوي وي ، خو په عملي ساحه کې د دې توصیه او لاربښوونه کېږي ، چې له (300 mm) ملي مترو څخه ډېر نه شي. همداراز د تودوخې او انقباضي سیخانو تر منځ فاصله اعظمي فاصله باید د پوښښ تختې د ضخامت له پنځه ځلې (5h) څخه ډېر نه شي او د (450 mm) ملي مترو یا د(18 in) انچه څخه لږ یا ورسره مساوي وي [256,257:17].

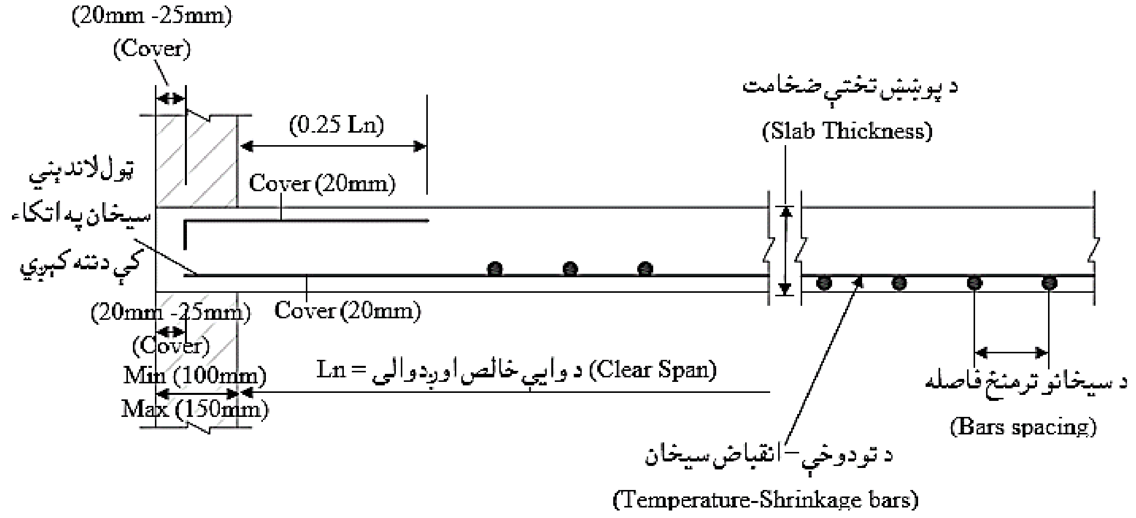
د سیخانو د قطر او مساحت په پام کې نیولو سره د سیخانو تر منځ فاصله په ملي متر سره د لاندېني (5.5- جدول) له مخې پیدا کولی شو :

5.5- جدول: په يولوريزه پوښښ تختو کې د فولادي سيخانو قطر او مساحت له مخې د سيخانو تر منځ په ملي متر سره فاصلې [241:10].

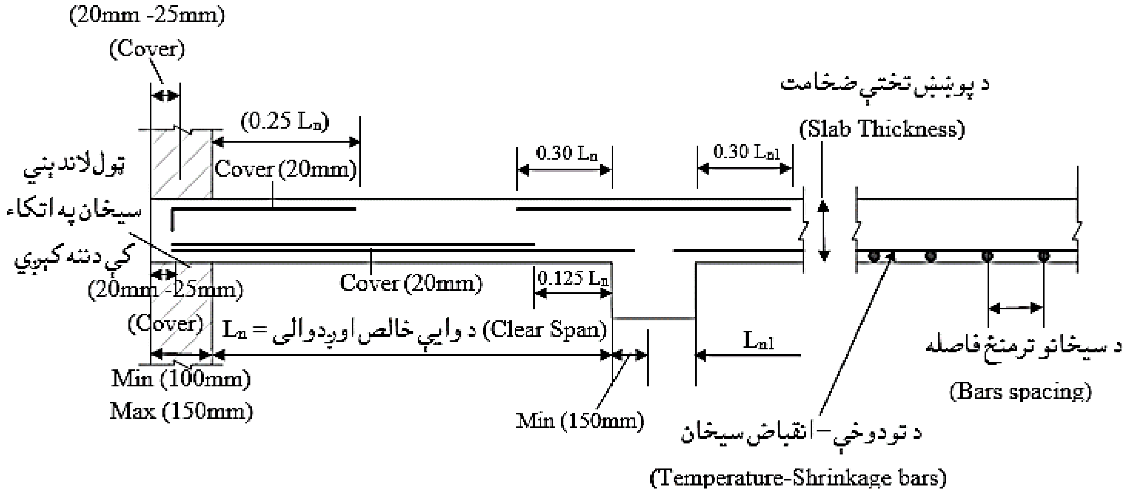
د سيخانو قطر په (mm)	په (mm) ملي متر سره د سيخانو ترمنځ فاصلې لپاره په (mm^2) ملي متر مربع سره د سيخانو مساحت												
	S = 80	100	120	140	150	160	180	200	220	240	260	280	300
6	350	282	235	201	188	176	157	141	128	117	113	100	94
8	628	502	418	359	335	314	279	251	228	209	201	179	167
10	981	785	654	560	523	490	436	392	356	327	314	280	261
12	1413	1130	942	807	753	706	628	565	514	471	452	403	376
16	2513	2010	1675	1436	1340	1256	1117	1005	913	837	804	718	670

(د) - د (ACI 318) کود د لاربنوونې له مخې په پوښښ تختو کې د فولادي سيخانو لپاره خالصه پوښل يا محافظوي طبقه (Clear Cover) بايد د (20 mm) ملي مترو او يا د (3/4 in) څخه لږه نه شي.

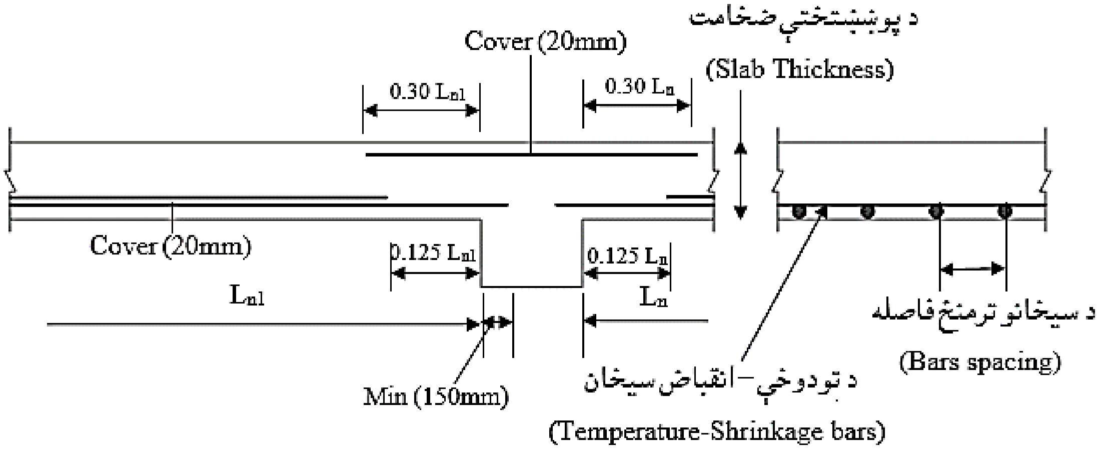
(هـ) - د اوسپنيز کانکرېټي پوښښ تختو لپاره محاسبه شوی ضخامت او د سيخانو تر منځ فاصله د ساختمان له جوړښت سره بايد ډېره اغېزمنه ، ښه سمون او انډول لري. د پوښښ تختو لپاره ضخامت د دولس نيم ملي مترو په ډېروالي سره تر (150mm) ملي متره او د (25mm) په ډېروالي سره تر (300mm) ملي مترو او يا هم د نيم انچ په ډېروالي سره تر شپږ انچه او د يو انچ ډېروالي سره تر دولسو انچو په اندازه غوره او انتخابيږي او همداراز د (50mm) په ډېروالي سره تر (450mm) ملي مترو او يا هم دوه انچو په ډېرېدنې سره هم تر دولس انچو پورې په پام کې نيول کېږي. د سيخانو تر منځ هم د ښه انډول لپاره د (25mm) په ډېروالي سره تر (300mm) ملي مترو او يا هم د يو انچ په ډېرېدنې سره تر لسو انچو او د (50mm) په ډېروالي سره تر (450mm) ملي مترو او يا هم د دوه انچو په ډېرېدنې سره تر اتلسو انچو پورې په پام کې نيول کېږي [221-223:15].



12.5- شکل: د يوې وايې لرونکې يولوريزه پوښښ تختې د سيخانو د ځای په ځای کېدنې سپارښتنه [221:11].

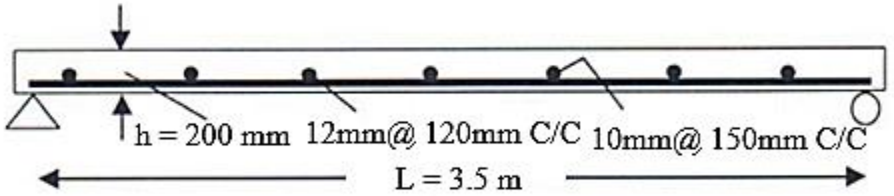


13.5- شکل: د وروستنیو وایو یولوریزه پوښښ تختې د سیخانو د ځای په ځای کېدنې سپارښتنه[220:11].



14.5- شکل: د منځنیو وایو یولوریزه پوښښ تختې د سیخانو د ځای په ځای کېدنې سپارښتنه[222:11].

1.5 - مثال: په لاندېني شکل کې د ښودل شوې او سپنيز کانکرېټي يو لوريزه پوښښ تختې، چې د ساده اتکاء له پاسه تکيه شوې ده ، وړتيا تحليل کړئ. که چېرې له دې پوښښ تختې څخه د مسافرو لپاره د ګراژ او د ګاډو د لارې په توګه ترې ،ګټه اخيستل کېږي. په داسې حال کې چې د کانکرېټو فشاري مقاومت يې ($f'_c = 20$ MPa) او د سيخانو مقاومت يې په تسليمېدنه کې ($f_y = 420$ MPa) وي.



حل:

1- د(ACI Code) کـود له غـوښتنې لـه مخـې د پوښـښ تختې اصغري ضخامـت د (5.1 - جدول) پر بنسټ مساوي کېږي په:

دا چې پوښښ تخته ساده اتکاء لري ، نو له همدې امله د جدول له مخې يې اصغري ضخامت د (20/وايه) په اندازه په پام کې نيول کېږي.

$$L/20 = 3500/20 = 175mm < 200\ mm$$

څرنګه چې د پوښښ تختې ضخامت د کود له توصيه شوې ضخامت څخه ډېر دی ، نو همدغه ضخامت (h = 200 mm) قبلوو .

2- د کانکرېټو حجمي وزن ($24\ KN/m^3$) په پام کې نيولو سره ، د پوښښ تختې د خپل وزن له امله ، مړ يا دايمي بار مساوي کېږي په:

د پوښښ تختې وزن = $(0.2\ m) \times 24\ KN/m^3 = 4.8\ KN/m^2$.

3- وېشل شوي ژوندي يا مؤقت بار له امله وزن ، چې د (ACI Code) کود د جدول له مخې د ګاډو د لارې لپاره ($12.2\ KN/m^2$) کيلو نيوټن پر متر مربع په پام کې نيول کېږي.

4- متمرکز ژوندی یا مؤقتي بار له امله وزن ، چې د (ACI Code) کود د جدول له مخې د ګاډو د لارې لپاره (33.0 KN)کیلو نیوټن په پام کې نیول کېږي.

5- د پوښښ تختې له پاسه یوازې وېشلې مړ او وېشلې ژوندي بار له امله نهایي بار او د هغې له مخې نهایي یا اعظمي کوږوالي (انحایي) مومنټ په لاندې ډول پیدا کوو:

$$W_u = 1.2 \times 4.8 + 1.6 \times 12.2 = 25.3\ KN/m^2$$

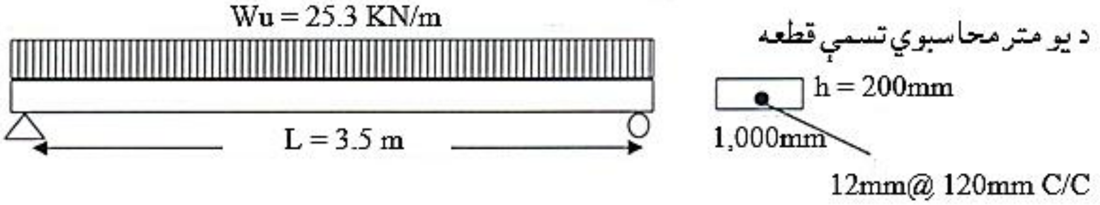
د یو متر محاسبوي تسمې لپاره دا بار مساوي کېږي په

$$W_u = 25.3\ KN/m^2 \times 1.0\ m = 25.3\ KN/m$$

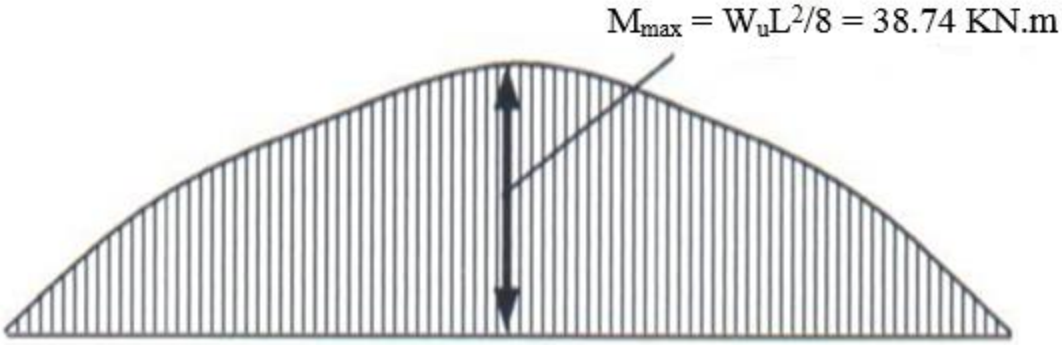
د کږېدنې مومنټ مساوي کېږي په:

$$(M_u)_{max} = W_u.L^2/8 = 25.3 \times (3.5)^2/8 = 38.74\ KN.\ m$$

د پوښښ تخته د ژوندي یو شانته وېشلې بار لاندې په لاندېنې شکل کې ښودل شوې ده:



د یولوریزه پوښښ تختې یو متر محاسبو ي تسمه، چې د ګاډر بڼه لري ، د مړ وېشلي بار لاندې.



د یولوریزه پوښښ تختې د یو متر محاسبوي تسمې لپاره ،چې د ګاډر بڼه لري،د کوږوالي مومنټ دیاګرام.

6- د پوښښ تختې له پاسه يوازې د وېشلې مړ او د متمركز ژوندي بار له امله نهايې بار او د هغې له امله نهايې يا اعظمي كوږوالي (انحنايي) مومنټ په لاندې ډول پيدا كوو:

يوازې مړ وېشلى بار مساوي كېږي په:

$$W_u = 1.2 \times 4.8 = 5.76\ KN/m^2 .$$

يوازې ژوندى متمركز بار مساوي كېږي په:

$$P_u = 1.6 \times 33 = 52.80\ KN.$$

د پوښښ تختې په يو مترمحاسبوي تسمه كې دا بار مساوي كېږي په:

يوازې مړ وېشلى بار:

$$W_u = 5.76\ KN/m.$$

يوازې ژوندى متمركز بار:

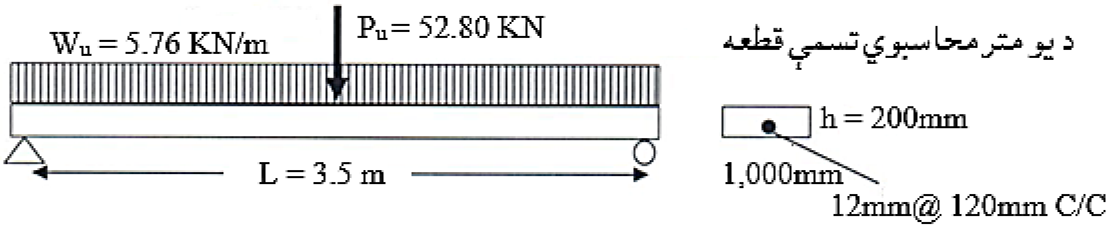
$$P_u = 52.80\ KN.$$

د كوږوالي مومنټ مساوي كېږي په:

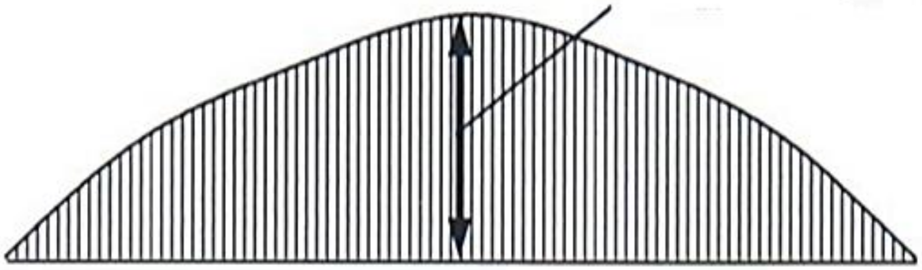
$$(M_u)_{max} = W_u.L^2/8 + P_u.L/4 = 5.76 \times (3.5)^2/8 + 52.80 \times 3.5/4$$

$$(M_u)_{max} = 8.82 + 46.20 = 55.02\ KN.\ m$$

د پوښښ تخته د ژوندي متمركز بار لاندې په لاندېني شكل كې ښودل شوې ده:



د يولوريزه پوښښ تختې يو متر محاسبوي تسمه، چې د ګاډر بنه لري ، د مړوېشلي او د ژوندي متمركز بار لاندې.



د یولوریزه پوښښ تختې د یو متر محاسبوي تسمې لپاره ،چې د ګاډر بهه لري،د کوږوالي مومنټ دیاګرام.

د پورتنیو محاسبو او د کوږوالي منتهونو د دیاګرامونو څخه څرګندېږي ، چې د پوښښ تختې له پاسه د متمرکز ژوندي بار اغېزه د وېشلي ژوندي بار په پرتله ډېره ده، نو د پوښښ تختې له پاسه ډېر شوی بار $(M_u)_{max} = 55.02$ KN.m قبلوو.

7- د پورتني نهایي یا اعظمي کوږوالي یا انحنایي مومنټ له امله د نومینالي انحنایي مومنټ قیمت په لاس راوړو:

دا باید په یاد ولرو چې $(\phi M_n \geq M_u)$ یا $(M_n \geq M_u/\phi)$ وي، نو

$$M_n \text{ یا } (M_n)_{min} = M_u/\phi = 55.02/0.9 = 61.13 \text{ KN.m}$$

8- د فعالې ارتفاع (d) قیمت په لاندې ډول پیداکوو:

فعاله ارتفاع = د پوښښ تختې ضخامت - خالصه محافظوي طبقه - د بنسټېزه سیخ د قطر نیمایي

$$d = 200 - 20 - (12)/2 = 174 \text{ mm}$$

9- د پوښښ تختې د یو متر محاسبوي تسمې لپاره د سیخانو مساحت په لاندې ډول پیداکوو:

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{61.13 \times 10^6}{1{,}000 \times (174)^2} = 2.02 \text{ N/mm}^2$$

د پوښښ تختې دیومتر محاسبوي تسمې لپاره د سیخبندۍ نسبت (ρ) په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 20}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 2.02}{0.85 \text{ x } 20}}\right)\right]$$

ρ = 0.0405 x 0.13 = 0.0053

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \text{ x } 20} = 24.706$$

$$\rho = \frac{1}{24.706}\left(1-\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 24.706 \text{ x } 2.02}{420}}\right)$$

ρ = 0.0405 x 0.13 = 0.0053

د سیخانو اړین مساحت مساوي کېږي په:

$A_{sreq} = \rho bd$ = 0.0053 x 1,000 x 174 = 922.2 mm^2/m

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_{sreq}} = \frac{113\text{x } 1{,}000}{922.2} = 123 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکي د یو سیخ چې قطر یې(12 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (12)^2}{4} = 113 \text{ mm}^2$$

د پوښښ په تخته کې (A_{sprov} = 12 mm@120 mm C/C) فولادي سیخان ځای په ځای شوي دي ، نو د ځای په ځای شویو فولادي سیخانو مساحت په لاندې ډول پیدا کوو:

$$A_{sprov} = \frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{\text{Space}} = \frac{113\text{x } 1{,}000}{120} = 941 \text{ mm}^2\text{ /m} > A_{sreq} = 922.2 \text{ mm}^2\text{/m}$$

له بلې خوا د اړینو فولادي سیخانو ترمنځ فاصله (123 mm C/C) په لاس راغلې ، خو د پوښښ په تخته کې د ځای په ځای شویو فولادي سیخانو تر منځ (120 mm C/C) ده.

10- په دواړو لورو کې د فولادي سیخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیدا کوو:

د اساسي سیخانو لپاره، داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي:

$A_{smin} = \rho bh$ = 0.0018 x 1,000 x 200 = 360 mm^2/m

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سيخانو تر منځ فاصله بايد له ($3h = 3 \times 200 = 600$ mm) او يا هم له (450 mm) ملي متره څخه کوچنۍ وي. خو په لوريزه پوښښ تختې کې بنسټيزو يا اساسي ځای په ځای شويو فولادي سيخانو مساحت ($A_{sprov} = 941\ mm^2/m > A_{min} = 360\ mm^2/m$) دی. همدا راز د ځای په ځای شويو اساسي فولادي سيخانو تر منځ فاصله (120 mm) ، چې له ($3h = 600$ mm) څخه لږه ده.

د تودوخې او انقباضي فولادي سيخانو لپاره :

$$A_{smin} = 0.0018\ bh = 0.0018 \times 1{,}000 \times 200 = 360\ mm^2/m$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سيخانو تر منځ فاصله بايد له ($5h = 5 \times 200 = 1{,}000$ mm) او يا هم له (450 mm) ملي متره څخه کوچنۍ وي. خو په لوريزه پوښښ تختې کې د تودوخې او انقباضي ځای په ځای شويو فولادي سيخانو قطر (10 mm) او تر منځ فاصله يې (150 mm) ده ، نو مساحت يې مساوي کېږي په:

$$A_{stsh} = \frac{A_{\phi} \times 1{,}000}{Space} = \frac{78.5 \times 1{,}000}{150} = 523\ mm^2/m$$

په پورتني فورمول کې (A_{ϕ}) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای شوي د يو سيخ چې قطر يې (10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

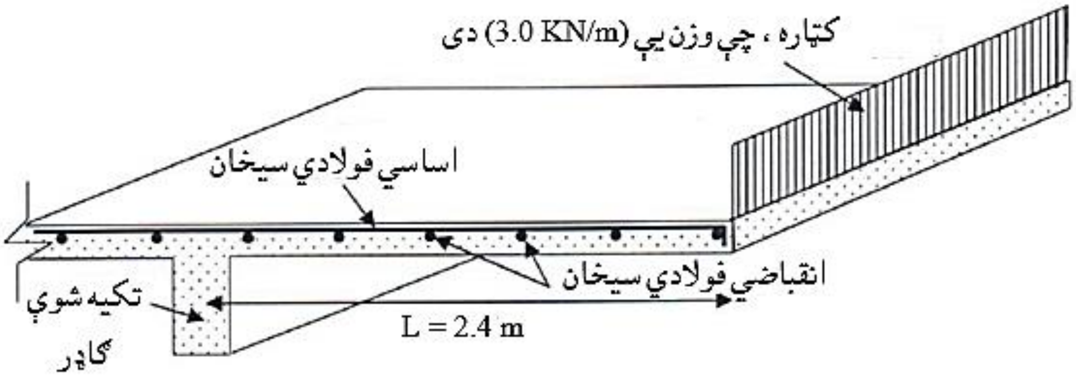
$$A_{\phi} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (10)^2}{4} = 78.5\ mm^2$$

نو په لوريزه پوښښ تختې کې د تودوخې او انقباضي ځای په ځای شويو فولادي سيخانو مساحت د فولادي سيخانو د اصغري مساحت څخه ډېر ($A_{stsh} = 523\ mm^2/m > A_{min} = 360\ mm^2/m$) دی.

همدا راز د ځای په ځای شويو اساسي فولادي سيخانو تر منځ فاصله (150 mm) ، چې له ($5h = 1{,}0000$ mm) او يا هم له (450 mm) څخه لږه ده.

نو په پايله کې هغه اساسي او انقباضي فولادي سيخان ، چې په دې مثال کې د ورکړل شوي ، يو لوريزه تختې لپاره په پام کې نيول شوي دي ، صحيح دي او د دې سيخانو په شتون کې ، د همدې مقطعې په پام کې نيولو سره د وارده مړو او ژوندي بارونو په وړاندې بشپړه وړتيا لري.

2.5- مثال: یوه او سپنیز کانکرېټي کانټیلیور یو لوریزه پوښښ تخته ، چې په لاند ښي شکل کې ښودل شوې ده ، محاسبه کړئ ، کـه د بالکن د کتارې وزن يې (3.0 KN/m) ،وېشلی ژوندی بار يې ($1.0\ KN/m^2$)، د کانکرېټو فشاري مقاومت يې ($f'_c = 20$ MPa) اود سیخانو مقاومت يې ($f_y = 420$ MPa) وي.



حل:

1- دا چې یولوریزه پوښښ تخته کانټیلیور شکل لري ، نود پوښښ تختې ضخامت د (5.1 - جدول) له مخې په لاندې ډول پیدا کوو:

$h =$ د وایې اوږوالی $/ 10 = 2.4/10 = 0.24$ m $= 24$ cm $= 240$ mm

پس د کانټیلیور شکل لرونکي یولوریزه پوښښ تختې لپاره ضخامت ($h = 240$ mm) قبلوو.

2- د کانټیلیور شکل لرونکې یولوریزه پوښښ تختې له پاسه بارونه په لاندې ډول پیدا کېږي:

د پوښښ تختې خپل وزن په داسې حال کې چې د کانکرېټو حجمي وزن ($\gamma = 24\ KN/m^3$) په پام کې ونیول شي ، مساوي کېږي په:

$$W_D = h.\ \gamma = 0.24 \times 24 = 5.76\ KN/m^2.$$

د پوښښ تختې له پاسه د بالکن د کتارې متمرکز خطي وزن ($P = 3.0$ KN/m) دی .

د پوښښ تختې له پاسه وېشلی ژوندی بار $(W_L = 1.0\ KN/m^2)$ دی.

نهايي ضريبي شوی وېشلی بار مساوي کېږي په:

$W_U = 1.2\ W_D + 1.6\ W_L = 1.2 \times 5.76 + 1.6 \times 1.0 = 8.512\ KN/m^2.$

نهايي ضريبي شوی متمرکز بار مساوي کېږي په:

$P_U = 1.2 \times 3.0 = 3.6\ KN/m.$

په يو مترعرض لرونکې محاسبوي تسمه کې نهايي بارونه په لاندې ډول پيدا کوو:

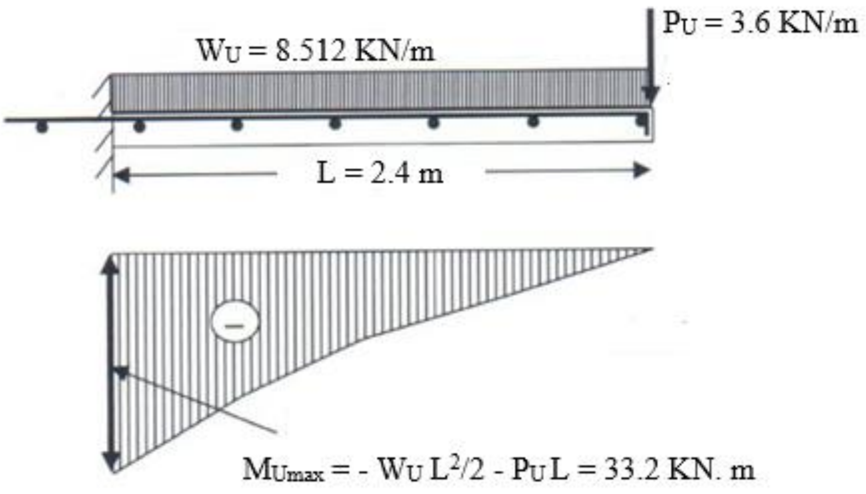
نهايي ضريبي شوی وېشلی بار $W_U = 8.512\ KN/m^2 \times 1.0\ m = 8.512\ KN/m$

نهايي ضريبي شوی متمرکز بار $P_U = 3.6\ KN/m$

3- د پوښښ تختې له پاسه د نهايي ضريبي شويو بارنو له امله نهايي يا اعظمي کوږوالي يا انحنايي مومنټ په لاندې ډول پيدا کوو:

$(M_U)_{max} = - W_U.\ L^2 / 2 - P_U.\ L = - 8.512 \times (2.4)^2/2 – 3.6 \times 2.4$

$(M_U)_{max} = - 24.515 - 8.64 = 33.2\ KN.\ m$



4- د لاسته راغلي نهايې يا اعظمي کوږوالي مومنټ له مخې ، نومينالي کوږوالي (انحنايي) مومنټ (M_n) په لاندې ډول پيدا کوو:

M_n يا $(M_n)_{min} = M_u / \phi = -33.2 / 0.9 = -36.9$ KN. m

5- د پوښښ تختې د مقطعې فعاله ارتفاع (d) په لاندې ډول پيدا کوو:

d = د اساسي سيخ د قطر نيمايې - خالصه محافظوي طبقه - د پوښښ تختې ضخامت

اساسي سيخ لپاره (12 mm)   قطرسيخ قبلوو نو:

$$d = 240 - 20 - (12/2) = 214 \text{ mm.}$$

6- د پوښښ تختې په يو متر محاسبوي تسمې کې د پاسنۍ برخې لپاره د سيخانو مساحت په لاندې ډول پيدا کوو:

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{36.9 \times 10^6}{1{,}000 \times (214)^2} = 0.81 \text{ N/mm}^2$$

د پوښښ تختې د يو متر محاسبوي تسمې لپاره د سيخبندۍ نسبت (ρ) په لاندې ډول پيدا کوو:

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 20}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 0.81}{0.85 \times 20}}\right)\right]$$

$$\rho = 0.0405 \times 0.05 = 0.002$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 20} = 24.706$$

$$\rho = \frac{1}{24.706}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 24.706 \times 0.81}{420}}\right)$$

$$\rho = 0.0405 \times 0.05 = 0.002$$

د اړينو فولادي سيخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = \rho bd = 0.002 \times 1{,}000 \times 214 = 428 \text{ mm}^2\text{/m}$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سيخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پيدا کوو:

داچې ($f_y = 420$ MPa) دی ، نو($\rho = 0.0018$) په پام کې نيول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1{,}000 \times 240 = 432\ mm^2/m$$

دا چې د پوښښ تختې په لاس راغلی سیخانو مساحت څخه د سیخانو اصغري مساحت ډېر دی (A_{smin} = 432 mm^2 > A_s = 428 mm^2)، نو د کانټیلیور شکل لرونکې یو لوریزه پوښښ تختې لپاره (A_s = 432 mm^2) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ په تخته کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو.

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو :

$$\frac{A_\phi \times 1{,}000}{A_s} = \frac{113 \times 1{,}000}{432} = 261\ mm\ C/C$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د چې یو سیخ قطر یې (12 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (12)^2}{4} = 113\ mm^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (3h = 3 x 240 = 720 mm) او یا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو په کانټیلیور شکل لرونکي یو لوریزه پوښښ تختې کې بنسټیزو یا اساسي ځای په ځای شویو فولادي سیخانو تر منځ فاصله (261 mm) ، چې له (3h = 720 mm) څخه لږه ده ، په پام کې نیول کېږي.

د تودوخې او انقباضي فولادي سیخانو لپاره :

دا چې (f_y = 420 MPa) دی ، نو (ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1{,}000 \times 240 = 432\ mm^2/m$$

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو :

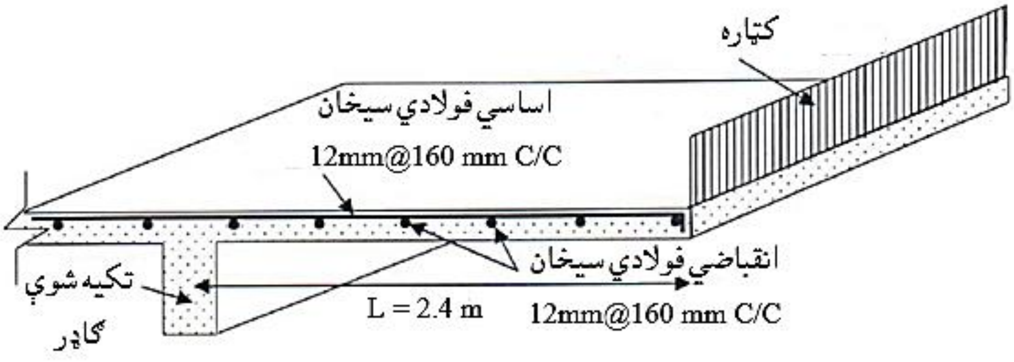
$$\frac{A_\phi \times 1{,}000}{A_s} = \frac{113 \times 1{,}000}{432} = 261\ mm\ C/C$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې د ځای په ځای کېدونکې چې د یو سیخ چ قطر یې (12 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

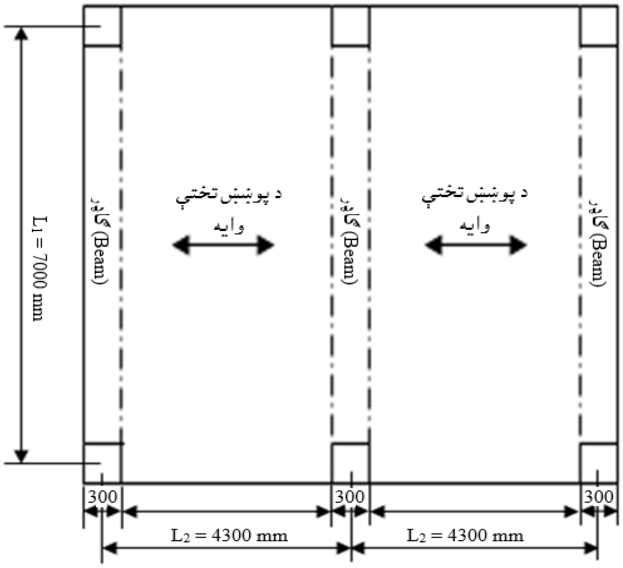
$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (12)^2}{4} = 113\ mm^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (5h = 5 x 240 = 1,200 mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي.
خو په کانټیلیور شکل لرونکې یو لوریزه پوښښ تختې کې بنسټیزو یا اساسي ځای په ځای شـویـو فولادي سیخانو تر منځ فاصله (260 mm) ، چې له (5h = 1,200 mm) او هم له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، په پام کې نیول کېږي.

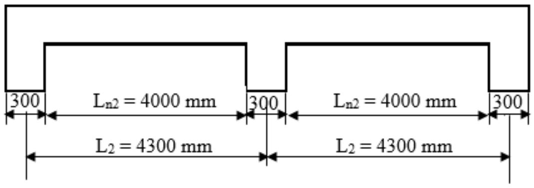
نو په پایله کې اساسي او انقباضي فولادي سیخان ، چې په دې مثال کې د ورکړل شوي دي، د کانټیلیور یو لوریزه پوښښ تختې لپاره (12mm@160 mm C/C) قبلوو او په لاندې مقطعه کې یې سیخان ځای په ځای کېږي:



3.5- مثال: په لاندېني شکل کې ښودل شوې دوه وایه لرونکي پوښښ تختې محاسبه کړئ ، چې له پاسه یې (W_L = 3.0 KN/m^2) ژوندي وېشلي بار عمل کړی وي او همدا راز په هغې کې د (f'_c= 20 MPa) مقاومت لرونکې کانکرېټ او (f_y= 420 MPa) مقاومت لرونکي فولادي سیخان په پام کې نیول شوي وي؟



د پوښښ پلان



د پوښښ د لنډ لوري مقطع

حل:

1-له هر څه وړاندې د پوښښ تختې حالت او ضخامت باید څرګند شي. داچې د پوښښ تختې یوازې په لنډ لوري په ګاډرونو تکیه دي ، نو له همدې امله د پوښښ تختې ، یولوریزه پوښښ تختې دي. د (ACI Code) د غوښتنې سره سم د پوښښ تختو لپاره ضخامت په لاس راوړو:

د لنډ لوري وایې محاسبوي اوږدوالی مساوي کېږي په:

$$L_{n2} = L - b = 4300 - 300 = 4000 \text{ mm} = 4.0 \text{ m}$$

نو د پوښښ تختې لپاره د وايې محاسبوي اوږدوالی (L_{n2} = 4.0m) په پام کې نيول کېږي.

د پوښښ تختې د خپل وزن د پيداکولو لپاره ، اړينه ده چې د هغې ضخامت پيدا کړو.

دا چې د پوښښ تختې يوه لوري ته ادامه لري ، نود (ACI Code) غوښتنې له مخې د (5.1- جدول) څخه يې اصغري ضخامت په لاندې ډول پيدا کوو :

$$h_{min} = L/24 = 4,000 / 24 = 166 \text{ mm} \approx 170 \text{ mm}$$

2-د پوښښ تختې له پاسه بارونه پيدا کوو :

مړ يا دايمي بارونه: دا چې د پوښښ تختې له پاسه نور څه په پام کې نه دي نيول شوي ، نو يوازې د پوښښ خپل وزن د مړيا دايمي بار په توګه په لاندې ډول محاسبه کوو :

$$W_D = h\gamma = 0.17 \text{ x } 24 = 4.08 \text{ KN/m}^2.$$

په پورتني فورمول کې (γ = 24 KN/m^3) د کانکرېټو حجمي وزن دی.

ژوندی بار: $W_L = 3.0 \text{ KN/m}^2$

د پوښښ تختې له پاسه نهايې اعظمي بار مساوي کېږي په:

$$W_U = 1.2 W_D + 1.6 W_L = 1.2 \text{ x } 4.08 + 1.6 \text{ x } 3 = 9.7 \text{ KN/m}^2.$$

د پوښښ تختې د يو متر په عرض محاسبوي تسمې له پاسه نهايې اعظمي بار مساوي کېږي په:

$$W_U = 9.7 \text{ KN/m}^2 \text{x } 1 \text{ m} = 9.7 \text{ KN/m}.$$

3-د پوښښ تختو له پاسه د بار له اغېزې د کوږوالي مومنټونو او عرضاني قوي په لاندې ډول پيدا کېږي:

دا چې د پوښښ تختې يوازې دوه وايې لري ، نو د (ACI Code) د لارښوونې سره سم په اتکاګانو او د وايو په منځ کې د مومنټ او عرضاني قوو د ضريبونو په پام کې نيولو سره ، لکه چې مخکې ترې يادونه وشوه په لاندې ډول پيدا کېږي:

د لومړۍ اتکاء لپاره د کوږوالي مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_{UA} = -\frac{1}{24} W_U (L_{n2})^2 = -\frac{1}{24} \text{ x } 9.7 \text{ x } (4)^2 = -6.47 \text{ KN. m}$$

د وايې لپاره د کوږوالي مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_{U1} = \frac{1}{11} W_U (L_{n2})^2 = \frac{1}{11} \times 9.7 \times (4)^2 = 14.11 \text{ KN. m}$$

د دویمې اتکاء لپاره د کوږوالي مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_{UB} = -\frac{1}{9} W_U (L_{n2})^2 = -\frac{1}{9} \times 9.7 \times (4)^2 = -21.95 \text{ KN. m}$$

د لومړۍ اتکاء لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په:

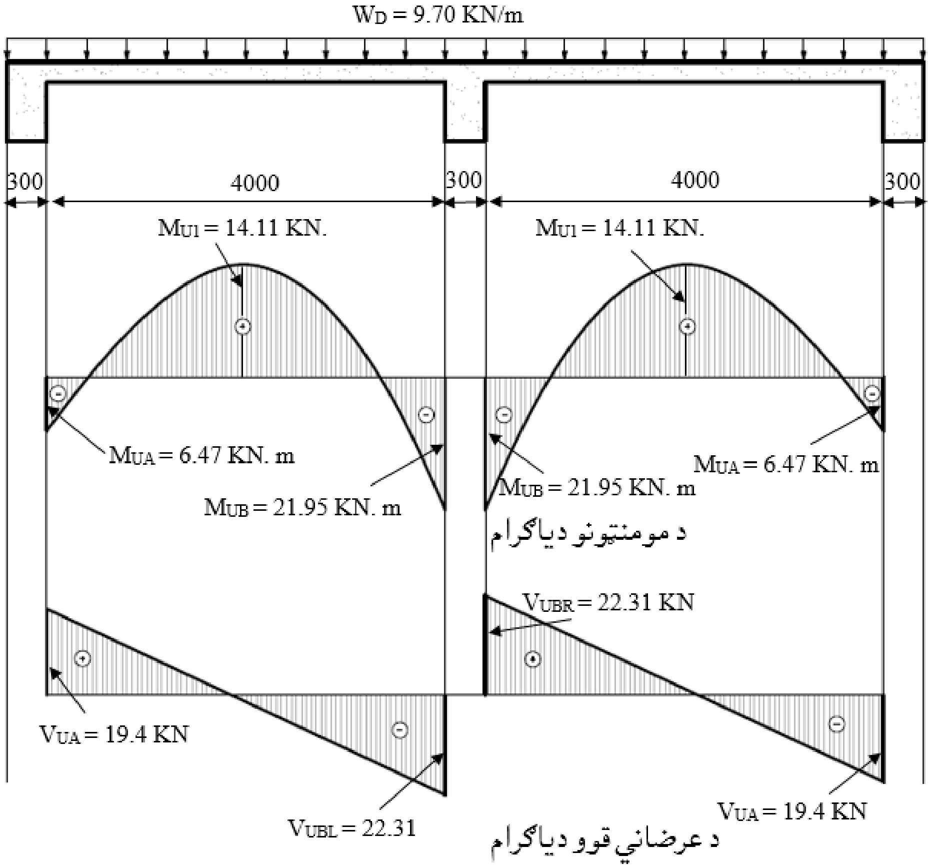
$$V_{UA} = 1.0\, W_U\, L_{n2}/2 = 1.0 \times 9.7 \times (4/2) = 19.4 \text{ KN}$$

د دویمې اتکاء چپ لوري لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په:

$$V_{UBL} = 1.15\, W_U\, L_{n2}/2 = 1.15 \times 9.7 \times (4/2) = 22.31 \text{ KN}$$

د دویمې اتکاء ښي لوري لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په:

$$V_{UBR} = 1.15\, W_U\, L_{n2}/2 = 1.15 \times 9.7 \times (4/2) = 22.31 \text{ KN}$$



4- د یوښش تختو له پاسه د کوږوالي مومنټونو له اغېزې سیخان په لاندې ډول پیدا کېږي:

(a)- د لومړۍ اتکاء لپاره د سیخانو مساحت د پیدا کولو لپاره په لاندې ډول عملیې سرته رسېږي:

څرنګه چې (M_{UA} = - 6.47 KN. m) دی ، نود کوړوالي نومينالي مومنټ مساوي کېږي په :

$M_{nUA} = M_{UA} /\phi = -6.47 / 0.9 = - 7.20$ KN. m

د پوښښ تختې د مقطعې فعاله ارتفاع (d) په لاندې ډول پيدا کوو :

d = د اساسي سيخ د قطر نيمايي - خالصه محافظوي طبقه - د پوښښ تختې ضخامت

اساسي سيخ لپاره (10 mm) قطرسيخ قبلوو ،نوفعاله ارتفاع مساوي کېږي په:

$$d = 170 – 20 – (10/2) = 145 \text{ mm.}$$

د پوښښ تختې په يو متر محاسبوي تسمې کې د پاسنۍ برخې لپاره د سيخانو مساحت په لاندې ډول پيدا کوو :

$$R_n = \frac{M_{nUA}}{bd^2} = \frac{7.20 \text{ x } 10^6}{1{,}000 \text{ x } (145)^2} = 0.342 \text{ N/mm}^2$$

د پوښښ تختې د يو متر محاسبوي تسمې لپاره د سيخبندۍ نسبت (ρ) په لاندې ډول پيدا کوو:

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 20}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 0.342}{0.85 \text{ x } 20}}\right)\right]$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.0203 = 0.00082$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \text{ x } 20} = 24.706$$

$$\rho = \frac{1}{24.706}\left(1-\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 24.706 \text{ x } 0.342}{420}}\right)$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.0203 = 0.00082$$

د اړينو فولادي سيخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = \rho bd = 0.00082 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 145 = 119 \text{ mm}^2\text{/m}$$

د (ACI Code) د غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سيخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پيدا کوو:

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نيول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 170 = 306 \text{ mm}^2\text{/m}$$

داچې د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې په لاس راغلی سيخانو مساحت د سيخانو اصغري مساحت څخه کوچنی دی (A_{smin} = 306 mm²/m > A_s = 119 mm²/m)، نو

د سیخاونو مساحت ($A_s = 306\ mm^2/m$) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو.

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_s} = \frac{78\text{x } 1{,}000}{306} = 255 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې (10 mm) مساحت دی، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له ($3h = 3 \text{ x } 170 = 510$ mm) او یا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې بنسټيزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (250 mm) ملي متره، چې له ($3h = 510$ mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده، قبلوو.

د تودوخې او انقباضي فولادي سیخانو لپاره:

دا چې ($f_y = 420$ MPa) دی، نو ($\rho = 0.0018$) په پام کې نیول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 170 = 306 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_s} = \frac{78\text{x } 1{,}000}{306} = 255 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ قطر یې (10 mm) دی مساحت دی، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له ($5h = 5 \text{ x } 170 = 850$ mm) او یا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې بنسټيزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي

سیخانوتر منځ فاصله (250 mm) ، چې له (5h = 850 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلېږي.

نو په پایله کې دپوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې اساسي فولادي سیخان (10mm@250 mm C/C) او انقباضي فولادي سیخان هم (10mm@250 mm C/C) په پام کې کېږي.

(b)- د لومړۍ وایې لپاره د سیخانو مساحت د پیداکولو لپاره په لاندې ډول عملیې سرته رسېږي:

څرنګه چې (M_{U1} = 14.11 KN. m) دی ، نود کوږوالي نومینالي مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_{nU1} = M_{U1} /\phi = 14.11 / 0.9 = 15.68 \text{ KN. m}$$

دپوښښ تختې د مقطعې فعاله ارتفاع (d) په لاندې ډول پیداکوو :

d = دپوښښ تختې ضخامت - خالصه محافظوي طبقه - د اساسي سیخ د قطر نیمایې

اساسي سیخ لپاره (10 mm) قطرسیخ قبلوو نو:

$$d = 170 – 20 – (10/2) = 145 \text{ mm.}$$

د پوښښ تختې په یو متر محاسبوي تسمې کې د پاسنۍ برخې لپاره د سیخانو مساحت په لاندې ډول پیداکوو :

$$R_n = \frac{M_{nU1}}{bd^2} = \frac{15.68 \text{ x } 10^6}{1{,}000 \text{ x } (145)^2} = 0.75 \text{ N/mm}^2$$

دپوښښ تختې د یومتر محاسبوي تسمې لپاره د سیخبندۍ نسبت (ρ) په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 20}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 0.75}{0.85 \text{ x } 20}}\right)\right]$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.045 = 0.00183$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \text{ x } 20} = 24.706$$

$$\rho = \frac{1}{24.706}\left(1-\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 24.706 \text{ x } 0.75}{420}}\right)$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.045 = 0.00183$$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په:

$A_s = \rho bd = 0.00183 \times 1,000 \times 145 = 265\ mm^2/m$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیدا کوو:

داچې ($f_y = 420\ MPa$) دی ، نو($\rho = 0.0018$) په پام کې نیول کېږي:

$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1,000 \times 170 = 306\ mm^2/m$

داچې د پوښښ تختو په لومړۍ وایه کې په لاس راغلی سیخانو مساحت د سیخانو اصغري مساحت څخه کوچنی دی ($A_{smin} = 306\ mm^2/m > A_s = 265\ mm^2/m$)، نو د سیخاونو مساحت ($A_s = 306\ mm^2/m$) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختو په لومړۍ وایه کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو.

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\frac{A_\phi \times 1,000}{A_s} = \frac{78 \times 1,000}{306} = 255\ mm\ C/C$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(10 mm) دی مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (10)^2}{4} = 78\ mm^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (3h = 3 x 170 = 510 mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې بنسټیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (250 mm) ملي متره ، چې له (3h = 510 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو.

د تودوخې او انقباضي فولادي سیخانو لپاره :

داچې ($f_y = 420\ MPa$) دی ، نو($\rho = 0.0018$) په پام کې نیول کېږي:

$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1,000 \times 170 = 306\ mm^2/m$

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\frac{A_\phi \times 1,000}{A_s} = \frac{78 \times 1,000}{306} = 255\ mm\ C/C$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (5h = 5 x 170 = 850 mm) او یا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په لومړۍ وایه کې بنسټیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي سیخانو تر منځ فاصله (250 mm) ، چې له (5h = 850 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلېږي.

نو په پایله کې د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې اساسي فولادي سیخان (10mm@250 mm C/C) او انقباضي فولادي سیخان هم (10mm@250 mm C/C) په پام کې کېږي.

(c)- د دویمې اتکاء لپاره د سیخانو مساحت د پیدا کولو لپاره په لاندې ډول عملیې سرته رسېږي:

څرنګه چې (M_{UB} = - 21.95 KN. m) دی ، نود کوږوالي نومینالي مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_{nUB} = M_{UB} / \phi = -21.95 / 0.9 = - 24.39 \text{ KN. m}$$

د پوښښ تختې د مقطعې فعاله ارتفاع (d) په لاندې ډول پیدا کوو:

d = د پوښښ تختې ضخامت - خالصه محافظوي طبقه - د اساسي سیخ د قطر نیمایې

اساسي سیخ لپاره (10 mm) قطر سیخ قبلوو نو:

$$d = 170 – 20 – (10/2) = 145 \text{ mm.}$$

د پوښښ تختې په یو متر محاسبوي تسمې کې د پاسنۍ برخې لپاره د سیخانو مساحت په لاندې ډول پیدا کوو:

$$R_n = \frac{M_{nUB}}{bd^2} = \frac{24.39 \text{ x } 10^6}{1{,}000 \text{ x } (145)^2} = 1.16 \text{ N/mm}^2$$

د پوښښ تختې د یو متر محاسبوي تسمې لپاره د سیخبندۍ نسبت (ρ) په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 20}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 1.16}{0.85 \text{ x } 20}}\right)\right]$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.0707 = 0.00286$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \text{ x } 20} = 24.706$$

$$\rho = \frac{1}{24.706}\left(1- \sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 24.706 \text{ x } 1.16}{420}}\right)$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.0707 = 0.00286$$

د اړينو فولادي سيخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = \rho bd = 0.00286 \text{ x } 1,000 \text{ x } 145 = 415 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سيخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پيدا کوو:

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نيول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1,000 \text{ x } 170 = 306 \text{ mm}^2/\text{m}$$

داچې د پوښښ تختو په دويمه اتکاء کې په لاس راغلی سيخانو مساحت د سيخانو اصغري مساحت څخه ډېر دی (A_{smin} = 306 mm²/m < A_s = 415 mm²/m)، نو د سيخانو مساحت (A_s = 415 mm²/m) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختو په دويمه اتکاء کې فولادي سيخان ځای په ځای کوو.

د لاسته راغلو سيخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پيدا کوو:

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1,000}{A_s} = \frac{78 \text{x } 1,000}{415} = 188 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د يو سيخ چې قطر يې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سيخانو تر منځ فاصله بايد له (3h = 3 x 170 = 510 mm) اويا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې بنسټيزو يا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي تر

منځ فاصله (180 mm) ملي متره ، چې له (3h = 510 mm) او له (450 mm) ملي متره ځخه لږه ده ، قبلوو.

د تودوخې او انقباضي فولادي سيخانو لپاره :

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نيول کېږي:

$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1{,}000 \times 170 = 306\ mm^2/m$

د لاسته راغلو سيخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پيدا کوو :

$$\frac{A_\phi \times 1{,}000}{A_s} = \frac{78 \times 1{,}000}{306} = 255\ mm\ C/C$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د يو سيخ چې قطر يې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (10)^2}{4} = 78\ mm^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سيخانو تر منځ فاصله بايد له (5h = 5 x 170 = 850 mm) او يا هم له (450 mm) ملي متره ځخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په دويمه اتکاء کې بنستيزو يا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي سيخانو تر منځ فاصله (250 mm) ، چې له (5h = 850 mm) او له (450 mm) ملي متره ځخه لږه ده ، قبلېږي.

نو په پايله کې دپوښښ تختو په دويمه اتکاء کې اساسي فولادي سيخان (10mm@180 mm C/C) او انقباضي فولادي سيخان (10mm@250 mm C/C) په پام کې کېږي.

5- د عرضانې قوو په وړاندې په لاندې ډول کنترولېږي:

په لومړۍ اتکاء کې عرضاني قوه په لاندې ډول ارزوو :

$V_{UA} = 19.4\ KN$

$d = 170 - 20 - (10/2) = 145\ mm$

ديولوريزه پوښښ تختې د کانکرېټي مقطعې عرضانې قوې او د کمېدونکې ضريب د ضرب حاصل (ϕV_c) د لاندېني فورمول په واسطه پيدا کېږي:

$\phi V_c = 0.75\ \frac{1}{6}\sqrt{f'_c}\,bd = 0.75 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{20} \times 1{,}000 \times 145 = 81{,}057.6N$

$\phi V_c = 81.10\ KN >> V_{UA} = 19.4\ KN$

د دويمې اتکاء چپ لوري لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په:

$V_{UBL} = 22.31$ KN

ديولوريزه پوښښ تختې د کانکرېټي مقطعې عرضانې قوې او د کمېدونکې ضريب د ضرب حاصل (ϕV_c) د لاندېنې فورمول په واسطه پيدا کېږي:

$$\phi V_c = 0.75\ \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}bd = 0.75 \times \frac{1}{6}\ x\ \sqrt{20}\ \times 1{,}000 \times 145 = 81{,}057.6N$$

$$\phi V_c = 81.10\ KN >> V_{UBL} = 22.31\ KN$$

د دويمې اتکاء ښي لوري لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په:

$V_{UBR} = 22.31$ KN

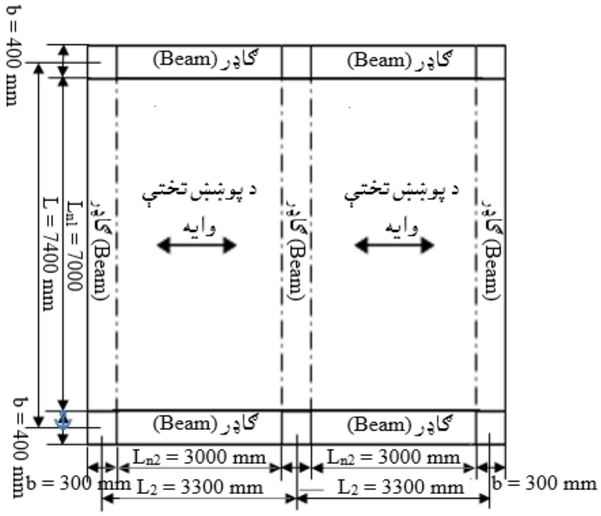
ديولوريزه پوښښ تختې د کانکرېټي مقطعې عرضانې قوې او د کمېدونکې ضريب د ضرب حاصل (ϕV_c) د لاندېنې فورمول په واسطه پيدا کېږي:

$$\phi V_c = 0.75 \times \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}bd = 0.75 \times \frac{1}{6}\ x\ \sqrt{20}\ \times 1{,}000 \times 145 = 81{,}057.6N$$

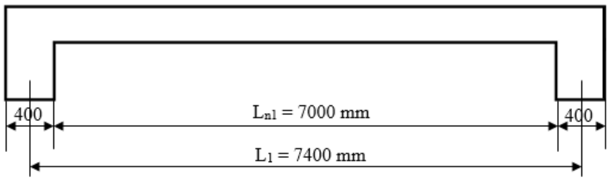
$$\phi V_c = 81.10\ KN >> V_{UBR} = 22.31\ KN$$

په پايله کې د پوښښ تختې په شته فعالې ارتفاع کې د عرضاني قوو په وړاندې بشپړه وړتيا لري او پرته له کومې چارې څخه کولی شي چې په اتکاګانو کې د عرضاني قوو په وړاندې مقاومت وکړي.

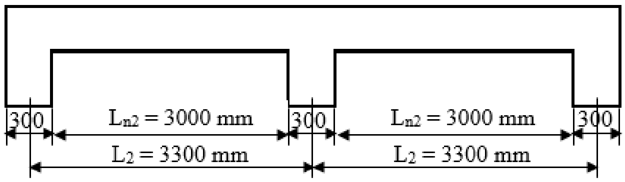
4.5- مثال: په لاندېني شکل کې ښودل شوې دوه وایه لرونکي پوښښ تختې محاسبه کړئ ، چې له پاسه یې ($W_L = 3.0\ KN/m^2$) ژوندي وېشلي بار عمل کړی وي او همدا راز په هغې کې د ($f'_c = 20\ MPa$) مقاومت لرونکې کانکرېټ او ($f_y = 420\ MPa$) مقاومت لرونکو فولادي سیخان په پام کې نیول شوي وي؟



د پوښښ پلان



د پوښښ د اوږد لوري مقطع



د پوښښ د لنډ لوري مقطع

حل:

1- له هر څه وړاندې د پوښښ تختې حالت او ضخامت باید څرګند شي. نو د دې لپاره د پوښښ تختو د اوږد او لنډ لورو د وایو د محاسبوي اوږدوالي نسبت پیدا کوو او بیا

وروسته د د (ACI Code) د غوښتنې سره سم د پوښښ تختو لپاره ضخامت په لاس راوړو:

د اوږد لوري وایې محاسبوي اوږدوالی مساوي کېږي په:

$L_{n1} = L – b = 7400 – 400 = 7000 \text{ mm} = 7.0 \text{ m}$

د لنډ لوري وایې محاسبوي اوږدوالی مساوي کېږي په:

$L_{n2} = L – b = 3300 – 300 = 3000 \text{ mm} = 3.0 \text{ m}$

د اوږد لوري او لند لوري د وايو د محاسبوي اوږدوالي نسبت مساوي کېږي په:

$$\frac{L_{n1}}{L_{n2}} = \frac{7000}{3000} = 3.5 > 2$$

دا چې د اوږد او لند لوري د وایو د محاسبوي اوږدوالي نسبت له دوو څخه لوی دی ، نو د پوښښ تختې یولوریزه پوښښ تختې دي ، نو له همدې امله د پوښښ تختې د لنډ لوري وایې محاسبوي اوږدوالي ($L_{n2} = 3.0\text{m}$) په پام کې نیول کېږي.

دپوښښ تختې د خپل وزن د پیداکولو لپاره ، اړینه ده چې د هغې ضخامت پیدا کړو. دا چې د پوښښ تختې یوه لوري ته ادامه لري ، نود (ACI Code) غوښتنې له مخې د (5.1- جدول) څخه يې اصغري ضخامت په لاندې ډول پیدا کوو:

$h_{min} = L/24 = 3,000 / 24 = 125 \text{ mm}$

2-د پوښښ تختې له پاسه بارونه پیدا کوو:

مړ یا دایمي بارونه: داچې د پوښښ تختې له پاسه نور څه په پام کې نه دي نیول شوي ، نو یوازې د پوښښ خپل وزن د مړیا دایمي بار په توګه په لاندې ډول محاسبه کوو:

$W_D = h\gamma = 0.125 \times 24 = 3.0 \text{ KN/m}^2.$

په پورتني فورمول کې ($\gamma = 24 \text{ KN/m}^3$) د کانکرېټو حجمي وزن دی.

ژوندی بار: $W_L = 3.0 \text{ KN/m}^2$

د پوښښ تختې له پاسه نهایي اعظمي بار مساوي کېږي په:

$W_U = 1.2 W_D + 1.6 W_L = 1.2 \times 3 + 1.6 \times 3 = 8.4 \text{ KN/m}^2.$

د پوښښ تختې د یو متر په عرض محاسبوي تسمې له پاسه نهایي اعظمي بار مساوي کېږي په:

$W_U = 8.4 \text{ KN/m}^2 \times 1 \text{ m} = 8.4 \text{ KN/m}.$

3- د پوښښ تختو له پاسه د بار له اغېزې د کوږوالي مومنټونو او عرضاني قوو پیدا کول:

دا چې د پوښښ تختې یوازې دوه وایې لري ، نو د (ACI Code) د لارښوونې سره سم په اتکاګانو او وایو په منځ کې د مومنټ او عرضاني قوو د ضریبونو په پام کې نیولو سره ، لکه چې مخکې ترې یادونه وشوه په لاندې ډول پیدا کېږي:

د لومړۍ اتکاء لپاره د کوږوالي مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_{UA} = -\frac{1}{24} W_U (L_{n2})^2 = -\frac{1}{24} \times 8.4 \times (3)^2 = -3.15 \text{ KN. m}$$

د وایې لپاره د کوږوالي مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_{U1} = \frac{1}{11} W_U (L_{n2})^2 = \frac{1}{11} \times 8.4 \times (3)^2 = 6.9 \text{ KN. m}$$

د دویمې اتکاء لپاره د کوږوالي مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_{UB} = -\frac{1}{9} W_U (L_{n2})^2 = -\frac{1}{9} \times 8.4 \times (3)^2 = -8.4 \text{ KN. m}$$

د لومړۍ اتکاء لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په:

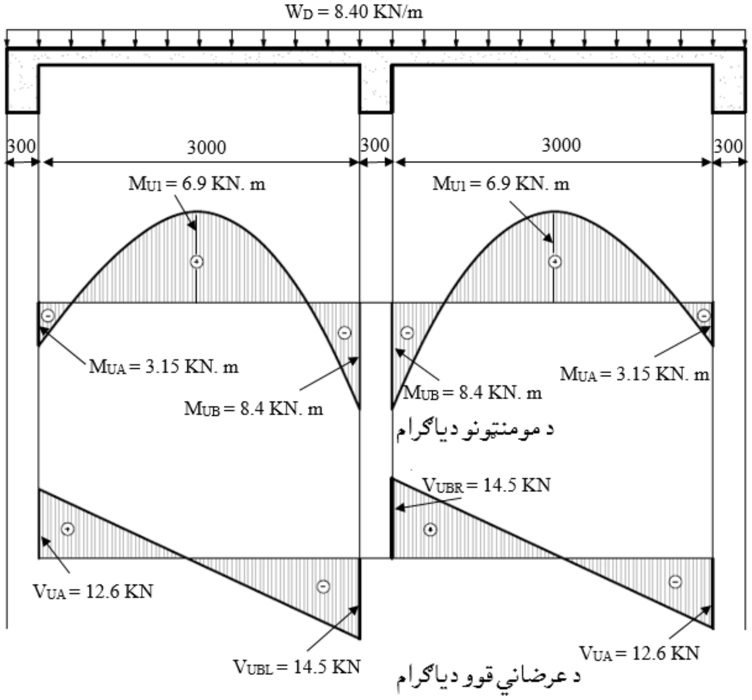
$$V_{UA} = 1.0\ W_U\ L_{n2}/2 = 1.0 \times 8.4 \times (3/2) = 12.6 \text{ KN}$$

د دویمې اتکاء چپ لوري لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په:

$$V_{UBL} = 1.15\ W_U\ L_{n2}/2 = 1.15 \times 8.4 \times (3/2) = 14.5 \text{ KN}$$

د دویمې اتکاء ښي لوري لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په:

$$V_{UBR} = 1.15\ W_U\ L_{n2}/2 = 1.15 \times 8.4 \times (3/2) = 14.5 \text{ KN}$$



4- د پوښښ تختو له پاسه د کوږوالي مومنټونو له اغېزې سیخان په لاندې ډول پیدا کېږي:

(a)- د لومړۍ اتکاء لپاره د سیخانو مساحت د پیداکولو لپاره په لاندې ډول عملیې سرته رسېږي:

څرنګه چې (M_{UA} = - 3.15 KN. m) دی ، نو د کوږوالي نومینالي مومنټ مساوي کېږي په :

$M_{nUA} = M_{UA} / \phi = - 3.15 / 0.9 = - 3.50$ KN. m

د پوښښ تختې د مقطعې فعاله ارتفاع (d) په لاندې ډول پیدا کوو :

d = د اساسي سیخ د قطر نیمایي - خالصه محافظوي طبقه - د پوښښ تختې ضخامت

اساسي سیخ لپاره (10 mm) قطرسیخ قبلوو نو:

$$d = 125 – 20 – (10/2) = 100 \text{ mm.}$$

د پوښښ تختې په یو متر محاسبوي تسمې کې د پاسنۍ برخې لپاره د سیخانو مساحت په لاندې ډول پیدا کوو :

$$R_n = \frac{M_{nUA}}{bd^2} = \frac{3.50 \text{ x } 10^6}{1{,}000 \text{ x } (100)^2} = 0.35 \text{ N/mm}^2$$

د پوښښ تختې د یو متر محاسبوي تسمې لپاره د سیخبندۍ نسبت (ρ) په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 20}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 0.35}{0.85 \text{ x } 20}}\right)\right]$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.0208 = 0.00084$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \text{ x } 20} = 24.706$$

$$\rho = \frac{1}{24.706}\left(1-\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 24.706 \text{ x } 0.35}{420}}\right)$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.0208 = 0.00084$$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = \rho bd = 0.00084 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 100 = 84 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیدا کوو:

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 125 = 225 \text{ mm}^2/\text{m}$$

داچې د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې په لاس راغلی سیخانو مساحت د سیخانو اصغري مساحت څخه کوچنی دی (A_{smin} = 225 mm²/m > A_s = 84 mm²/m)، نو د سیخاونو مساحت (A_s = 255 mm²/m) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو.

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو :

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_s} = \frac{78\text{x } 1{,}000}{225} = 346 \text{ mm C/C}$$

په پورتنې فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (3h = 3 x 125 = 375 mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې بنستیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي تر

منځ فاصله (340 mm) ملي متره ، چې له (3h = 375 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو.

د تودوخې او انقباضي فولادي سیخانو لپاره :

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 125 = 225 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو :

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_s} = \frac{78\text{x } 1{,}000}{225} = 346 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (5h = 5 x 125 = 625 mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو دپوښښ تختو په لومړۍ وایه کې بنسټیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي سیخانو تر منځ فاصله (340 mm) ، چې له (5h = 625 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلېږي.

نو په پایله کې دپوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې اساسي فولادي سیخان (10mm@300 mm C/C) او انقباضي فولادي سیخان هم (10mm@340 mm C/C) په پام کې کېږي.

(b)- د لومړۍ وایې لپاره د سیخانو مساحت د پیداکولو لپاره په لاندې ډول عملیې سرته رسېږي:

څرنګه چې (M_{U1} = 12.6 KN. m) دی ، نود کوږوالي نومینالي مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_{nU1} = M_{U1} / \phi = 12.6 / 0.9 = 14.00 \text{ KN. m}$$

دپوښښ تختې د مقطعې فعاله ارتفاع (d) په لاندې ډول پیداکوو :

d = د اساسي سیخ د قطر نیمایي - خالصه محافظوي طبقه - د پوښښ تختې ضخامت

اساسي سیخ لپاره (10 mm) قطرسیخ قبلوو نو:

$$d = 125 - 20 - (10/2) = 100 \text{ mm.}$$

د پوښښ تختې په یو متر محاسبوي تسمې کې د پاسنۍ برخې لپاره د سیخانو مساحت په لاندې ډول پیدا کوو:

$$R_n = \frac{M_{nU1}}{bd^2} = \frac{14.00 \text{ x } 10^6}{1{,}000 \text{ x } (100)^2} = 1.4 \text{ N/mm}^2$$

د پوښښ تختې د یو متر محاسبوي تسمې لپاره د سیخبندۍ نسبت (ρ) په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 20}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \text{ x } 1.4}{0.85 \text{ x } 20}}\right)\right]$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.086 = 0.0035$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \text{ x } 20} = 24.706$$

$$\rho = \frac{1}{24.706}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \text{ x } 24.706 \text{ x } 1.4}{420}}\right)$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.086 = 0.0035$$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = \rho bd = 0.0035 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 100 = 350 \text{ mm}^2\text{/m}$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیدا کوو:

داچې ($f_y = 420$ MPa) دی ، نو($\rho = 0.0018$) په پام کې نیول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 125 = 255 \text{ mm}^2\text{/m}$$

داچې د پوښښ تختو په لومړۍ وایه کې په لاس راغلی سیخانو مساحت د سیخانو اصغري مساحت څخه لوی دی (A_{smin} = 255 mm²/m < A_s = 350 mm²/m)، نو د سیخاونو مساحت (A_s = 350 mm²/m) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختو په لومړۍ وایه کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو.

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_s} = \frac{78\text{x } 1{,}000}{350} = 222 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_{\phi} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (3h = 3 x 125 = 375 mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې بنستیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (220 mm) ملي متره ، چې له (3h = 375 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو.

د تودوخې اوانقباضي فولادي سیخانو لپاره :

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1{,}000 \times 125 = 225 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو :

$$\frac{A_{\phi} \times 1{,}000}{A_S} = \frac{78 \times 1{,}000}{225} = 346 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_{\phi} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (5h = 5 x 125 = 625 mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو دپوښښ تختو په لومړۍ وایه کې بنستیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي سیخانو تر منځ فاصله (340 mm) ، چې له (5h = 625 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلېږي.

نو په پایله کې دپوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې اساسي فولادي سیخان (10mm@220 mm C/C) او انقباضي فولادي سیخان هم (10mm@340 mm C/C) په پام کې کېږي.

(c)- د دویمې اتکاء لپاره د سیخانو مساحت د پیداکولو لپاره په لاندې ډول عملیې سرته رسېږي:

څرنګه چې (M_{UB} = - 14.5 KN. m) دی ، نود کوږوالي نوميناليي مومنټ مساوي کېږي په :

$M_{nUB} = M_{UB} /\phi = -14.5 / 0.9 = - 16.111$ KN. m

دپوښښ تختې د مقطعې فعاله ارتفاع (d) په لاندې ډول پيدا کوو :

d = د پوښښ تختې ضخامت - خالصه محافظوي طبقه - د اساسي سيخ د قطر نيمايي

اساسي سيخ لپاره (10 mm) قطرسيخ قبلوو نو:

$$d = 125 – 20 – (10/2) = 100 \text{ mm.}$$

د پوښښ تختې په يو متر محاسبوي تسمې کې د پاسنۍ برخې لپاره د سيخانو مساحت په لاندې ډول پيدا کوو :

$$R_n = \frac{M_{nUB}}{bd^2} = \frac{16.111 \text{ x } 10^6}{1{,}000 \text{ x } (100)^2} = 1.61 \text{ N/mm}^2$$

دپوښښ تختې ديو متر محاسبوي تسمې لپاره د سيخبندۍ نسبت (ρ) په لاندې ډول پيدا کوو:

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 20}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 1.61}{0.85 \text{ x } 20}}\right)\right]$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.0997 = 0.00403$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \text{ x } 20} = 24.706$$

$$\rho = \frac{1}{24.706}\left(1-\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 24.706 \text{ x } 1.61}{420}}\right)$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.0997 = 0.00403$$

د اړينو فولادي سيخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = \rho bd = 0.00403 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 125 = 504 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سيخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پيداکوو:

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نيول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 125 = 225 \text{ mm}^2/\text{m}$$

داچې د پوښښ تختو په دويمه اتکاء کې په لاس راغلی سيخانو مساحت د سيخانو اصغري مساحت څخه ډېر دی (A_{smin} = 225 mm²/m < A_s = 504 mm²/m)، نو د سيخانو

مساحت (A_s = 504 mm^2/m) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختو په دویمه اتکاء کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو.

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو :

$$\frac{A_\phi \times 1{,}000}{A_s} = \frac{78 \times 1{,}000}{504} = 154 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له ($3h = 3 \times 125 = 375$ mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې بنسټیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (150 mm) ملي متره ، چې له ($3h$ = 375 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو.

د تودوخې او انقباضي فولادي سیخانو لپاره :

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1{,}000 \times 125 = 225 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو :

$$\frac{A_\phi \times 1{,}000}{A_s} = \frac{78 \times 1{,}000}{225} = 346 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له ($5h = 5 \times 125 = 625$ mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په دویمه اتکاء کې بنسټیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي سیخانو تر منځ فاصله (340 mm) ، چې له ($5h$ = 625 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلېږي.

نو په پایله کې دپوښښ تختو په دویمه اتکاء کې اساسي فولادي سیخان (10mm@150 mm C/C) او انقباضي فولادي سیخان (10mm@340 mm C/C) په پام کې کېږي.

5- د عرضاني قوو په وړاندې په لاندې ډول کنترولېږي:

په لومړۍ اتکاء کې عرضاني قوه په لاندې ډول ارزوو:

V_{UA} = 12.6 KN

d = 125 – 20 – (10/2) = 100 mm

دیولوریزه پوښښ تختې د کانکرېټي مقطعې عرضاني قوي او د کمېدونکې ضریب د ضرب حاصل (ϕV_c) د لاندېني فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$\phi V_c = 0.75\ \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}bd = 0.75 \times \frac{1}{6}\ x\sqrt{20}\ \times 1{,}000 \times 100 = 55{,}902.00N$

$\phi V_c = 55.90\ KN >> V_{UA} = 12.6\ KN$

د دویمې اتکاء چپ لوري لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په:

V_{UBL} = 14.5 KN

دیولوریزه پوښښ تختې د کانکرېټي مقطعې عرضاني قوي او د کمېدونکې ضریب د ضرب حاصل (ϕV_c) د لاندېني فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$\phi V_c = 0.75\ \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}bd = 0.75 \times \frac{1}{6}\ x\sqrt{20}\ \times 1{,}000 \times 100 = 55{,}902.00N$

$\phi V_c = 55.90\ KN >> V_{UBL} = 14.5\ KN$

د دویمې اتکاء ښي لوري لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په:

V_{UBR} = 14.5 KN

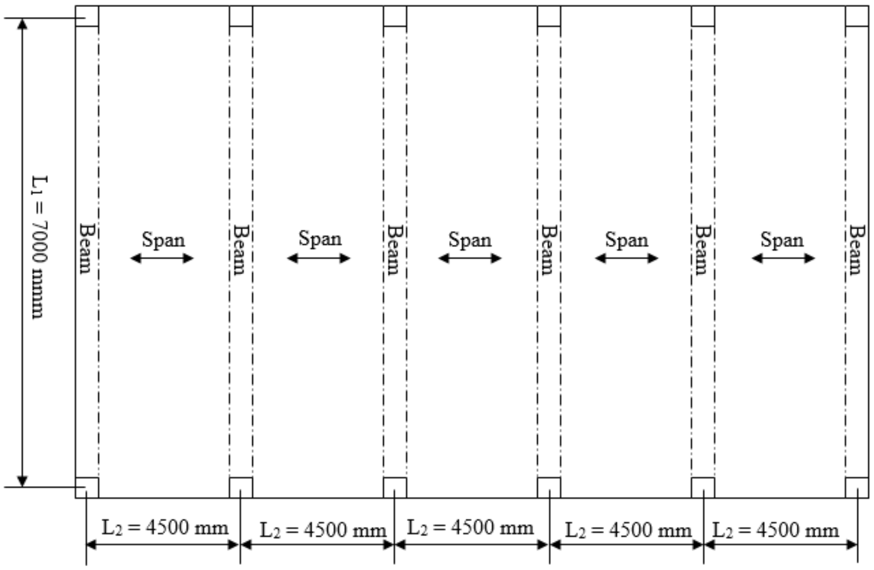
دیولوریزه پوښښ تختې د کانکرېټي مقطعې عرضاني قوي او د کمېدونکې ضریب د ضرب حاصل (ϕV_c) د لاندېني فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$\phi V_c = 0.75\ \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}bd = 0.75 \times \frac{1}{6}\ x\sqrt{20}\ \times 1{,}000 \times 100 = 55{,}902.00N$

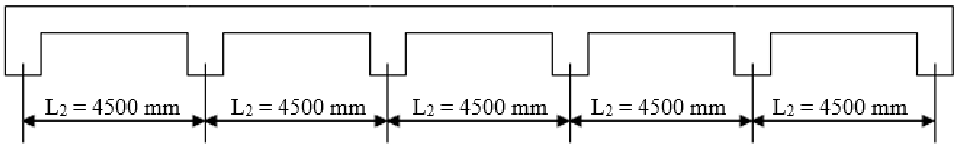
$\phi V_c = 55.90\ KN >> V_{UBR} = 14.5\ KN$

په پایله کې د پوښښ تختې په شته فعالې ارتفاع کې د عرضاني قوو په وړاندې بشپړه وړتیا لري او پرته له کومې چارې څخه کولی شي چې په اتکاګانو کې د عرضاني قوو په وړاندې مقاومت وکړي.

5.5- مثال: په لاندې ښي شکل کې ښودل شوې پنځه وایه لرونکي یوښبښ تختې محاسبه کړئ ، چې د داسې ګاډر له پاسه تکیه شوي دي چې د هغې د مقطعې عرض (300 mm) دی او له پاسه یې ($1.0\ KN/m^2$) د فرش له امله مړیا دایمي وښلي بار او ($W_L = 3.0\ KN/m^2$) ژوندي وښلي بار عمل کړی وي او همدا راز په هغې کې د ($f'_c = 25\ MPa$) مقاومت لرونکي کانکریټ او ($f_y = 420\ MPa$) مقاومت لرونکي فولادي سیخان په پام کې نیول شوي وي [221-223:14]؟



د پوښ پلان



د پوښ مقطع

حل:

1- له هر څه وړاندې د یوښبښ تختې حالت او ضخامت باید څرګند شي داچې د یوښبښ تختې یوازې په لنډ لوري په ګاډرونو تکیه دي ، نو له دې امله دا یوښبښ تختې ،

یولوریزه پوښښ تختې دي. او بیا وروسته د (ACI Code) د غوښتنې سره سم د پوښښ تختو لپاره ضخامت په لاس راوړو:

د لنډ لوري وایې محاسبوي اوږدوالی مساوي کېږي په:

$L_{n2} = L - b = 4500 - 300 = 4200 \text{ mm} = 4.20 \text{ m}$

نو د پوښښ تختې لپاره د وایې محاسبوي اوږدوالي ($L_{n2} = 4.20m$) په پام کې نیول کېږي.

د پوښښ تختې د خپل وزن د پیداکولو لپاره ، اړینه ده چې د هغې ضخامت پیدا کړو.

دا چې د پوښښ تختې یوه لوري ته ادامه لري ، نو د (ACI Code) غوښتنې له مخې د (5.1- جدول) څخه یې اصغري ضخامت په لاندې ډول پیدا کوو:

$h_{min} = L/28 = 4{,}200 / 28 = 150 \text{ mm}$

2- د پوښښ تختې له پاسه بارونه پیدا کوو:

مړه یا دایمي بارونه: داچې د پوښښ تختې له پاسه نور څه په پام کې نه دي نیول شوي ، نو یوازې د پوښښ خپل وزن د مړیا دایمي بار په توګه په لاندې ډول محاسبه کوو:

$W_D = 1.0 + h\gamma = 1.0 + 0.150 \times 24 = 4.60 \text{ KN/m}^2.$

په پورتني فورمول کې ($\gamma = 24 \text{ KN/m}^3$) د کانکرېټو حجمي وزن دی.

ژوندی بار: $W_L = 3.0 \text{ KN/m}^2$

د پوښښ تختې له پاسه نهایې اعظمي بار مساوي کېږي په:

$W_U = 1.2\, W_D + 1.6\, W_L = 1.2 \times 4.60 + 1.6 \times 3 = 10.32 \text{ KN/m}^2.$

د پوښښ تختې د یو متر په عرض محاسبوي تسمې له پاسه نهایې اعظمي بار مساوي کېږي په:

$W_U = 10.32 \text{ KN/m}^2 \times 1 \text{ m} = 10.32 \text{ KN/m}.$

3- د پوښښ تختو له پاسه د بار له اغېزې د کوږوالي مومنټونو او عرضاني قوو پیداکول:

دا چې د پوښښ تختې یوازې دوه وایې لري ، نو د (ACI Code) د لارښوونې سره سم په اتکاګانو او وایو په منځ کې د مومنټ او عرضاني قوو د ضریبونو په پام کې نیولو سره ، لکه چې مخکې ترې یادونه وشوه په لاندې ډول پیدا کېږي:

د لومړۍ اتکاء لپاره د کوږوالي مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_{UA} = -\frac{1}{24} W_U (L_{n2})^2 = -\frac{1}{24} \times 10.32 \times (4.2)^2 = -7.59 \text{ KN. m}$$

د لومړۍ وایې لپاره د کوږوالي مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_{U1} = \frac{1}{11} W_U (L_{n2})^2 = \frac{1}{11} x\ 10.32\ x\ (4.2)^2 = 16.55\ KN.\ m$$

د دویمې اتکاء لپاره د کوږوالي مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_{UB} = -\frac{1}{10} W_U (L_{n2})^2 = -\frac{1}{10} x\ 10.32\ x\ (4.2)^2 = -\ 18.204\ KN.\ m$$

د منځنیو وایو لپاره د کوږوالي مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_{U2} = \frac{1}{16} W_U (L_{n2})^2 = \frac{1}{16} x\ 10.32\ x\ (4.2)^2 = 11.38\ KN.\ m$$

د منځنیو اتکاګانو لپاره د کوږوالي مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_{U2} = -\frac{1}{16} W_U (L_{n2})^2 = -\frac{1}{16} x\ 10.32\ x\ (4.2)^2 = -\ 11.38\ KN.\ m$$

د لومړۍ اتکاء لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په:

$$V_{UA} = 1.0\ W_U\ L_{n2}/2 = 1.0\ x\ 10.32\ x\ (4.2/2) = 19.4\ KN$$

د دویمې اتکاء چپ لوري لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په:

$$V_{UBL} = 1.15\ W_U\ L_{n2}/2 = 1.15\ x\ 10.32\ x\ (4.2/2) = 22.31\ KN$$

د دویمې اتکاء ښي لوري لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په:

$$V_{UBR} = 1.15\ W_U\ L_{n2}/2 = 1.15\ x\ 10.32\ x\ (4.2/2) = 22.31\ KN$$

4- د پوښښ تختو له پاسه د کوږوالي مومنټونو له اغېزې سیخان په لاندې ډول پیدا کېږي:

(a)- د لومړۍ اتکاء لپاره د سیخانو مساحت د پیداکولو لپاره په لاندې ډول عملیې سرته رسېږي:

څرنګه چې ($M_{UA} = -\ 7.59\ KN.\ m$) دی ، نود کوږوالي نومینالي مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_{nUA} = M_{UA} / \phi = -\ 7.59 / 0.9 = -\ 8.433\ KN.\ m$$

د پوښښ تختې د مقطعې فعاله ارتفاع (d) په لاندې ډول پیدا کوو :

d = د اساسي سیخ د قطر نیمایي - خالصه محافظوي طبقه - د پوښښ تختې ضخامت

اساسي سیخ لپاره (10 mm) قطر سیخ قبلوو نو:

$$d = 150 - 20 - (10/2) = 125\ mm.$$

د پوښښ تختې په یو متر محاسبوي تسمې کې د پاسنۍ برخې لپاره د سیخانو مساحت په لاندې ډول پیدا کوو :

$$R_n = \frac{M_{nUA}}{bd^2} = \frac{8.433\ x\ 10^6}{1,000\ x\ (125)^2} = 0.54\ N/mm^2$$

د پوښښ تختې د يو متر محاسبوي تسمې لپاره د سيخبندۍ نسبت (ρ) په لاندې ډول پيدا کوو:

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 20}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 0.54}{0.85 \text{ x } 20}}\right)\right]$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.0323 = 0.00131$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \text{ x } 20} = 24.706$$

$$\rho = \frac{1}{24.706}\left(1-\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 24.706 \text{ x } 0.54}{420}}\right)$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.0323 = 0.00131$$

د اړينو فولادي سيخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = \rho bd = 0.00131 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 125 = 164 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سيخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پيدا کوو:

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نيول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 150 = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$$

داچې د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې په لاس راغلی سيخانو مساحت د سيخانو اصغري مساحت څخه کوچنی دی (A_{smin} = 270 mm^2/m > A_s = 164 mm^2/m)، نو د سيخاونو مساحت (A_s = 270 mm^2/m) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې فولادي سيخان ځای په ځای کوو.

د لاسته راغلو سيخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پيدا کوو :

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_s} = \frac{78 \text{x } 1{,}000}{270} = 288 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د يو سيخ چې قطر يې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سيخانو تر منځ فاصله بايد له (3h = 3 x 150 = 450 mm) اويا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې بنسټيزو يا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي تر

منځ فاصله (280 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره ځخه لږه ده ، قبلوو.

د تودوخې او انقباضي فولادي سیخانو لپاره :

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1{,}000 \times 150 = 270\ mm^2/m$$

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیداکوو :

$$\frac{A_\phi \times 1{,}000}{A_s} = \frac{78 \times 1{,}000}{270} = 288\ mm\ C/C$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (10)^2}{4} = 78\ mm^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (5h = 5 x 150 = 750 mm) او یا هم له (450 mm) ملي متره ځخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په لومړۍ وایه کې بنسټیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي سیخانو تر منځ فاصله (280 mm) ، چې له (5h = 750 mm) او له (450 mm) ملي متره ځخه لږه ده ، قبلېږي.

نو په پایله کې دپوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې اساسي فولادي سیخان (10mm@280 mm C/C) او انقباضي فولادي سیخان هم (10mm@280 mm C/C) په پام کې کېږي.

(b)- د لومړۍ وایې لپاره د سیخانو مساحت د پیداکولو لپاره په لاندې ډول عملیې سرته رسېږي:

ځرنګه چې (M_{U1} = 16.55 KN. m) دی ، نود کوږوالي نومینالي مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_{nU1} = M_{U1} / \phi = 16.55 / 0.9 = 18.39\ KN.\ m$$

د پوښښ تختې د مقطعې فعاله ارتفاع (d) په لاندې ډول پیداکوو :

d = د پوښښ تختې ضخامت - خالصه محافظوي طبقه - د اساسي سیخ د قطر نیمایې

اساسي سيخ لپاره (10 mm) قطرسيخ قبلوو نو:

$$d = 150 – 20 – (10/2) = 125 \text{ mm.}$$

د پوښښ تختې په يو متر محاسبوي تسمې کې د پاسنۍ برخې لپاره د سيخانو مساحت په لاندې ډول پيدا کوو :

$$R_n = \frac{M_{nU1}}{bd^2} = \frac{18.39 \text{ x } 10^6}{1{,}000 \text{ x } (125)^2} = 1.177 \text{ N/mm}^2$$

دپوښښ تختې ديومتر محاسبوي تسمې لپاره د سيخبندۍ نسبت (ρ) په لاندې ډول پيدا کوو:

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 20}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 1.177}{0.85 \text{ x } 20}}\right)\right]$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.072 = 0.00292$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \text{ x } 20} = 24.706$$

$$\rho = \frac{1}{24.706}\left(1-\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 24.706 \text{ x } 1.177}{420}}\right)$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.072 = 0.00292$$

د اړينو فولادي سيخانو مساحت مساوي کيږي په:

$$A_s = \rho bd = 0.00292 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 125 = 365 \text{ mm}^2\text{/m}$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سيخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پيدا کوو:

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نيول کيږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 150 = 270 \text{ mm}^2\text{/m}$$

داچې د پوښښ تختو په لومړۍ وايه کې په لاس راغلی سيخانو مساحت د سيخانو اصغري مساحت څخه لوی دی (A_{smin} = 270 mm²/m < A_s = 365 mm²/m)، نو د سيخاونو مساحت (A_s = 365 mm²/m) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختو په لومړۍ وايه کې فولادي سيخان ځای په ځای کوو.

د لاسته راغلو سيخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پيدا کوو :

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_s} = \frac{78\text{x } 1{,}000}{365} = 213 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (3h = 3 x 150 = 450 mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې بنسټیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (210 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو.

د تودوخې او انقباضي فولادي سیخانو لپاره :

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 150 = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو :

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_S} = \frac{78 \text{x } 1{,}000}{270} = 288 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (5h = 5 x 150 = 750 mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو دپوښښ تختو په لومړۍ وایه کې بنسټیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي سیخانو تر منځ فاصله (280 mm) ، چې له (5h = 750 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلېږي.

نو په پایله کې دپوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې اساسي فولادي سیخان (10mm@210 mm C/C) او انقباضي فولادي سیخان هم (10mm@280 mm C/C) په پام کې کېږي.

(c)- د دویمې اتکاء لپاره د سیخانو مساحت د پیداکولو لپاره په لاندې ډول عملیې سرته رسېږي:

څرنګه چې $(M_{UB} = -18.204\ KN.m)$ دی ، نود کوږوالي نومينالي مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_{nUB} = M_{UB} / \phi = -18.204 / 0.9 = -20.23\ KN.m$$

د پوښښ تختې د مقطعې فعاله ارتفاع (d) په لاندې ډول پیداکوو :

d = د اساسي سيخ د قطر نيمايي - خالصه محافظوي طبقه - د پوښښ تختې ضخامت

اساسي سيخ لپاره (10 mm) قطرسيخ قبلوو نو:

$$d = 150 - 20 - (10/2) = 125\ mm.$$

د پوښښ تختې په يو متر محاسبوي تسمې کې د پاسنۍ برخې لپاره د سيخانو مساحت په لاندې ډول پیداکوو :

$$R_n = \frac{M_{nUB}}{bd^2} = \frac{20.23 \times 10^6}{1{,}000 \times (125)^2} = 1.295\ N/mm^2$$

د پوښښ تختې د يو متر محاسبوي تسمې لپاره د سيخبندۍ نسبت (ρ) په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 20}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 1.295}{0.85 \times 20}}\right)\right]$$

$$\rho = 0.0405 \times 0.0793 = 0.00321$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 20} = 24.706$$

$$\rho = \frac{1}{24.706}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 24.706 \times 1.295}{420}}\right)$$

$$\rho = 0.0405 \times 0.0793 = 0.00321$$

د اړینو فولادي سيخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = \rho bd = 0.00321 \times 1{,}000 \times 125 = 401\ mm^2/m$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سيخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیداکوو:

داچې $(f_y = 420\ MPa)$ دی ، نو $(\rho = 0.0018)$ په پام کې نيول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1{,}000 \times 150 = 270\ mm^2/m$$

داچې د پوښښ تختو په دویمه اتکاء کې په لاس راغلی سیخانو مساحت د سیخانو اصغري مساحت څخه ډېر دی (A_{smin} = 270 mm²/m < A_s = 401 mm²/m)، نو د سیخانو مساحت (A_s = 401 mm²/m) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختو په دویمه اتکاء کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو.

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_s} = \frac{78 \text{x } 1{,}000}{401} = 194 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې (10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (3h = 3 x 150 = 450 mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې بنسټيزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (190 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو.

د تودوخې او انقباضي فولادي سیخانو لپاره :

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو (ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 150 = 270 \text{ mm}^2\text{/m}$$

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_s} = \frac{78 \text{x } 1{,}000}{270} = 288 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې (10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (5h = 5 x 150 = 750 mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو

د پوښښ تختو په دویمه اتکاء کې بنستیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي سیخانو تر منځ فاصله (280 mm) ، چې له (5h = 750 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلېږي.

نو په پایله کې دپوښښ تختو په دویمه اتکاء کې اساسي فولادي سیخان (10mm@190 mm C/C) او انقباضي فولادي سیخان (10mm@280 mm C/C) په پام کې کېږي.

d- د منځنیو وایو لپاره د سیخانو مساحت د پیداکولو لپاره په لاندې ډول عملیې سرته رسېږي:

څرنګه چې (M_{U2} = 11.38 KN. m) دی ، نود کوږوالي نومینالي مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_{nU2} = M_{U2} / \phi = 11.38 / 0.9 = 12.644 \text{ KN. m}$$

دپوښښ تختې د مقطعې فعاله ارتفاع (d) په لاندې ډول پیداکوو :

d = د اساسي سیخ د قطر نیمایې - خالصه محافظوي طبقه - د پوښښ تختې ضخامت

اساسي سیخ لپاره (10 mm) قطرسیخ قبلوو نو:

$$d = 150 - 20 - (10/2) = 125 \text{ mm.}$$

د پوښښ تختې په یو متر محاسبوي تسمې کې د پاسنۍ برخې لپاره د سیخانو مساحت په لاندې ډول پیداکوو :

$$R_n = \frac{M_{nUB}}{bd^2} = \frac{12.644 \text{ x } 10^6}{1{,}000 \text{ x } (125)^2} = 0.809 \text{ N/mm}^2$$

دپوښښ تختې دیومتر محاسبوي تسمې لپاره د سیخبندۍ نسبت (ρ) په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 20}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 0.809}{0.85 \text{ x } 20}}\right)\right]$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.0488 = 0.002$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \text{ x } 20} = 24.706$$

$$\rho = \frac{1}{24.706}\left(1 - \sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 24.706 \text{ x } 0.809}{420}}\right)$$

$\rho = 0.0405 \times 0.0488 = 0.002$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په:

$A_s = \rho bd = 0.002 \times 1,000 \times 125 = 250\ mm^2/m$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیدا کوو:

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي:

$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1,000 \times 150 = 270\ mm^2/m$

داچې د پوښښ تختو په دویمه اتکاء کې په لاس راغلی سیخانو مساحت د سیخانو اصغري مساحت څخه ډېر دی ($A_{smin} = 270\ mm^2/m > A_s = 250\ mm^2/m$)، نو د سیخانو مساحت ($A_s = 270\ mm^2/m$) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختو په دویمه اتکاء کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو.

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو :

$$\frac{A_\phi \times 1,000}{A_s} = \frac{78 \times 1,000}{270} = 288\ mm\ C/C$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (10)^2}{4} = 78\ mm^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (3h = 3 x 150 = 450 mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې بنستیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (280 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو.

د تودوخې او انقباضي فولادي سیخانو لپاره :

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي:

$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1,000 \times 150 = 270\ mm^2/m$

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو :

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_s} = \frac{78\text{x } 1{,}000}{270} = 288 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (5h = 5 x 150 = 750 mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره ځخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په دویمه اتکاء کې بنسټیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي سیخانو تر منځ فاصله (280 mm) ، چې له (5h = 750 mm) او له (450 mm) ملي متره ځخه لږه ده ، قبلېږي.

نو په پایله کې دپوښښ تختو په دویمه اتکاء کې اساسي فولادي سیخان (10mm@280 mm C/C) او انقباضي فولادي سیخان (10mm@280 mm C/C) په پام کې کېږي.

e- د منځنیو اتکاء ګانو لپاره د سیخانو مساحت د پیدا کولو لپاره په لاندې ډول عملیې سرته رسېږي:

ځرنګه چې (M_{UC} = -11.38 KN. m) دی ، نود کوږوالي نومینالي مومنټ مساوي کېږي په :

$M_{nUC} = M_{UC} / \phi = -11.38 / 0.9 = 12.644$ KN. m

دپوښښ تختې د مقطعې فعاله ارتفاع (d) په لاندې ډول پیدا کوو :

d = د پوښښ تختې ضخامت - خالصه محافظوي طبقه - د اساسي سیخ د قطر نیمایې

اساسي سیخ لپاره (10 mm) قطرسیخ قبلوو نو:

$$d = 150 – 20 – (10/2) = 125 \text{ mm.}$$

د پوښښ تختې په یو متر محاسبوي تسمې کې د پاسنۍ برخې لپاره د سیخانو مساحت په لاندې ډول پیدا کوو :

$$R_n = \frac{M_{nUB}}{bd^2} = \frac{12.644 \text{ x } 10^6}{1{,}000 \text{ x } (125)^2} = 0.809 \text{ N/mm}^2$$

د پوښښ تختې د یو متر محاسبوي تسمې لپاره د سیخبندۍ نسبت (ρ) په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 20}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 0.809}{0.85 \text{ x } 20}}\right)\right]$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.0488 = 0.002$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{420}{0.85 \text{ x } 20} = 24.706$$

$$\rho = \frac{1}{24.706}\left(1-\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 24.706 \text{ x } 0.809}{420}}\right)$$

$$\rho = 0.0405 \text{ x } 0.0488 = 0.002$$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = \rho bd = 0.002 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 125 = 250 \text{ mm}^2\text{/m}$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیدا کوو:

داچې ($f_y = 420$ MPa) دی ، نو($\rho = 0.0018$) په پام کې نیول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 150 = 270 \text{ mm}^2\text{/m}$$

داچې د پوښښ تختو په دویمه اتکاء کې په لاس راغلی سیخانو مساحت د سیخانو اصغري مساحت څخه ډېر دی ($A_{smin} = 270 \text{ mm}^2\text{/m} > A_s = 250 \text{ mm}^2\text{/m}$)، نو د سیخانو مساحت ($A_s = 270 \text{ mm}^2\text{/m}$) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختو په دویمه اتکاء کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو.

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو :

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_s} = \frac{78 \text{x } 1{,}000}{270} = 288 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (10)^2}{4} = 78 \text{ mm}^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له ($3h = 3 \text{ x } 150 = 450$ mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو

د پوښښ تختو په لومړۍ اتکاء کې بنسټیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (280 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو.

د تودوخې او انقباضي فولادي سیخانو لپاره :

داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1{,}000 \times 150 = 270\ mm^2/m$$

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو :

$$\frac{A_\phi \times 1{,}000}{A_S} = \frac{78 \times 1{,}000}{270} = 288\ mm\ C/C$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(10 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په:

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (10)^2}{4} = 78\ mm^2$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (5h = 5 x 150 = 750 mm) او یا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختو په دویمه اتکاء کې بنسټیزو یا اساسي ځای په ځای کېدونکو فولادي سیخانو تر منځ فاصله (280 mm) ، چې له (5h = 750 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلېږي.

نو په پایله کې دپوښښ تختو په دویمه اتکاء کې اساسي فولادي سیخان (10mm@280 mm C/C) او انقباضي فولادي سیخان (10mm@280 mm C/C) په پام کې کېږي.

5- د عرضاني قوو په وړاندې په لاندې ډول کنترولېږي:

په لومړۍ اتکاء کې عرضاني قوه په لاندې ډول ارزوو :

$$V_{UA} = 19.4\ KN$$

$$d = 150 - 20 - (10/2) = 125\ mm$$

د یو لوري زه پوښښ تختې د کانکریټي مقطعې عرضانې قوي او د کمېدونکې ضریب د ضرب حاصل (ϕV_c) د لاندېني فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$\phi V_c = 0.75\ \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}bd = 0.75 \text{ x } \frac{1}{6}\ x\ \sqrt{20}$ x 1,000 x 100 = 69,878.00N

ϕV_c = 69.90 KN >> V_{UA} = 14.9 KN

د دویمې اتکاء چپ لوري لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په:

V_{UBL} = 22.31 KN

$\phi V_c = 0.75\ \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}bd = 0.75 \text{ x } \frac{1}{6}\ x\ \sqrt{20}$ x 1,000 x 100 = 69,878.00N

ϕV_c = 69.90 KN >> V_{UBL} = 22.31 KN

د دویمې اتکاء ښي لوري لپاره عرضاني قوه مساوي کېږي په:

V_{UBR} = 22.31 KN

$\phi V_c = 0.75\ \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}bd = 0.75 \text{ x } \frac{1}{6}\ x\ \sqrt{20}$ x 1,000 x 100 = 69,878.00N

ϕV_c = 69.90 KN >> V_{UBR} = 22.31 KN

په پایله کې د پوښښ تختې په شته فعالې ارتفاع کې د عرضاني قوو په وړاندې بشپړه وړتیا لري او پرته له کومې چارې څخه کولی شي چې په اتکاګانو کې د عرضاني قوو په وړاندې مقاومت وکړي.

لـــــنـډيــــز

اوسپنيزكانكرېټي پوښښونه په قبرغه يا پښتۍ لرونكو اوسپنيزكانكرېټي عناصرو او همدراز د هوارو اوسپنيزكانكرېټي عناصرو څخه جوړېږي. چې پوښښونو ته د هغې د ډول له مخې د پوښښ تختې په پام كې نيول كېږي. نو له همدې امله د اوسپنيزكانكرېټي ودانيو اوساختمانونو لپاره بېلابېل ډول پوښش تختې په پام كې نيول كېږي. خو په قبرغه يا پښتۍ لرونكو اوسپنيزكانكرېټي پوښښونو كې هغه د پوښښ تختې چې د اوږدلوري او د لنډلوري د اوږدوالي نسبت يې له دوو څخه ډېر وي ، د يو لوريزه پوښښ تختو (One-Way slabs) په نوم يادېږي ، چې دبار اغېزه يوازې په لنډ لوري متحمل كېږي. دارنګه پوښښ تختې په لوري د باراغېزې د مقاوم كېدنې لپاره په لنډ لوري د محاسبې له مخې سيخبندي كېږي او دا چې د تودوخې او انقباض له امله د درزونو څخه مخنيوي وشي ، نو په باالمقابل لوري د (ACI Code) د غوښتنو له مخې سيخبندي كېږي. د دې ډول پوښښ تختو په محاسبه كې دهغې د ځای په ځای كېدنې او حالت له مخې هغې د وايو محاسبوي اوږدوالي د ټاكنې په پام كې نيولو سره د كوږوالي مومنټونه او عرضاني قوې په لاس راوړل كېږي او په ترتيب سره د (ACI Code) د غوښتنو سره سم په هغې په دواړو لورو سيخان خاي په ځای كېږي.

پـــــــــوښـــــتنــې

1- یو لوریزه پوښښ تخته څنګه پېژندلی شو ؟

2- د یو لوریزه پوښښ تختو د محاسبې لپاره ولې د یو متر په عرض محاسبوي تسمه په پام کې نیول کېږي ؟

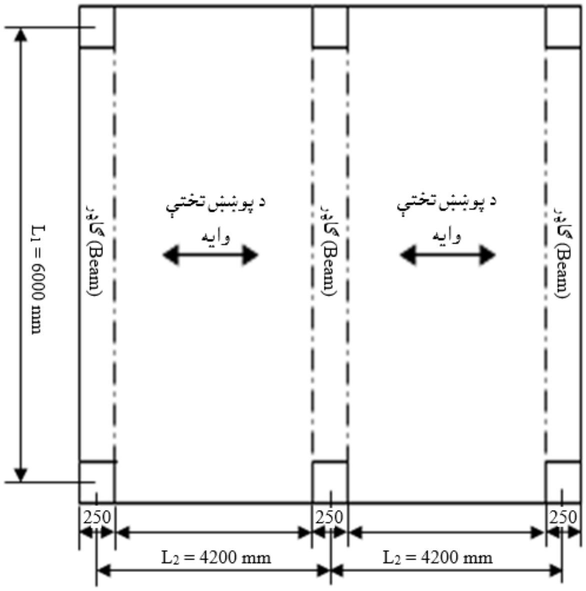
3- د (ACI Code) د لارښوونې له مخې په لوریزه پوښښ تختو کې اساسي او تودوخې فولادي سیخانو لپاره اصغري مساحت څنګه پیدا کېږي ؟

4- په یو لوریزه پوښښ تختو کې اساسي او تودوخې فولادي سیخان څنګه ځای په ځای کېږي ؟

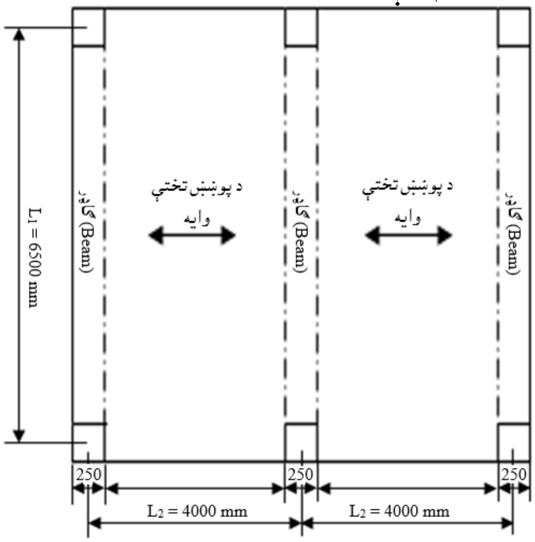
5- په لاندېني جدول کې د ورکړل شویو ارقامو له مخې یو لوریزه پوښښ تختې محاسبه کړئ ؟

متمرکز بار او دهغې موقیعیت	(f'_c) او (f_y) په (MPa)	د پوښښ تختې دوایې اوږدوالی	د پوښښ تختې د کارېدنې ځای	د پوښښ تختې د اتکاء ډول	ګڼه
3.0 KN په نیمایې کې	20 او 420	3.0m	استوګنځی	ساده اتکاء	1
2.0 K په نیمایې کې	20 او 420	3.5m	ښوونځی	ساده اتکاء	2
2.5 KN په نیمایې کې	20 او 420	4.0m	کوچنۍ فابریکه	ساده اتکاء	3
2.6 KN په نیمایې کې	20 او 420	4.5m	بالکن	ساده اتکاء	4
2.7 KN په څنډه کې	20 او 420	2.9m	اداري ودانۍ	کانټیلیور	5
2.8 KN په څنډه کې	20 او 420	3.8m	ورکتون	کانټیلیور	6
2.9 KN په څنډه کې	20 او 420	3.9m	استوګنځی	کانټیلیور	7

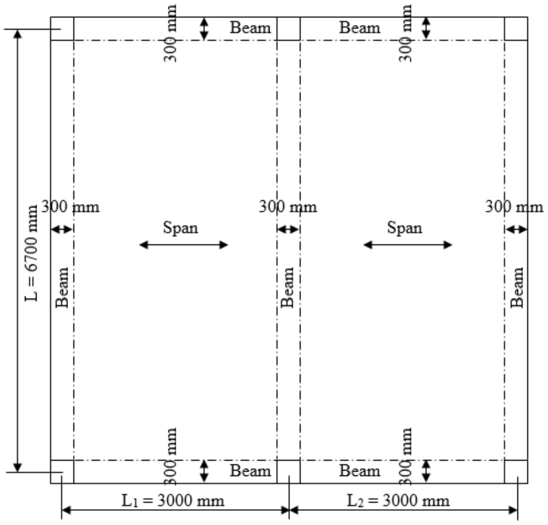
6- په لاندېنۍ شکل کې ښودل شوې دوه وایه لرونکې پوښښ تختې محاسبه کړئ ، چې له پاسه یې (W_L = 2.80 KN/m^2) ژوندي وېشلي بار عمل کړی وي او همدا راز په هغې کې د (f'_c= 20 MPa) مقاومت لرونکې کانکرېټ او (f_y= 420 MPa) مقاومت لرونکې فولادي سیخان په پام کې نیول شوي وي؟



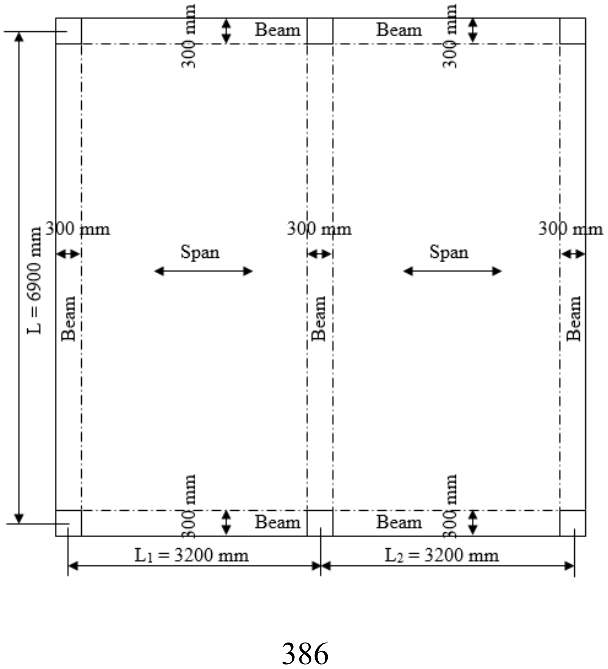
7- په لاندېنۍ شکل کې ښودل شوې دوه وایه لرونکې پوښښ تختې محاسبه کړئ ، چې له پاسه یې (W_L = 3.20 KN/m^2) ژوندي وېشلي بار عمل کړی وي او همدا راز په هغې کې د (f'_c= 20 MPa) مقاومت لرونکې کانکرېټ او (f_y= 420 MPa) مقاومت لرونکې فولادي سیخان په پام کې نیول شوي وي؟



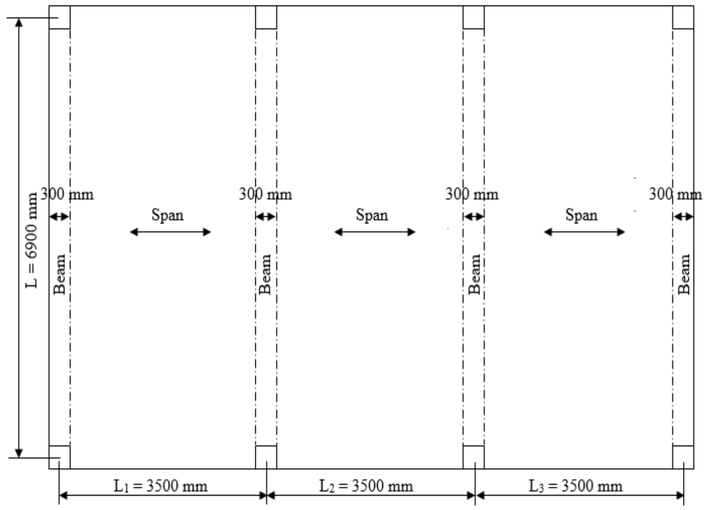
8- په لاندېني شکل کې ښودل شوې دوه وايه لرونکي پوښښ تختې محاسبه کړئ ، چې له پاسه يې ($W_L = 2.90$ KN/m^2) ژوندي وېشلي بار عمل کړی وي او همدا راز په هغې کې د ($f'_c = 20$ MPa) مقاومت لرونکې کانکرېټ او ($f_y = 420$ MPa) مقاومت لرونکي فولادي سيخان په پام کې نيول شوي وي؟



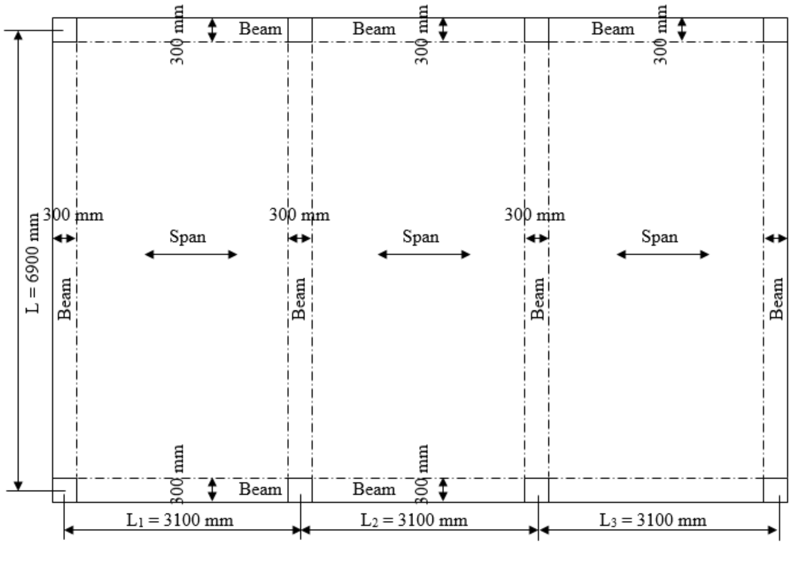
9- په لاندېني شکل کې ښودل شوې دوه وايه لرونکي پوښښ تختې محاسبه کړئ ، چې له پاسه يې ($W_L = 3.10$ KN/m^2) ژوندي وېشلي بار عمل کړی وي او همدا راز په هغې کې د ($f'_c = 20$ MPa) مقاومت لرونکې کانکرېټ او ($f_y = 420$ MPa) مقاومت فولادي سيخان په پام کې نيول شوي وي؟



10- په لاندېنۍ شکل کې ښودل شوې درې وایه لرونکي پوښښ تختې محاسبه کړئ ، چې له پاسه یې (W_L = 3.0 KN/m^2) ژوندي وېشلي بار عمل کړی وي او همدا راز په هغې کې د (f'_c= 20 MPa) مقاومت لرونکې کانکرېټ او (f_y= 420 MPa) مقاومت فولادي سیخان په پام کې نیول شوي وي؟



11- په لاندېنۍ شکل کې ښودل شوې دوه وایه لرونکي پوښښ تختې محاسبه کړئ ، چې له پاسه یې (W_L = 3.0 KN/m^2) ژوندي وېشلي بار عمل کړی وي او همدا راز په هغې کې د (f'_c= 20 MPa) مقاومت لرونکې کانکرېټ او (f_y= 420 MPa) مقاومت لرونکي فولادي سیخان په پام کې نیول شوي وي؟



مـــاخــــــذونــه

18.حقیار ،قسیم محمد. ستاری، محمد اکبر. (1380) ل. د کانکریټي ودانیو ډیزاین. هرات : م م(91-93).

19.طاحونی ،شاپور . (1393) ش . طراحی ساختمان های بتن مسلح . چاپ دوم . ایران : انتشارات علم و ادب. تهران.ص ص(526-534).

20.عالمي ، جان اقا. (1386) ل. د اوسپنیزو کانکریټي ساختمانونو ډیزاین. کابل: مستقبل خپرندویه ټولنه.م م(73-80).

21.فدا ، سهراب . (1390) ش . مبانی سنجش ساختمان های آهنکانکریتی . کابل : انتشارات سعید.ص ص(159-161).

22.کی نیا ،امیرمسعود . (1389) ش . آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه .ایران: مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.ص ص(432-443) .

23.مستوفی نژاد ، داود. (1383) ش . سازه های بتن آرمه جلد دوم . اصفهان: انتشارات ارکان. ص ص(204-216) .

24. ACI Committee 318. (2014). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2014) and commentary on Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318R-2014), American Concrete Institute Farmington Hills, MI48331. Pp (83-87).
25. ACI Committee 318. (2008). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2008) and commentary, American Concrete Institute Farmington Hills, MI. Pp (135-136).
26. Bayasi, M.Z. (2010). Introduction to Reinforced Concrete Design. Montezuma Publishing Aztec Shops Ltd. San Diego State University. San Diego, California 92182-1701. Pp (92-97).
27. Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI). Design Hand Book. (2008). Tenth Edition. Printed in the United State of America. P(241).
28. International Building Code. (2011). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. Pp (220-222).
29. MacCormac, Jack, C. and Russel, Brown, H. (2014). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (99-100).

30. MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (99-101).
31. MacGinley, T. J. and B. S. Choo. (2003). Reinforced Design Theory and Examples, Second Edition, London. Pp (189-202).
32. Mosly Bill, John Bungy and Ray Hulse. (2007). Reinforced Concrete Design to Euro code 2, sixth edition. Published by Palgrave Macmillan, Hound mills, Biasing stock, Hampshire RG21 6x5 and 175 Fifth Avenue, New York, N.Y.10010. Pp (221-223).
33. Nilson, H., David, Darwin and Charles, Dolan. W. (2010). Design of Concrete Structures. Fourteenth Edition. McGran-Hill, a business unit of The McGran-Hill companies Inc., 1221 Avenue of the America, New York. Pp (426-429).
34. Raju, N. Krishna and Pranesh, R. N. (2006). Reinforced Concrete Design. New Age International (P) Limited, publishers,4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 10002. Pp (256-257).
35. Ramamrutham, S. (2006). Design of Reinforced Concrete Structures. Sixteen Editions. New Delhi – India. Pp (369-372).
36. Wight, K. James and MacGregor. (2009). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Fifth Edition. Pearson Education prentice Hall Inc.Upper Saddle River New Jersey 07458. Pp(234-236).

شپږم فصل

د T- ډوله ګاډرونو تحليل او محاسبه

(Analysis and Design of T- Shaped Beams)

1.6- پېژندنه (Introduction)

په څلورم فصل کې په کوږوالي کې د يو مستطيلي مقطعې لرونکي ګاډر په اړه يادونه وشوه او په هغې کې د کوږوالي مومنټ لاندې د مستطيلي مقطعې لرونکي ګاډر د محاسبې او تحليل په هکله بشپړه توضيحات او تشريحات ورکړل شوه. د ګاډرونو مستطيلي مقطعې د ساده او رواجي مقطعو په څېر د ګاډرونو لپاره کارېږي ، خو د ځينو بېلابېلو دليلونو لکه د معمارۍ او ښکلا ، د فضايي ستونزو ، د ګاډر د وزن او اقتصادي مسئلو له مخې په ډېرى حالتونو کې ، د ګاډرونو لپاره مستطيلي مقطعې ښې نه وي او د ګاډر لپاره اړينه وي ، چې له نورو مقطعو څخه کار واخيستل شي[5:83-80].

د ګاډرونو لپاره بې له مستطيلي مقطعو څخه ، د ډېرو کارېدونکو مقطعو څخه يوه هم طاقچه لرونکې مقطعه ده ، چې ممکن د (T) ، (L) او (I) اويا هم د قوطۍ په شکل ترې ګټه اخيستل کېږي. د يو ګاډر لپاره د مستطيلي مقطعې پر ځای د يوې طاقچې لرونکې مقطعې د غوره کېدنې اصلي فلسفه په دې کې ده ، چې د ګاډر د مقطعې د کانکرېټو د هغې برخې له منځه وړل ، چې په کش کې واقع کېږي او په ځانګړې توګه دګاډر د کوږوالي دنهايي مقاومت پرمهال ، د هغې شتون د ګاډر پر مقاومت اغېزه نه پرېباسي. د ګاډر د کانکرېټو د مقطعو ددې ډ ول برخو له منځه وړل هم د کانکرېټو د لګښت اندازه او هم د ګاډر وزن راکموي. نوله دې امله T- ډوله ګاډرونه (اويا په اړخونو کې L- ډوله ګاډرونه) د ګاډرونو لپاره په ځانګړې توګه د پرله پسې او لويو وايو لپاره د غوښتنو سره سم په پام کې نيول کېږي.

سره له دې هم پرله پسې ګاډرونه ، د کوږوالي د لورو د بدلون له امله د وايې په منځ کې مثبت مومنټ او اتکاء ګانو کې منفي مومنټ اختياروي ، چې د وايو په منځ کې د يوريختو

پوښښونو ګاډرونه لپاره د T- ډوله مقطعه او په اتکاګانو کې د ګاډرونو لپاره مستطیلي مقطعه وړ او مناسبه ګڼل کېږي.

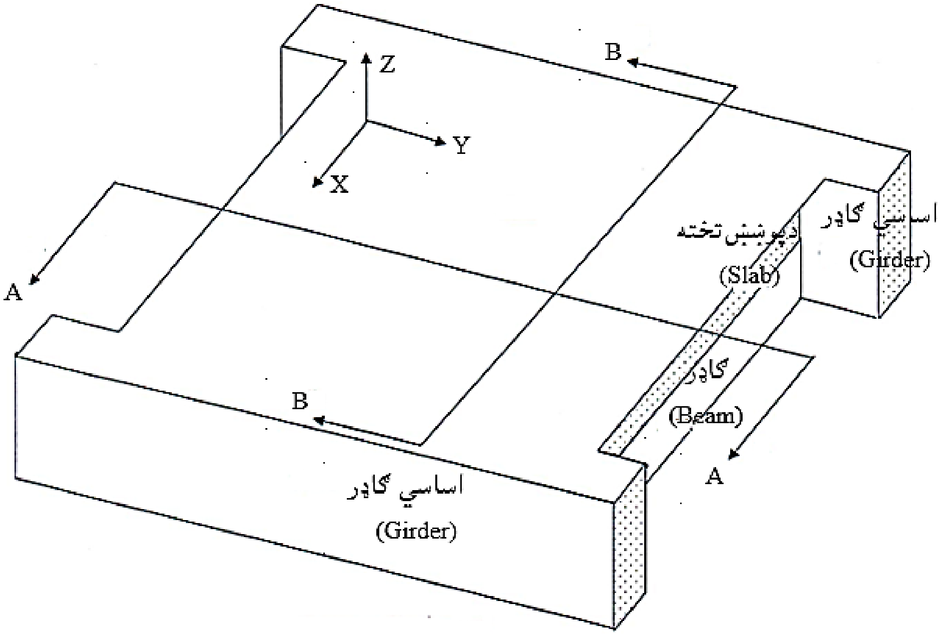
T- ډوله ګاډرونه کېدای شي چې په ځانګړې او یا هم د پوښښ تختو سره په یوه پارچه یې توګه جوړ او ترې ګټه واخستل شي [243,244:7].

T- ډوله او L- ډوله ګاډرونه د کانکرېټي ګاډر او پوښښ تختې په شکل د ګاډرونو تر منځ د پوښښ تختې د وایې په اوږدو کې ، د ګاډرونو د طاقچې په ډول کار کوي ، نو ځکه دې ګاډرونو ته لطاقچه لرونکې ګاډرونه هم ویل کېږي . کله چې ګاډرونه د بار له اغېزې مومنټ متحمل کېږي ، نو د پوښښ تخته د فشاري طاقچې په څېر کار کوی ، نو دا ډول اجزاوي باید د -ډوله او L- ډوله ګاډرونو په څېر طرحه او محاسبه شي [72-74:16].

پـه اوسپنیزکانکـرېټي پوښـښونو کـې د مخکـنې جـوړشـویـو (Precast) اوسپنیزکانکرېټي پوښښونو څخه پرته ، د پوښښ تختې د تل لپاره د ګاډرونو له پاسه په یوریخت توګه قالب بندي او کانکرېټ ریزي کېږي. همداراز فشاري فولادي سیخان او د عرضاني سیخانو یوه اندازه د پوښښ تختو په ارتفاع یا ضخامت کې ځای په ځای کېږي. نو له همدې امله ځینې موضوعګانې د دې لامل کېږي ،چې د پوښښ تختې یوه برخه د کوږوالي یاانحناء په وړاندې د مقاومت لپاره دګاډرونو پاسنۍ برخه په پام کې نیول کېږي. چې په پابله کې د ګاډرونو مقطعې د مستطیل پر ځای د (T) شکل غوره کوي ، چې پاسنۍ برخه یې چې د پوښښ په تخته کې واقع کېږي د طاقچې او لاندېنۍ برخه چې د ګاډر د دتنې برخه جـوړوي د وتلـې ، تنې یا پښتۍ برخـې په نوم نومول کېږي. په داسې حالتونو کې چې د T- ډوله ګاډر طاقچه د اوسپنیزکانکرېټي پوښښ تختې په توګه کار کوي ، د ګاډر د عرض پر اوږدو (د ګاډر د کوږوالي په اوږدو کې) د تشنج لاندې واقع کېږي ، چې عرضاني فشاري تشنج په طاقچې کې د طولي فشاري مقاومت او د کششي عرضاني تشنج د ډېرېدنې لامل کېږي ، چې په پابله کې د T- ډوله ګاډر د طاقچې د طولي فشاري مقاومت د کمېدنې لامل کېږي ، خو په طرحه او ډیزاین کې له دې دوو پورتنیو لاملونو څخه یو هم په پام کې نه نیول کېږي.اوس دا مسئله ده ، چې د پوښښ تخته په څومره عرض سره ، د T- ډوله ګاډر د طاقچې د عرض په توګه کړنه تر سره کوي او په پام کې نیول کېږي [155-157:3].

داوسپنیزکانکرېټي پـوښښونو عناصر یودبل له پاسه ځای په ځای کېدنه د اوسپنیزکانکرېټي پوښښ یا فرش سیستمونه (Reinforced Concrete Floor Systems) نومېږي. T- ډوله مقطعه لرونکي ګاډرونه کېدای شي چې په ځـانګـړې او یا هم د پوښښ تختو سره په یوه پارچه یې توګه جوړ اوترې ګټه واخـېستل شي ، چـې د دې ډول پوښښ سیستمونو څخه په لاندې ډول یادونه کېږي[244,245:7].

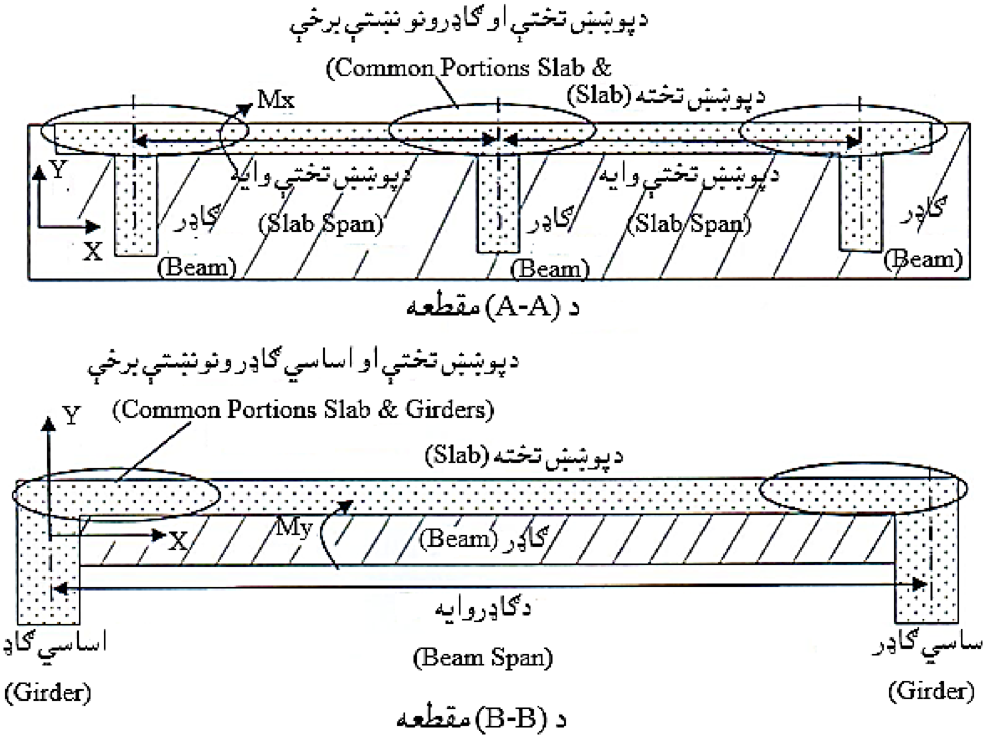
1- ځانګړې T- ډوله مقطعه لرونکي ګاډرونه : T- ډوله مقطعه لرونکي ګاډرونه کېدای شي ، چې په ځانګړې توګه داسې ځای په ځای شي ، چې د پوښښ تختې سره نه وي نښتې. د دې ډول ګاډرونو په مقطعو کې له طاقچې څخه یوازې د اضافي سطحې فشار د تأمینولو لپاره ګټه اخستل کېږي. د دې پوښښ سیستم په لاندېني (1.6- شکل) او د هغې مقطعې په (6.2- شکل) کې په بشپړه تفضیل سره ښودل شوی دی [245:7] .



1.6 - شکل: د اوسپنیزکانکرېټي (بې له یوریخته) پوښښ سیستم شیما [104:10].

په (1.6 - شکل) کې د یو اوسپنیزکانکرېټي پوښښ سیستم ښودل شوی دی ، چې د کانکرېټي پوښښ تختې په ګاډر(Beam) تکیه شوې دي او ګاډر د اساسي ګاډر (Girder) له پاسه ځای په ځای شوی دی. په(1.6 - شکل) کې بېلا بېل عناصر (لکه د پوښښ تخته ،

ګاډر او اساسي ګاډر) ،چې کانکرېټ يې په يوريخت توګه (Monolithically) نه دي اچول شوي ، ښودل شوي دي ، په يادو شويو عناصرو کې ، لومړی اساسي ګاډرونه) بيا ګاډرونه او وروسته د پوښښ تختو (Slabs) کانکرېټ اچول کېږي. د پوښښ د لاښې څرګندونې لپاره د(A-A) او (B-B) مقطعې په (2.6 - شکل) کې ښودل شوي دي. د(1.6 - شکل) او (2.6 - شکل) پر بنسټ د پوښښ هغه تختې چې وايې يې د (X) محور په اوږدو واقع دي ، د (X) محور د کوږوالي مومنټ لاندې راځي ، چې په (M_x) ښودل کېږي. په همدې توګه هغه ګاډرونه چې وايې يې د (Y) محور په اوږدو واقع دي ، د (Y) محور د کوږوالي مومنټ لاندې راځي ، چې په (M_y) ښودل کېږي. په ياد بايد ولرو چې د(A-A) او (B-B) مقطعې يو له بل سره متقابل حالتونه ښيي [163,164:20].



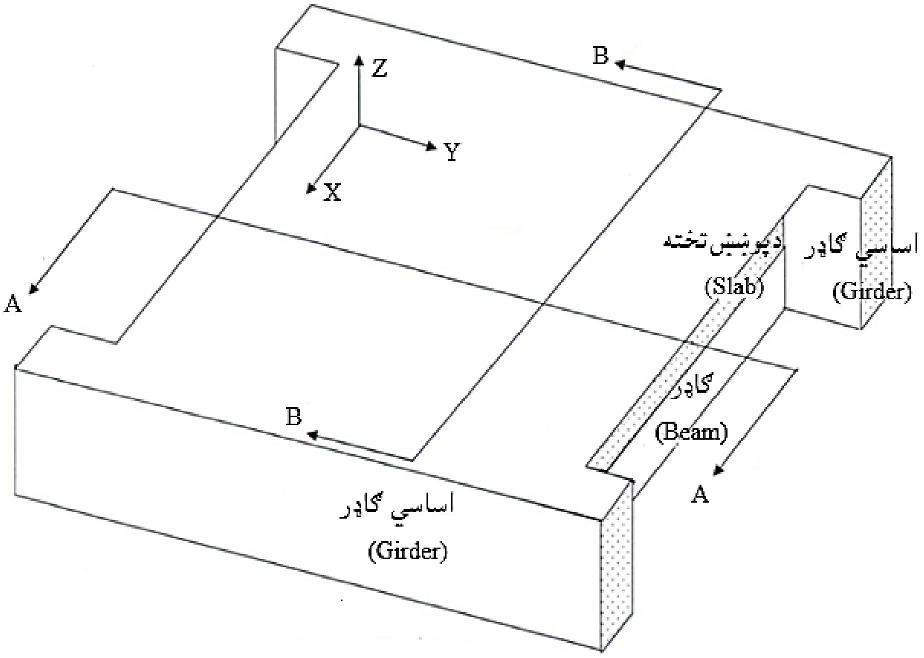
2.6 - شکل: د اوسپنيز کانکرېټي (بې له يوريخته) فرش سيستم عرضي مقطعه [105:10].

د پوښښ د سيستمونو لپاره د دربو واړو عناصرو لپاره دځانګړو کانکرېټ اچولو کارونه ، اغېزمنه نه دي ، سره له دې چې په مخکښنيو ښودل شويو شکلونو کې توپير يوازې ، د کانکرېټ اچولو له مخې څرګندېږي ، خو په (1.6 - شکل) او (2.6 - شکل) کې

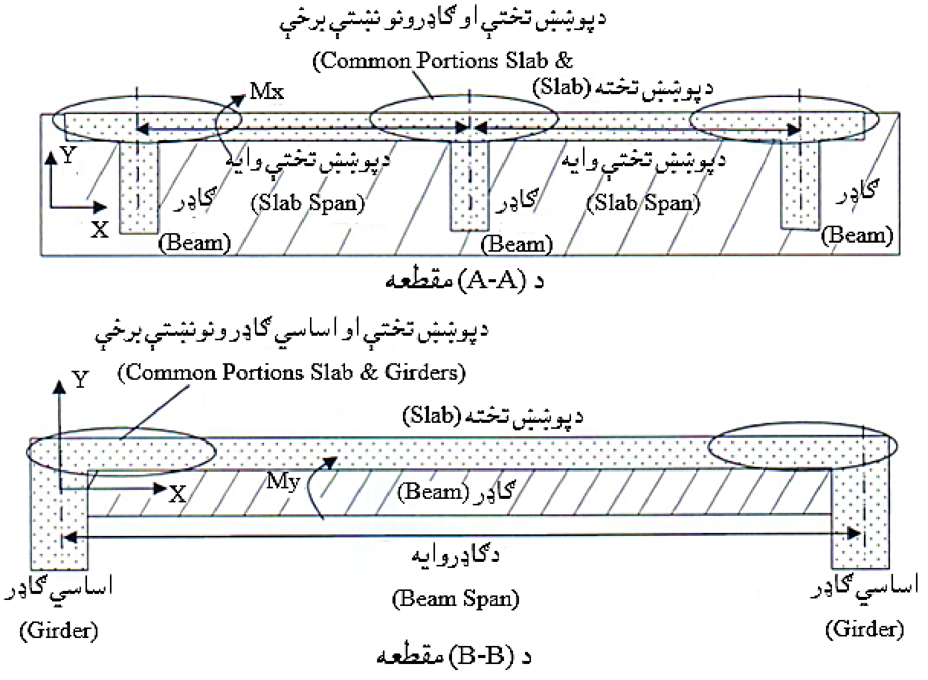
په لومړنۍ توګه د پوښښ د سیستم په جوړولو کې د شاملو ساختماني عناصرو ښودنه شوې ده ، چې د پوښښ تختې د ګاډر له پاسه ، ګاډر په نورماله توګه د اساسي ګاډر له پاسه او اساسي ګاډر په ستنو یا پایو (Columns) له پاسه تکیه کړې ده . د پوښښ تختې وایه د ګاډرونو د مرکزي لیکو یا خطونو تر منځ فاصله یا واټن دی او د ګاډر وایه د اساسي ګاډر د مرکزي لیکو یا خطونو تر منځ فاصله یا واټن دی ،چې په (2.6 - شکل) کې د پوښښ تختې او ګاډر وایې په څرګنده توګه ښودل شوي دي [104,105:10] .

2- د پوښښ تختو سره نښتې T- ډوله مقطعه لرونکي ګاډرونه : په یوریخته (Monolithically) پوښښونو کې T- ډوله مقطعه لرونکي او پوښښ تختې سره نښتې وي ، چې د جوړېدنې پر مهال د هغوې قالبونه ، سیخبندي او کانکرېټ اوچونه په یو خت کې تر سره کېږي. په دې ډول پوښښونو کې د پوښښ تختې، ګاډرونه او اساسي ګاډرونو د پوښښ سیستم جوړوي ، چې د ساختمان ګټورتیا یې په یوه مهال کې د تازه کانکرېټو په اچولو کې ده ، چې په یو ریخت ډول سره د کانکرېټو اچولو طریقې پورې اړه لري. په یو ریخت کانکرېټ اچونه کې ټولې هغه برخې لکه د پوښښ تختې ، ګاډرونه او اساسي ګاډرونه ، لکه په (3.6 - شکل) او (4.6- شکل) کې چې ښودل شوي دي ، یو له بل سره نښتې وي.

په ټوله کې نښتې پوښښ تخې او ګاډرونه سره یوځای د بار د وړلو ډېر ښه تل برابروي ، چې مړه یا دایمي او ژوندي یا مؤقت بارونه په دې تل اغېزه کوي. د دې بارونو اغېزه ، لومړی پوښښ تخته پر خپل ځان اخلي او بیا یې په عمودي توګه د ګاډر په اوږدو کې ګاډر ته او په پایله کې د پوښښ تختې او ګاډر څخه پایو یا ستنو ته یاد شوې بار انتقالېږي [246-253:7].



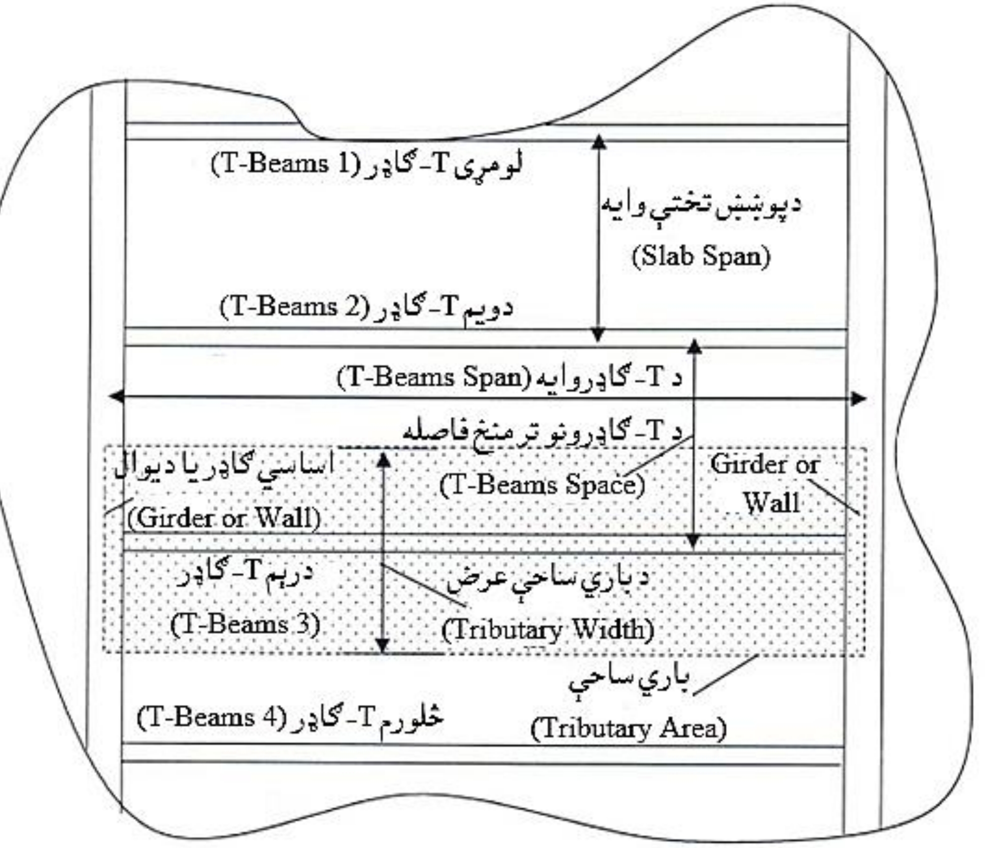
3.6 - شکل: دیو ریخته او سپنیز کانکرېټي پوښښ سیستم شیما [106:10].



4.6 - شکل: د یو ریخت او سپنیز کانکرېټي فرش سیستم عرضي مقطعه [106:10].

د دې فصل موضوع د اوسپنيز کانکرېټي ګاډرونو د عرضي مقطعو د(4.6 - شکل) د (A-A) په مقطعې په څېر د T - ډوله ګاډر (د لنډ لورې T - ډوله ګاډر) تحليل او ډيزاين دی. په يوريخت کانکرېټي عناصرو کې د پوښښ تختې ، ګاډرونه او د اساسي ګاډرونو ګډ ځای په ځای کېږي. د پوښښ تختو ، ګاډرونو او د اساسي ګاډرونو عمومي برخې پر يوه مهال د (M_x) او (M_y) مومنټونو لاندې واقع کېږي . د (ACI 318) کود له مخې د کانکرېټو د دوه ګونې دندې سرته رسونه د قبلېدنې وړ ده [55,56:15].

د کانکرېټي پوښښ د سيستم د ښه تجسم او تصور کولو لپاره د هغې پلان کارېږي. د پوښښ د سيستم پلان ، دوه بعدي لېدنه يا نما ده ، چې په افقي پلان کې د ګاډرونو او د اساسي ګاډرونو په ګډون، په اوږدو کې د پوښښ تختې د يوې هوارې سطحې په ډول ښکارې . د پلان د درک کولو لپاره ، اړينه د ه ، چې د پوښښ سيستم ته له لاندې څخه وليدل شي ، تر څو د پوښښ تخته ، د ګاډرونو او د اساسي ګاډرونو په اوږدو کې څرګنده شي ، د دې ډول پوښښ سيستم بېلګه په (4.6 - شکل) کې ښودل شوې ده. په دې شکل کې ګاډرونه د T - ډوله ګاډرونو په ډول د هغې د عرضي مقطعې د شکل له مخې د پاملرنې لاندې نيول کېږي لکه د(4.6 - شکل) د (A-A) په مقطعې کې ، چې ښودل شوې ده. د پو ښښ هغه کانکرېټي سيستم چې په هغې کې T – ډوله ګاډرونه شتون ولري ، په عمومي توګه د پښتۍ (تنې) يا وتلې برخې لرونکو پوښښ سيستم (Ribbed Floor System) په څېر، چې په هغې کې T - ډوله ګاډرونه د پښتۍ (تنې) يا وتلې برخې په توګه ښکارې او پرته له دې د يو لوريزه تختې په څېر وي[166:20].



5.6 - شکل: دیوریخته او سپنیزکانکرېټي پوښښ سیستم پلان [107:10].

په (5.6 - شکل) کې دوه نوي اصطلاحګانې ، د T - ډوله گاډرونو ترمنځ فاصله (Spacing) او باري دې ساحې عرض (Tributary Width) لیدل کېږي ، چې په لاندې ډول یې پېژندنه کېږي:

د T - ډوله گاډرونوترمنځ فاصله (T- Beams Spacing) : د گاونډیو T - ډوله گاډرونود مرکــزونو ترمنځ فــاصله ده. چې د اوسپنیزکانکــرېټي پوښښونو په سیستم کې د T - ډوله گاډرونو ترمنځ فاصله (Spacing) ښیي.

د T - ډولــه گاډرونود باري ساحې عرض (T- Beams Tributary Width) : د T - ډوله گاډرونود مرکزونو ترمنځ د دوو نژدې فاصلو منځنی اوږدوالی دی. چې په کانکرېټي پوښښ سیستمونو کې د T - ډوله گاډرونو ترمنځ فاصله (Spacing) ثابتوي. داسې باید

تصور شي چې د بارېدنې عرض ، هغه باري ساحه ده چې په هغې کې بار د T - ډوله گاډرونو له پاسه واقع کېږي.

د T - ډوله گاډرونود باري ساحه (T- Beams Tributary Area) : په T - ډوله گاډرونوکې باري ساحه ، د بارېدنې عرض او د گاډر د واټن د ضرب د حاصل سره مساوي کېږي. یا په بل ډول یې د اسې تعریف کېږي ، هغه ساحه چې د هغې ټول بار په د T - ډوله گاډر تکیه کېږي.

د او سپنیز کانکرېټي پوښښونو په سیستمونو کې هر T - ډوله گاډر دوه فاصلې او یو د بارېدنې عرض لري. که چېرې دا فاصلې په یوه یا مساوي اندازه وي ، نو د بارېدنې د عرض فاصله هم سره په مساوي اندازه وي . د پوښښ په سیستمونو کې د T - ډوله گاډر تر منځ فاصله په ټيپيک ډول سره ثابته وي ، نو له همدې امله یې د گاډرونو تر منځ فاصله د بارېدنې عرض سره مساوي وي [107-109:10].

2.6 - د T - ډوله گاډر فعاله عرضاني مقطعه

(Effective T – Beam Cross Section)

د T - ډوله گاډر فعالې مقطعې پېژندنه او ټاکنه له دې امله اړینه ده ، چې د پوښښ په سیستم کې د پوښښ تختې سره گډه ساحه لري. د T - ډوله گاډر فعالې مقطعې پېژندنه په لاندې ډول کېږي:

د T - ډوله گاډر فعاله مقطعه ، د گاډر هغه دننۍ عرضي مقطعه ده ، چې د بیروني قوو په وړاندې مقاومت کوي ، چې د (ACI 318) کود د تجویز له مخې د هغې عمومي ساحه د پوښښ تختې سره شاملېږي.

(6.5 - شکل) د T - ډوله گاډر دفعالې مقطعې ځرگندونه کوي ، چې لاندېنۍ اصطلاحگانې لري:

1- وتلې برخه یا تنه (Web or Stem) : د T - ډوله گاډر دعرضي مقطعې عمودي برخه ده.

2- طاقچه (Flange) : د T - ډوله گاډر د عرضي مقطعې افقي برخه ده ، چې د T - ډوله گاډر او پوښښ تختې تر منځ عمومي ساحه تشکیلوي.

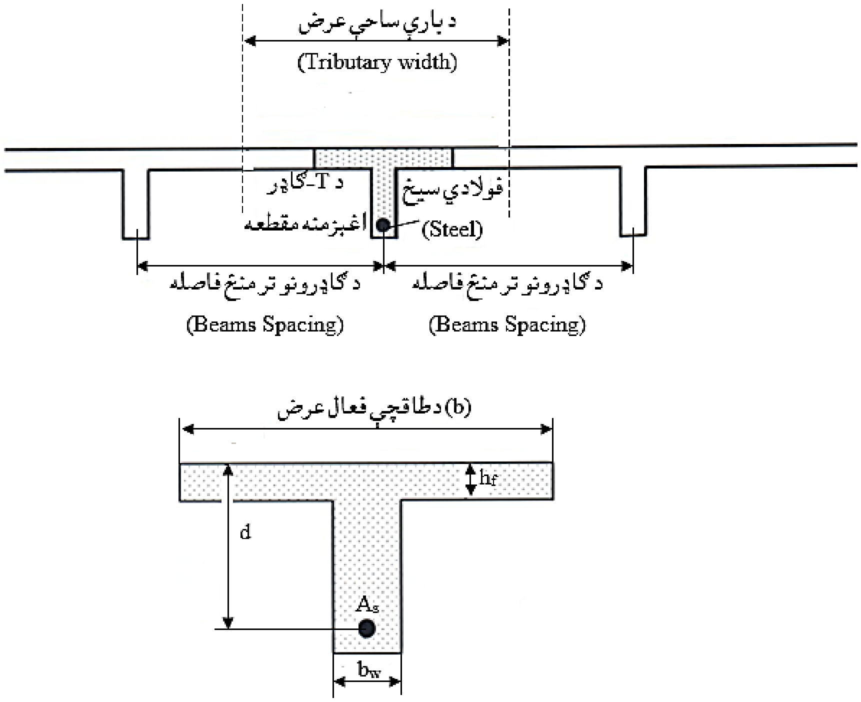
په لاندیني شکل کې:

(b_w) - د وتلې برخې یا تنې عرض دی . (h_f) - د طاقچې ضخامت دی چې د پوښښ تختې له ضخامت سره مساوي دی او (b) - د طاقچې عرض دی ،چې په لاندې ډول مشخصېږي ، چې د (b_1, b_2) او (b_3) د قیمتونو څخه کوچنی قیمت قبلېږي.

د (3.6 - شکل) د (A-A) مقطعې له مخې (b_1) د T - ډوله ګاډر د وایې د څلورمې برخې په اندازه $(b_1 = \text{T-Beam Span} / 4)$ په اندازه قبلېږي، د (b_2) د بارېدنې د عرض $(b_2 = \text{Tributary width})$ سره او همداراز $(b_3 = b_w + 16\ h_f)$ سره مساوي قبلېږي.

د T - ډوله ګاډر د مقطعې فعاله ارتفاع (d) د طاقچې د پاسنۍ برخې او په مقطعې کې د کششي ساحې د سیخانو د مرکز تر منځ فاصله ده [108-110:17].

A_s - د سیخبندي شوېو سیخانو مساحت دی.



6.6 - شکل: T - ډوله ګاډر د مقطعې فعاله عرضي مقطعه [109:10].

ځانګړې حالت (Special Case) :

1-هغه ګاډر چې د پوښښ تخته ورسره یو ځای یا یوازې یو لوري ته واقع وي L - ګاډر نومیږي، د داسې ګاډر د طاقچې د عرض (b) د لاندېنیو (b_1) , (b_2) او (b_3) د قیمتونو څخه کوچنی قیمت قبلېږي.(b_1) د L - ډوله ګاډر د وایې د دولسمې برخې او د وتلې برخې یا تنې عرض او (b_w) د جمعې حاصل په اندازه (b_1= L-Beam Span / 12 + b_w) ، همدا راز (b_2) د باري ساحې د عرض (b_2 = Tributary width) او ($b_3 = b_w + 6\ h_f$) سره مساوي قبلېږي.

2-د ځانګړې T - ډوله مقطعې لرونکي ګاډر حالت کې د T - ډوله ګاډر مقطعې ځانګړې محاسبه سرته رسېږي اود (ACI) کود د لارښوونې له مخې د ګاډر مقطعه باید د لاندېنیو شرایطو په واسطه تصدیق شي :($b \le 4\ b_w$) او همدا راز ($h_f \ge b_w / 2$) وي [167-175:11].

3.6- د T- ډوله مقطعې لرونکو ګاډرونو تحلیل (Analysis of T-Beams)

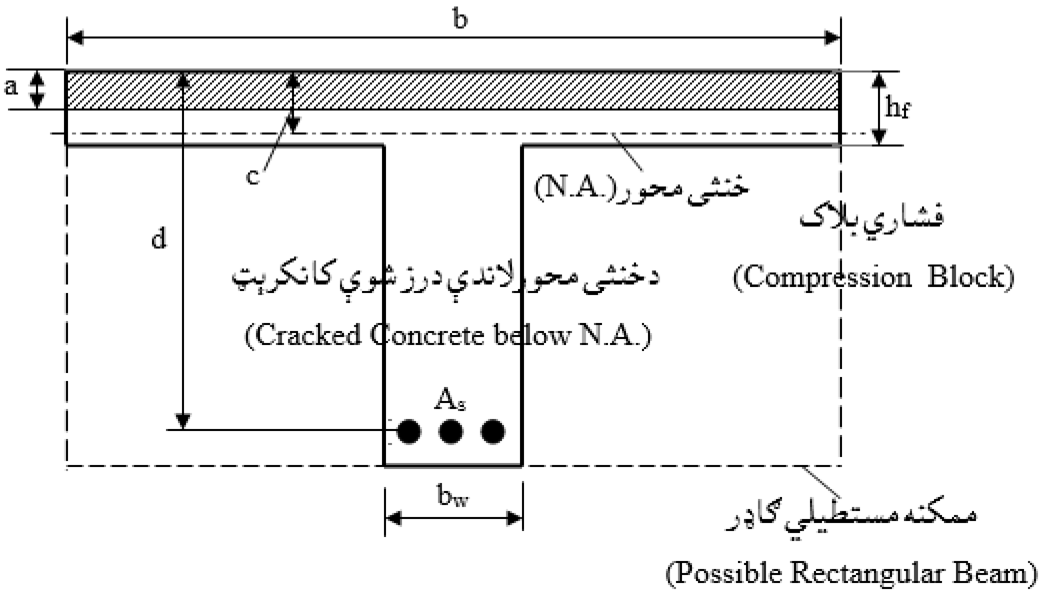
د T- ډوله مقطعې لرونکو ګاډرونو تحلیل لپاره د هماغه فشاري څخه ګټه اخیستل کېږي ، چې د مستطیلي ډوله مقطعې ډوله ګاډرونو لپاره فرض شوي و . سره له دې چې د کانکرېټي بلاک د تشنج شدت ($0.85f'_c$) د مستطیلي ډوله مقطعې ډوله ګاډرونو لپاره فرض شوی دی ، خو هغه څېړنې اوتجربې چې په T- ډوله ، دایروي ډوله او مثلثي ډوله مقطعو باندې تر سره شوي دي ، د دې ښودونکې دي ، چې په بشپړه دقت او پاملرنې سره کولی شو په ټولو حالتونو کې مستطیلي فشاري تشنجي بلاک وکاروو.

نو له دې امله د T- ډوله مقطعې لرونکو ګاډرونو د تحلیل لپاره اړینه ده چې د مثبت او د منفي مومنټونو په شتون کې تحلیل سرته ورسېږي. همدا راز د مثبت مومنټ په شتون کې، غیر فعال محور د ګاډر په طاقچې او یا سرحد کې (کانکرېټي فشاري بلاک) یان ($a \le h_f$) حالت او غیر فعال محور د ګاډر له طاقچې څخه بیرون (کانکرېټي فشاري بلاک) یا ($a > h_f$) حالت کې په لاندې ډول له مطالعې لاندې نیسو[157,158:3]:

(الف) - د کوږوالي (انحنايي) مثبت مومنټونو لاندې د T - ډوله ګاډرونو ساده تحليل

Simplified Analysis of T-Beams under Positive Bending Moments

د يوې معلومې مقطعې تحليل او پلټنه د کوږوالي مومنټ په وړاندې د هغې دمقاومت ورتيا ته ويل کېږي . مثبت مومنټ دګاډر د مقطعې د لاندېنۍ برخه کې د کشش لامل کېږي او فشاري برخه د ګاډر د مقطعې په پاسنۍ برخه کې واقع کېږي.



7.6 - شکل: T - ډوله ګاډر د مثبت کوږوالي (انحنايي) مومنټ د اغېزې لاندې د يو مستطيلي ګاډر په څېر فعاليت کوي[110:10] .

په دې ډول ګاډرونو کې د (Whitney's) وتنيس فشاري بلاک ساحه د طاقچې د ساحې څخه کوچنۍ وي ، يانې داچې فشاري بلاک په بشپړه توګه په طاقچه کې واقع وي. په دې حالت کې T - ډوله ګاډر په(7.6 - شکل) کې دښودل شوي ګاډر په څېر د يومستطيلي ګاډر په توګه کار کوي. دلوی کانکرېټي ساحې له امله ، چې طاقچه هم په کې شامله وي ، ډېره ناشونې ده ، چې په T - ډوله ګاډر کې فشاري بلاک دې ، د ګاډر وتلی برخه(تنې) يا پښتۍ (Web) برخې پورې و غځېږي. نو له دې امله دا به ډېره ښه وي چې T - ډوله ګاډرونه د مستطيلي مقطعه لرونکی ګاډرونو په څېر تحليل شي. د T - ډوله ګاډرونو د تحليل لپاره

ساده کول ،کټ مټ د مستطیلي مقطعه لرونکو ګاډرونو د تحلیل ساده کولو په څېر د لاندېنیو څرګندونو په پام کې نیولو سره سرته رسېږي :

1- د T - ډوله ګاډر له پاسه عامل نهایي کوږوالي (انحنایي) مومنټ (M_u) پیداکول. د کوږوالي (انحنایي) مومنټ (M_u) د پیداکولو لپاره د T - ډوله ګاډر او د پوښښ تختې خپل وزن د پوښښ د سیستم د مړ یا دایمي باریوه برخه ده. د T - ډوله ګاډر د وتلې برخې وزن د مستطیلي ګاډرونو په څېر ، د فـرض شوی عــرض (b_w) او د بشپړه ارتفاع او طاقچې ضخـامت د توپیر ($h - h_f$) له مخې ټاکل کېږي.

2- د طاقچې د فعال عرض پیداکول د (ACI 318) کود په واسطه مشخصاتو او همداراز د ځینو نورو اړینو معلوماتو له مخې پیداکېږي:

3- د (a) د قیمت پیدا کول ، که چېرې ($a < h_f$) وي نو د (a) قیمت د لاندېنۍ معادلې په واسطه پیداکېږي:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (1.6)$$

که چېرې ($a < h_f$) وي ، نو په دې حالت کې د طاقچې ډېره ساحه د فشار لاندې واقع کېږي ، ځکه د طاقچه یې مقطعې لرونکي ګاډر لپاره د فشاري تشنجاتو بلاک د طاقچې په ضخامت کې واقع کېږي. نو د ګاډرد تشنجاتو د بلاک د دې ډول حالت لپاره ، د ګاډر مقطعه د مستطیلي مقعطعې معادل د(b) په عرض طرحه او محاسبه کېږي [184:15].

4- د فولادي سیخانو د کششي نسبتي اوږدېدنې (ε_t) قیمت ، کټ مټ د مستطیلي مقطعه لرونکی ګاډر په ډول پیداکېږي ، چې په لاندې توګه پیداکېږي:

$$\varepsilon_t = \frac{0.003 \text{ x } (d-c)}{c} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.6)$$

دلته $C = a/\beta 1$ دی.

5- د (ε_t)قیمت د پیداکولو څخه وروسته د ظرفیت کمېدونکي ضریب (ϕ) قیمت پیداکېږي:

$$\phi = 0.48 + 83\varepsilon_t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.6)$$

6- د نومينالي کوږوالي مومنټ (M_n) قيمت په لاندې ډول پيدا کېږي:

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) \ldots\ldots (4.6)$$

7- د سيخانو مساحت (As) د (ACI 318) کود په واسطه د توصيه شوي اصغري سيخانو مساحت سره پرتله کېږي:

$$A_s \geq \rho_{min}.b_w.d \ldots\ldots (5.6)$$

(ρ_{min}) کټ مټ هماغه د سيخبندۍ اصغري قيمت په څېر دی ، چې د (ACI 318) کود په واسطه د مستطـيلي ډولــه مقطعه لــرونکو ګاډرونو لپاره توصيه شوي دي . په ياد بايد ولــرو چې (ρ_{min}) يــوازې د ګاډر په فعاله مساحت کــې ضــربېږي ($b_w.d$) ، نه د T - ګاډر په ټوله مقطعه کې ، دا ځکه چې د T - ګاډر د طاقچې برخه د پوښښ تختې يوه برخه ده. لکه څنګه چې د پوښښ د تختې د تحليل او ډيزاين لپاره د سيخبندۍ اړين اصغري نسبت برابرېږي ، د T - ګاډر د طاقچې لپاره هم په هماغه ډول په پام کې نيول کېږي. نو ځکه د T - ګاډرونو لپاره (ρ_w) د (ρ_{min}) سره پرتله کېږي ، تر څو د کود د غوښتنې سره سم وارزول شي ، (ρ_w) د (b_w) او هم د(b) پر بنسټ کولی شو چې په لاندې ډول يې په لاس راوړو[112-126:13]:

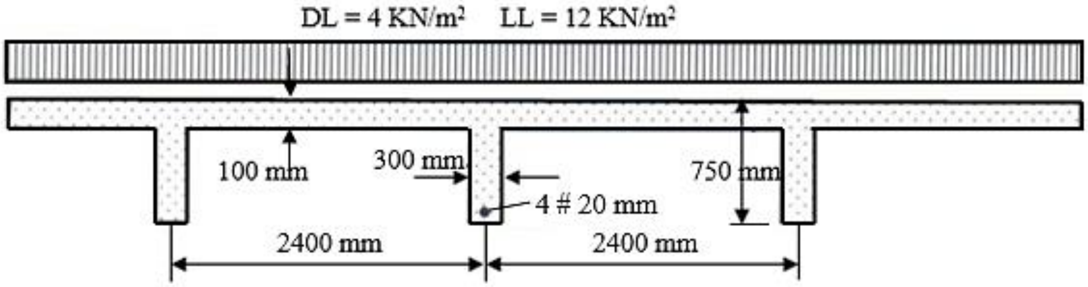
$$\rho_w = A_s / b_w \,.\, b \ldots\ldots (6.6)$$

8- د پيدا شوېو د قيمتونو د پرتله کولو له مخې د ګاډر د مقطعې وړتيا پيدا کېږي:

که $\phi M_n \geq M_u$ وي ، نو T – ګاډر وړتيا لري

که $\phi M_n < M_u$ وي ، نو T – ګاډر وړتيا نه لري .... (7.6)

1.6 - مثال: په لانــدېني شکل کې د ښــودل شوي ، T - ګاډر د مقطعې وړتيـا وارزوئ ، کــه (f'_c = 25 MPa) ، (f_y = 420 Mpa) او د T – ګاډر وايه (5,500 mm) وي.



حل:

1- د پوښښ په سيستم کې د T – ګاډر له پاسه عامل بارونه ، د بارېدنې ساحې په عرض کې مجموعي بارونه دي ، چې په لاندې ډول پيدا کېږي:

د پوښښ تختې په مړ يا دايمي بار (4.0 KN/m²) کيلونيوټن پر متر مربع کې د پوښښ تختې خپل وزن ګڼون لري. د ګاډر له پاسه بارونه په ترتيب سره په لاندې ډول پيدا کوو:

مړ يا دايمي بار (W_D) د پوښښ تختې په يو کيلونيوټن پر مترمربع کې بار او د بارېدنې ساحې د عرض د ضرب حاصل سره مساوي کېږي.

د ګاډر باري ساحې عرض د (2.4 m) مترو سره مساوي کېږي، نو (W_{D1}) مساوي کېږي په:

W_{D1} = 4 KN/m² x 2.4 m = 9.60 KN/m.

د T- ګاډر خپل وزن مساوي کېږي په:

W_{D2} = [0.3 x (0.75 – 0.10)] x 24 = 4.68 KN/m

مجموعي مړ يا دايمي بار مساوي کېږي په:

$W_D = W_{D1} + W_{D2}$ = 9.60 + 4.68 = 14.28KN/m.

ژوندي يا مؤقت بار (W_L) د پوښښ تختې په يو کيلونيوټن پر مترمربع کې بار او د بارېدنې ساحې د عرض د ضرب حاصل سره مساوي کېږي.

د ګاډر باري ساحې عرض د (2.4 m) مترو سره مساوي کېږي ، نو (W_L) مساوي کېږي په:

W_L = 12 KN/m^2 x 2.4 m = 28.80 KN/m.

د T- ګاډر له پاسه نهايي بار مساوي کېږي په:

$W_U = 1.2 \times W_D + 1.6 \times W_L = 1.2 \times 14.28 + 1.6 \times 28.80 = 63.22$ KN/m

د کوږوالي نهايي مومنټ په لاندې مساوي کېږي په:

$M_U = W_U L^2/8 = 63.22 \times (5.5)^2/8 = 239.05$ KN. m

2- د طاقچې فعال عرض (b) د لاندېنيو (b_1, b_2) او (b_3) د قيمتونو څخه کوچنی قيمت قبلېږي:

b_1= T – beam span / 4 = 7,500/4 = 1,875 mm

b_2= Tributary width = 2,400 mm

$b_3 = b_w + 16\ h_f = 300 + 16 \times 100 = 1{,}900$ mm

د پورتنيو قيمتونو څخه کوچنی قيمت (b = 1,875 mm) قبلوو.

3- فرض کوو چې $a < h_f$ دی.

د (4 # 20 mm) فولادي سيخانو مساحت مساوي کېږي په:

$A_s = n \times \frac{\pi d^2}{4} = 4 \times \frac{\pi \times 20^2}{4} = 1{,}256\ mm^2.$

$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{1{,}256 \times 420}{0.85 \times 25 \times 300} = 83\ mm < h_f = 100\ mm$

4-کششي نسبتي اوږدېدنه (ε_t) په لاندې ډول پيدا کوو:

$C = a/\beta_1 = 83 / 0.85 = 98$ mm

$d \approx 750 – 75 = 675$ mm

$\varepsilon_t = \frac{0.003 \times (d-c)}{c} = \frac{0.003 \times (675-98)}{98} = 0.0177 > 0.005 \Rightarrow \phi = 0.9$

5- نوميناليکوږوالي مومنټ (M_n) په لاندې ډول پيدا کوو:

$M_n = A_s f_y (d - \frac{a}{2}) = 1{,}256 \times 420 \times (675 - \frac{83}{2}) = 334{,}183{,}920$ N. mm

M_n = 334.20 x 106 N. mm = 334.20 KN. m

6- د (ACI 318) کود د لارښوونې له مخې د سيخانو اصغري مساحت مساوي کېږي په:

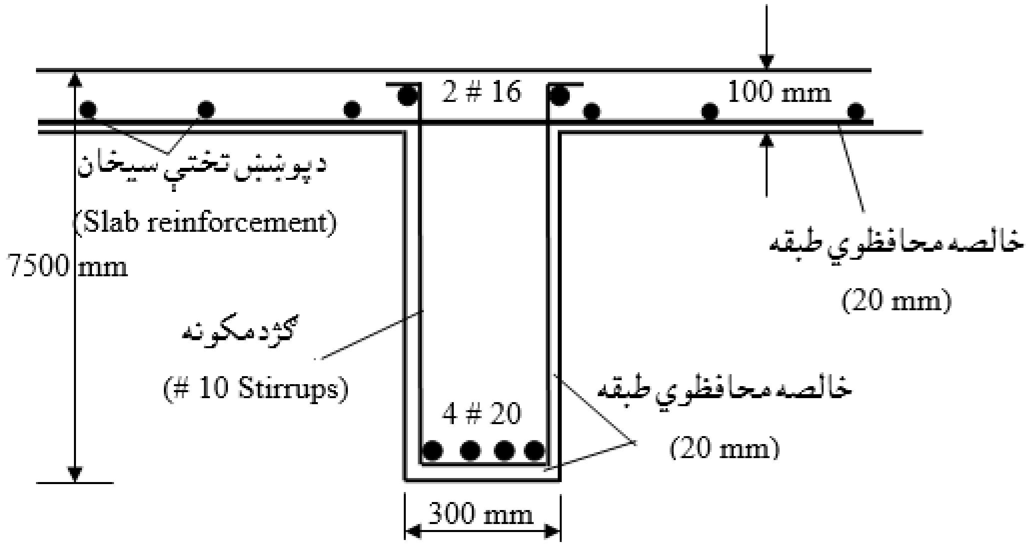
$A_{smin} = \rho_{min} . b_w.d = \frac{1.4}{f_y} b_w.d = = \frac{1.4}{420} \times 300 \times 675 = 675\ mm^2.$

$A_s = 1,256 \text{ mm}^2 > A_{smin} = 675 \text{ mm}^2$

7 - د (ϕM_n) او د (M_U) د قیمتونو د پرتله کولو له مخې د ګاډر د مقطعې ورتیا پیدا کېږي:

$\phi M_n = 0.9 \text{ x } 334.20 = 300.78 \text{ KN. m} > M_U = 239.05 \text{ KN. m}$

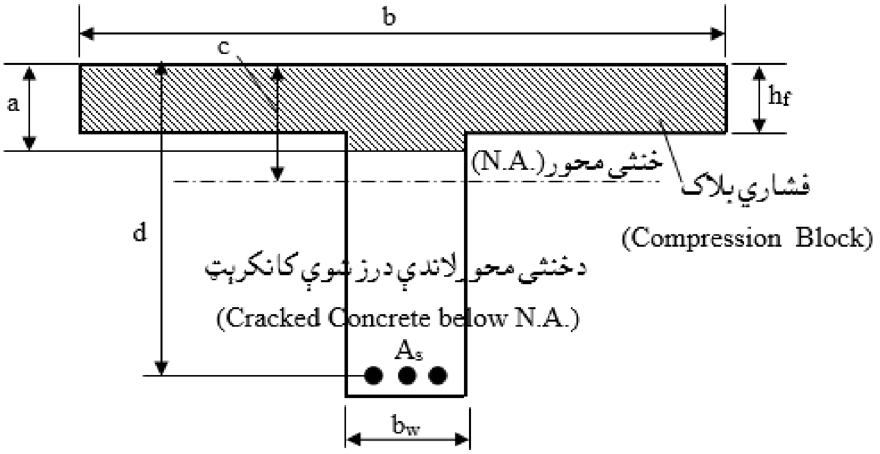
د (1.6-مثال) لپاره د T – ګاډر په عرضي مقطعه کې د فولادي سیخانو د ځای په ځای کولو تفصیل په لاندېني شکل کې ښودل شوي دی.



(ب)- د کوږوالي مثبت مومنټونو لاندې د T - ډوله ګاډرونو تفصيلي تحليل

(Detail Analysis of T-Beams under Positive Bending Moments)

ځينې مهال داسې پېښېږي چې د فشاري قوې د لاسته راوړنې لپاره د T- ډوله ګاډر د طاقچې مساحت د ويتنيس فشاري بلاک (Whitney's compression block) کفايت نه کوي او نورمساحت ته اړتيا وي ، ترڅو په (6.8- شکل) کې په ښودل شويو فولادي سيخانو کې د کششي قوو په وړاندې عکس العمل څرګند کړي . په فشاري ساحې او فشاري بلاک کې د بدې اغېزې له امله په بڼه کې د بدلون حالت کې د($a = \beta_1 x\ c$) د تطبيق وړ ده [608,609:1].



9.6 - شکل: د T - ډوله ګاډر فشاري بلاک ،چې تر وتلې برخې پورې غځېدلې دی [113:10] .

د دې هندسي بدلون له امله ، د T - ډوله ګاډر د تحليل لپاره د مخکني مثال په پرتله لا ډېر تفصيل ته اړتيا ده . د دې حالت د تحليل کړنلاره يا طريقه په لاندې ډول توضيح کېږي:

1- د T - ډوله ګاډر له پاسه د عامل ډېر شوي محاسبوي کوږوالي (انحنايي) مومنټ (M_u) قيمت پيدا کېږي ،چې د وتلې يا پښتۍ برخې وزن هم په کې شامل دی ، لکه مخکې چې ترې يادونه وشوه.

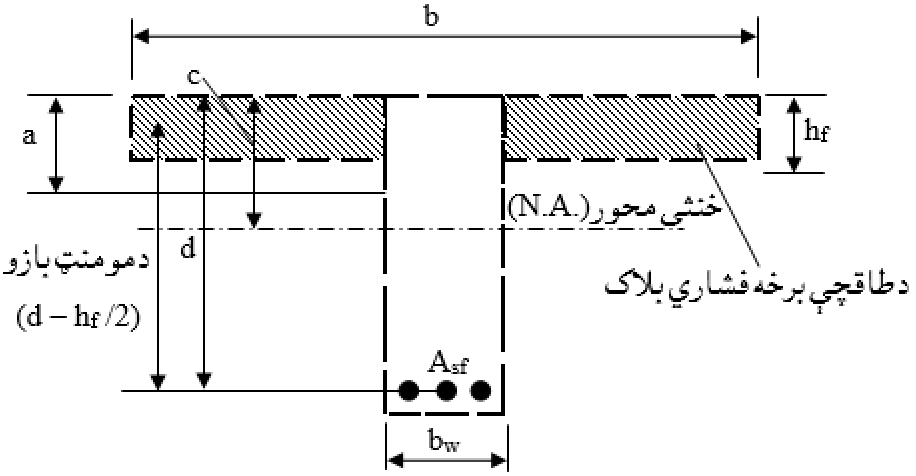
2- د طاقچې د فعال عرض (b) پيدا کول ، چې د (ACI 318) کود له مخې مشخصېږي.

3- د (a) د قیمت پیدا کولو لپاره فرض کېږي چې ($a < h_f$) وي نو د (a) قیمت د لاندېنۍ معادلې پربنسټ پیدا کېږي:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \quad \text{.............................} \quad (1.6)$$

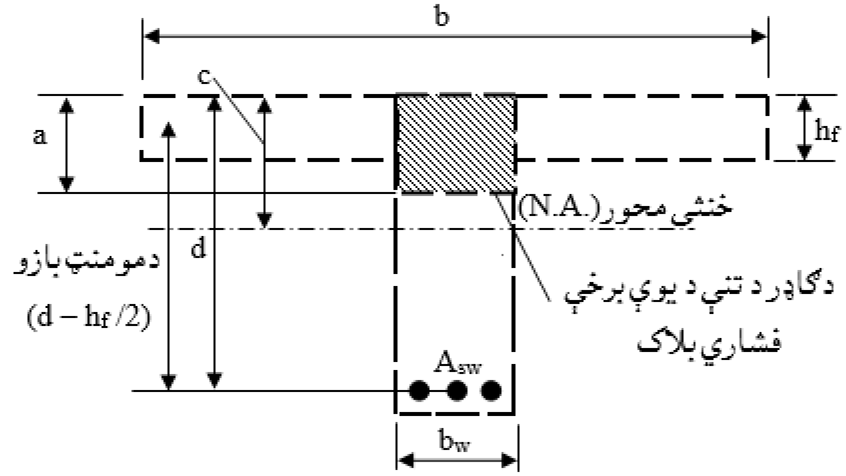
4-که چېرې ($a < h_f$) وي نو د اسې فرضیږي ، چې مقطعه په انحناء کې د یوې مستطیلي مقطعې په څېر کارکوي ، نو په دې حالت کې یې تحلیل لکه د مخکې په څېر، چې ترې یادونه وشوه تر سره کېږي او که چېرې ($a > h_f$) وي ، نو په هغه حالت کې پنځم قدم ته ځو.

5- په دې حالت کې په فرضي توګه د T - ډوله ګاډر مقطعه د ګاډرپه دوو مقطعو لکه د (10.6 - شکل) په څېر وېشو.



لومړی ګاډر

لومړی ګاډر: د لومړي ګاډر په مقطعه کې،د طاقچې په ځوړنده برخه کې فشاري بلاک او د هغې اړونده سیخانو مساحت بنودل شوی دی.



دويم ګاډر: د دويم ګاډر په مقطعه کې،د ګاډرپه وتلې برخه کې فشاري بلاک او د هغې اړونده سيخانو مساحت ښودل شوې دی.

10.6- شکل: دT- ډوله ګاډر فشاري بلاک ، تر وتلې برخې پورې دغځېدنې له مخې په اټکلی ډول وېشلې مقطعې [114:10].

6-د (ACI 318) کود ،د اصغري ديکته شوي مساحت له مخې، د(9.6- شکل) کې د لومړي ګاډر اړونده سيخانو (A_{sf}) د قيمت پيدا کول. د کانکرېټي طاقچې په ځوړنده برخه کې د فشاري پيدا کېدونکو قوو په وړاندې دپيدا کېدونکو کششي قوو لپاره اړينو د سيخانو مساحت (A_{sf}) ، لکه د(A_s) په شانته په لاندې ډول پيدا کېږي:

$$A_{sf}\,.f_y = 0.85f'_c.\,(b - b_w)\,.h_f$$

$$A_{sf} = \frac{[0.85f'_c.(b-b_w).h_f]}{f_y} \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (8.6)$$

7- په(10.6- شکل) کې د دويم ګاډر اړونده سيخانو (A_{sw}) د قيمت پيدا کول. د کانکرېټي وتلX يا پښتۍ برخې د فشاري پيدا کېدونکو قوو په وړاندې دپيدا کېدونکو کششي قوو لپاره اړينو سيخانو مساحت (A_{sw}) ، لکه د(A_s) په شانته په لاندې ډول پيدا کېږي:

$$A_{sw}\,.f_y = 0.85f'_c.a.\,b_w$$

$$A_{sw} = \frac{(0.85f'_c.a.b_w)}{f_y} \quad \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (9.6)$$

په داسې حال کې چې ، لاتر اوسه د (a) قیمت نه وي پیدا شوي ، د (A_{sw}) مساحت د پیدا کولو لپاره له لاندېنۍ طریقې څخه ګټه اخیستل کېږي:

$$A_s = A_{sf} + A_{sw}; \Rightarrow A_{sw} = A_s - A_{sf} \quad \text{.......................... (10.6)}$$

8- د (10.6- شکل) کې د دویم ګاډر او د (8.6) معادلې په کارونې سره د (a) بشپړه قیمت په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$a = \frac{A_{sw} f_y}{0.85 f'_c b_w} \quad \text{.. (11.6)}$$

9- د فولادي سیخانو د کششي نسبتي اوږدېدنې (ε_t) قیمت د (2.6- معادلې) په واسطه ، کټ مټ د مستطیلي مقطعه لرونکی ګاډر په ډول ، چې په لاندې توګه پیدا کېږي:

$$\varepsilon_t = \frac{0.003 \text{ x } (d-c)}{c} \quad \text{.......................................(2.6)}$$

دلته $C = a/\beta1$ دی.

9- د (ε_t) قیمت د پیدا کولو څخه وروسته د ظرفیت کمېدونکې ضریب (ϕ) قیمت د (3.6- معادلې) یا د جدول په واسطه پیدا کېږي:

$$\phi = 0.48 + 83\ \varepsilon_t \quad \text{...(3.6)}$$

10- د نومینالي کوږوالي مومنټ ظرفیتونو (M_{nw} او M_{nf}) قیمتونه د لومړی ګاډر او دویم ګاډر لپاره په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$M_{nf} = A_{sf}.\ f_y.\ (d - h_f/2) \quad \text{....................................... (12.6)}$$

دلته: ($d - h_f/2$) د دویم ګاډر د (9.6- شکل) له مخې د مومنټ بازو دی.

$$M_{nw} = A_{sw}.\ f_y.\ (d - a) \quad \text{.. (13.6)}$$

دلته: ($d - a/2$) د دویم ګاډر د (9.6- شکل) له مخې د مومنټ بازو دی.

$$M_n = M_{nf} + M_{nw} \quad \text{.. (14.6)}$$

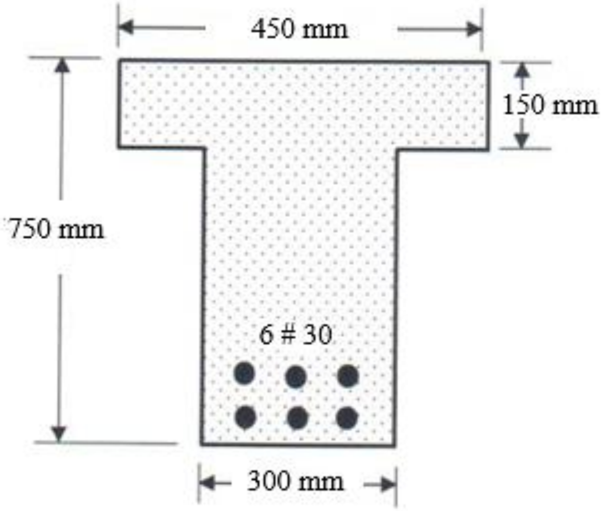
11- د سیخانو مساحت (A_s) د (5.6- معادلې) په واسطه پیدا کېږي او د (ACI 318) کود په واسطه د توصیه شوو اصغري سیخانو مساحت سره پرتله کېږي:

$$A_s \geq \rho_{min}.b_w.d = \frac{1.4}{f_y}.b_w.d \quad \text{................................... (5.6)}$$

12- د (ϕM_n) او د (M_U) د قیمتونو د پرتله کولو له مخې د ګاډر د مقطعې وړتیا پیدا کېږي او د (7.6) فورمول له مخې پرتله کېږي [147-159:4]:

که $M_u \geq \phi M_n$ وي ، نو T – ګاډر وړتیا لري او که $\phi M_n < M_u$ وي ، نو T – ګاډر وړتیا نه لري ....(7.6)

2.6- مثال : پــه لاندېني شکل کې د ښودل شــوي ،مخکــې جــوړ شــوي (Precast) ځــانګــړې T– ډوله مقطعه لرونکي ګاډر وړتیا وپلټئ ، که د هغې لپاره د کانکــرېټــو فشاري مقــاومت ($f'_c = 25$ MPa)، د سیخــانو مقــاومت ($f_y = 420$ MPa) او نهایي کــرېــدنې مومنټ ($M_u = 750$ KN. m) په پام کې نیول شوی وي.



حل: په لومړی قدم کې د ورکړل شویو شرایطو له مخې د ګاډر د مقطعې ابعاد ارزوو ، یانې داچې د طاقچې ارتفاع باید د ګاډر د تنې د عرض د نیمایې سره مساوي او یا ډېر ($h_f \geq b_w$ /2) او همدا راز د طاقچې عــرض باید دګاډر تنې د عرض د څلور برابره سره مساوي وي کوچنی ($b \leq 4\ b_w$) وي.

څرنګه چې:

$h_f = 150\ mm \geq b_w / 2 = 300 / 2 = 150\ mm.$

$b = 450 \leq 4\ b_w = 4 \times 300 = 1,200\ mm.$

له پورتنۍ محاسبې څخه څرګندېږي، چې د ګاډر د مقطعې ابعاد د کود له بریده باید ډېر نه شي.

اوس دفشاري بلاک په طاقچه کې د شتون په فرضونې سره د کانکرېټود فشاري بلاک ارتفاع (a) قیمت په لاندې ډول پیدا کوو:

د (4 # 20 mm) فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = n \times \frac{\pi d^2}{4} = 6 \times \frac{\pi \times 30^2}{4} = 4{,}239 \text{ mm}^2.$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{4{,}239 \times 420}{0.85 \times 25 \times 450} = 186 \text{ mm} > h_f = 150 \text{ mm}$$

له پورتنۍ محاسبې څخه څرګندېږي چې، د(a) قیمت د ګاډر د مقطعې د طاقچې دارتفاع (h_f) له قیمت څخه ډېر دی یانې داچې د طاقچې څخه بېرون واقع دی، نو د(4.6) برخې په څېر په لاندې توګه خپله محاسبه پر مخ وړو:

$$A_{sf} = [0.85f'_c. (b – b_w) .h_f] / f_y = [0.85 \times 25 \times (450 – 300) \times 150] / 420$$

$$A_{sf} = 1{,}138 \text{ mm}^2.$$

$$A_w = A_s - A_{sf} = 4{,}239 – 1{,}138 = 3{,}101 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_{sw} f_y}{0.85 f'_c b_w} = \frac{3{,}101 \times 420}{0.85 \times 25 \times 300} = 204 \text{ mm}.$$

د(a) قیمت د پیدا کولو څخه وروسته (d = 750 – 100 = 650 mm) او همداراز د فشاري ناحیې ارتفاع ($C = a/\beta_1 = 204/ 0.80 = 255$ mm) په لاس راوړو.

اوس د(ε_t) قیمت په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\varepsilon_t = \frac{0.003 \times (d-c)}{c} = \frac{0.003 \times (650-255)}{255} = 0.0046$$

اوس د (ε_t)قیمت د پیدا کولو څخه وروسته د ظرفیت کمېدونکې ضریب (ϕ) قیمت د لاندېنۍ معادلې یا جدول څخه پیدا کېږي:

$$\phi = 0.48 + 83\ \varepsilon_t = 0.48 + 83 \times 0.0046 = 0.866$$

$$\rho_w = A_s / (b_w.d) = 3{,}101/ (300 \times 650) = 0.016 = 1.6\% >> \rho_{min} = 0.35\%$$

د (ρ_{min}) قیمت د جدول څخه هم اخیستل کېږي. د محاسبو څخه جوته شوه ، چې د ګاډر مقطعه د کود له لاربښوونو سره سمون لري.

اوس د نومینالي مومنټ قیمت په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$M_n = M_{nf} + M_{nw} = A_{sf}.f_y (d - h_f/2) + A_{sw} .f_y (d - a/2)$$

$$M_n = 1{,}138 \times 420 \times (650 – 150/2) + 3{,}101 \times 420 \times (650 – 204/2)$$

$$M_n = 274{,}827{,}000 + 713{,}726{,}160 = 988{,}553{,}160 \text{ N. mm}$$

$$M_n = 988.60 \text{ KN. m}$$

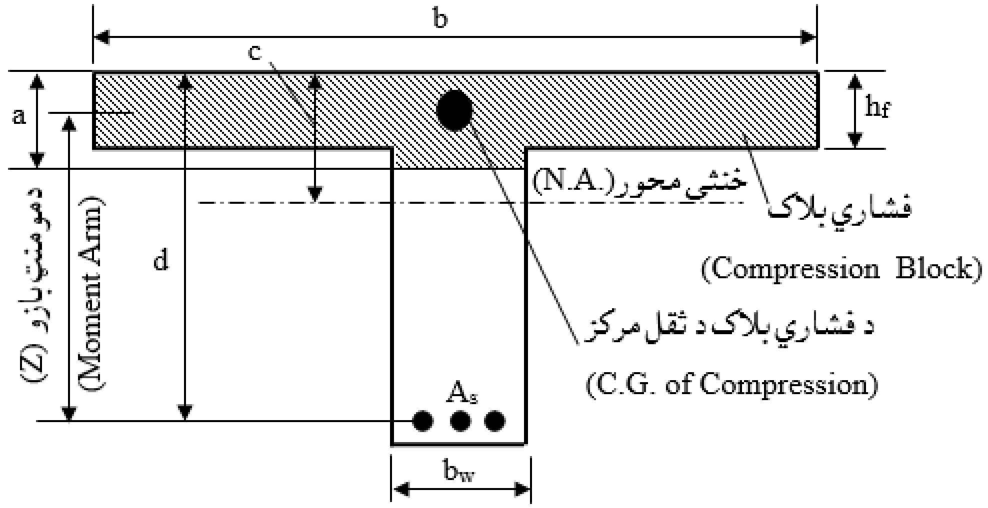
$\phi\, M_n = 0.866 \times 988.60 = 856.13$ KN. m $> M_u = 750$ KN. m

د پورتنۍ محاسبې په پایله کې څرګندېږي ، چې د ګاډر مقطعه خوندي ده.

(ج) - د مثبت کوږوالي مومنټونو لاندې د T – ګاډرونو د تحلیل دویمه طریقه

(Another Analysis Procedure for T-Beams under Positive Bending Moments)

د T – ګاډر ، چې فشاري بلاک یې تر وتلې برخې پورې غځېدلی وي ، د فرضي وېشنې پر ځای ، ټول فشاري بلاک د یوې ساحې یا یو مساحت په ډول قبلېږي. د دې لپاره اړینه ده ،چې د مومنټ بازو په ریاضیکي توګه پیدا شي. د (11.6- شکل) د همدې بلې طرېقې ښودونکی دی[136:9].



11.6 - شکل: د T - ډوله ګاډر فشاري بلاک ،چې تر وتلې برخې پورې غځېدلې دی ،د تحلیل لپاره د بشپړېدونکی طرېقې کارونه [118:10].

په(11.6 - شکل) کې (z) د سیخانو او د کانکرېټي فشاري بلاک د مرکزونو تر منځ فاصله ده. چې په لاندې ډول محاسبه کېږي:

$$z = d - [(b - b_w).h_f^2 / 2 + b_w \,.\, a^2 / 2] / A_c \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15.6)$$

دلته (A_c) د کانکرېټي فشاري بلاک مساحت دی ،چې په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$A_c = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c} \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16.6)$$

همدارنګه دلته (a) د کانکرېټي فشاري بلاک ارتفاع ده ، چې په لاندې ډول پيداکېږي:

$$a = [A_c – h_f (b – b_w)] / b_w \ldots\ldots (17.6)$$

د T- ډوله ګاډر فشاري بلاک ،چې تر وتلې برخې پورې غځېدلې دی ،د تحليل لپاره د بشپړېدونکی طريقې له لومړی قدم څخه تر څلورم قدمه پورې په همدې فصل کې په بشپړه توګه تشريح شوي دي. که چېرې په څلورم قدم کې ($a > h_f$) څخه په لاس راشي ، نو لاندېني قدمونه پر مخ وړل کېږي ،تر څو چې د T– ډوله ګاډر د حل لپاره (ϕM_n) پيداشي:

1- د(16.6) معادلې په واسطه د کانکرېټي بلاک مساحت پيداکېږي.

2- د(17.6) معادلې په واسطه د کانکرېټي بلاک ارتفاع (a) پيداکېږي.

3- د(15.6) معادلې په واسطه د کانکرېټي بلاک ارتفاع (z) پيداکېږي.

4- د کششي نسبتي اوږدېدنې (ε_t) قيمت لکه د مستطيلي مقطعه لرونکي ګاډر په څېر د (2.6- معادلې) په واسطه پيداکېږي:

$$\varepsilon_t = \frac{0.003 \text{ x } (d-c)}{c} \ldots\ldots (2.6)$$

دلته: ($C = a/\beta_1$) دی.

5- د (ε_t)قيمت د پيـــداکولو څخه وروسته د ظرفيت کمېدونکې ضريب (ϕ) قيمت د (3.6- معادلې) يا د جدول په واسطه پيداکېږي:

$$\phi = 0.48 + 83\ \varepsilon_t \leq 90 \ldots\ldots (3.6)$$

6- د سيخانو مساحت (A_s) د (5.6- معادلې) په واسطه پيداکېږي او بيا د (ACI 318) کود په واسطه له توصيه شوي اصغري سيخانو مساحت سره پرتله کېږي:

$$A_s \geq \rho_{min}.b_w.d \ldots\ldots (5.6)$$

7- د نومينالي کوږوالي مومنټ ظرفيتونه (ϕM_n) قيمتونه لاندېنۍ معادلې په واسطه پيداکېږي:

$$M_n = A_s.f_y.\ \{d - [(b - b_w).h_f^2 / 2 + b_w\ .\ a^2 / 2] / A_c\ \}....(18.6)$$

8- د (ϕM_n) او د (M_U) د قیمتونو د (7.6- فورمول) د پرتله کولو له مخې د ګاډر د مقطعې وړتیا پیدا کېږي[2:47-45]:

که $\phi M_n \geq M_u$ وي ، نو T – ګاډر وړتیا لري

که $\phi M_n < M_u$ وي ، نو T – ګاډر وړتیا نه لري ....(7.6)

3.6 - مثال: په دې مثال کې د تیر(2.6) مثال ټول ارقام او شکل په پام کې نیول کېږي او محاسبه د هماغې له مخې د بدیلې یانې بشپړېدونکې کانکرېټي فشاري بلاک په طریقې سرته رسیږي ، خو د مومنټونو پرتله کېدنه په(6.6) برخه کې تشریح کېږي.

حل: د دې مثال په حل کې هغه قیمتونه ،چې په (2.6) مثال کې پیدا شوي دي بیا نه محاسبه کېږي ، د لنه یوازې ، د دې طریقې په واسطه پیدا کېدونکي قیمتونه په لاندې ډول په لاس راوړو:

د (A_c) قیمت د (16.6) معادلې په واسطه په لاندې ډول پیدا کېږي:

د (4 # 20 mm) فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = n\ x\ \frac{\pi d^2}{4} = 6\ x\ \frac{\pi\ x\ 30^2}{4} = 4{,}239\ mm^2.$$

$$A_c = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c} = \frac{4{,}239\ x\ 420}{0.85\ x\ 25} = 83{,}782.6\ mm^2$$

د (a) قیمت د (17.6) معادلې په واسطه په لاندې ډول پیدا کوو:

$$a = \frac{A_c - h_f(b - b_w)}{b_w} = \frac{83{,}782.6 - 150\ x\ (450 - 300)}{300} = 204\ mm$$

د (z) قیمت د (15.6) معادلې په واسطه په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$z = d - [(b - b_w).h_f^2 / 2 + b_w\ .\ a^2 / 2] / A_c$$

$$z = 650 - [(450 - 300)\ x\ (150)^2 / 2 + 300\ x\ (204)^2 / 2] / 83{,}782.6$$

$$z = 650 - [1{,}687{,}500 + 12{,}484{,}800] / 83{,}782.6 = 481\ mm$$

د (M_n) قیمت د (18.6) معادلې په واسطه په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$M_n = A_s.f_y.\ \{d - [(b - b_w).h_f^2 / 2 + b_w.\ a^2 / 2] / A_c\}$$

$$M_n = A_s.f_y.\ z = 4{,}239\ x\ 420\ x\ 481 = 856{,}362{,}780\ N.\ mm = 856.4\ KN.\ m$$

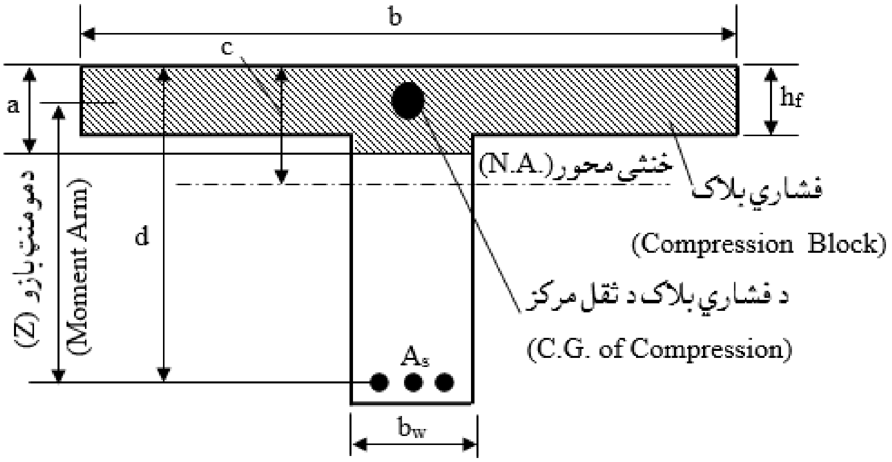
(ϕM_n) قیمت په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\phi M_n = 0.866\ x\ 856.4 = 770.73\ KN > M_u = 750\ KN.\ m$$

د پورتنۍ محاسبې په پایله کې څرګندېږي ، چې د ګاډر مقطعه خوندي ده.

(د) - د مثبت کوږوالي (انحنايي) مومنټونو لاندې د T – ګاډرونو د تحليل دريمه طريقه:

د T – ګاډر ، چې فشاري بلاک يې تر وتلې برخې پورې غځېدلی وي ، د فرضي وېشنې پر ځای ، ټول فشاري بلاک د يوې ساحې يا يو مساحت په ډول قبلېږي. د دې لپاره اړينه ده ،چې د مومنټ بازو په رياضيکي توګه پيدا شي. د (12.6- شکل) د همدې ببلی طرېقې ښودونکي دي.



12.6 - شکل: د T - ډوله ګاډر فشاري بلاک ،چې تر وتلې برخې پورې غځېدلی دی ،د تحليل لپاره د بشپړېدونکې طرېقې کارول [118:10].

په (12.6 - شکل) کې (z) د سيخانو او د کانکرېټي فشاري بلاک د مرکزونو تر منځ فاصله ده. چې په لاندې ډول محاسبه کېږي:

$$z = d - [(b - b_w).h_f^2 / 2 + b_w . a^2 / 2] / A_c \ \ldots\ldots(15.6)$$

دلته (A_c) د کانکرېټي فشاري بلاک مساحت دی ،چې په لاندې ډول پيدا کېږي:

$$A_c = A_s. f_y / 0.85 f'_c \ \ldots\ldots (16.6)$$

همدارنګه دلته (a) د کانکرېټي فشاري بلاک ارتفاع ده ، چې په لاندې دول پيدا کېږي:

$$a = [A_c - h_f (b - b_w)] / b_w \ \ldots\ldots (17.6)$$

د T - ډوله ګاډر فشاري بلاک ،چې تر وتلې برخې پورې غځېدلی دی ،د تحليل لپاره د بشپـــړېـــدونکي طـــرېقې له لومړي قدم څخه تر څلورم قدمه پورې د همدې فصل په (6.4) برخې کې په بشپړه توګه تشريح شوي دي. که چېرې په څلورم قدم کې ($a > h_f$) څخه

په لاس راشي ، نو لاندېني قدمونه پر مخ وړل کېږي ،تر څو چې د T–ډوله ګاډر د حل لپاره (ϕM_n)پیدا شي:

1- د(16.6) معادلې په واسطه د کانکرېټي بلاک مساحت پیدا کېږي.

2- د(17.6) معادلې په واسطه د کانکرېټي بلاک ارتفاع (a) پیدا کېږي.

3- د(15.6) معادلې په واسطه د کانکرېټي بلاک ارتفاع (z) پیدا کېږي.

4- د کششي نسبتي اوږدېدنې (ε_t) قیمت لکه د مستطیلي مقطعه لرونکی ګاډر په شانته د لاندېنۍ معادلې په واسطه پیدا کېږي:

$$\varepsilon_t = = \frac{0.003 \text{ x } (d-c)}{c} \qquad (2.6)$$

دلته $C = a/\beta_1$ دی.

5- د (ε_t)قیمت له پیدا کولو څخه وروسته د ظرفیت کمېدونکې ضریب (ϕ) قیمت د لاندېنۍ معادلې یا جدول په واسطه پیدا کېږي:

$$\phi = 0.48 + 83\ \varepsilon_t \leq\ 90 \qquad (3.6)$$

7- د سیخانو په لاس راغلی مساحت (A_s) د (ACI 318) کود په واسطه د توصیه شوي سیخانو اصغري مساحت سره پرتله کېږي:

$$A_s \geq \rho_{min}.b_w.d \qquad (5.6)$$

8- د نومینالي کوږوالي مومنټ ظرفیتونه($\phi\, M_n$) قیمتونه لاندېنۍ معادلې په واسطه پیدا کېږي:

$$M_n = A_s.f_y.\ \{d - [(b - b_w).h_f^2 / 2 + b_w\ .\ a^2 / 2] / A_c\ \} \qquad (18.6)$$

9- د (ϕM_n) اود(M_U) د قیمتونو د پرتله کولو له مخې د ګاډر د مقطعې وړتیا پیدا کېږي [119-123:14]:

که $\phi M_n \geq M_u$ وي ، نو T – ګاډر وړتیا لري

که $\phi M_n < M_u$ وي ، نو T – ګاډر وړتیا نه لري ....(7.6)

4.6 - مثال: په دې مثال کې د تیر(2.6) مثال ټول ارقام او شکل په پام کې نیول کېږي او محاسبې د هماغې له مخې د بدیلې یانی بشپړېدونکی کانکرېټي فشاري بلاک په طرېقې سرته رسیږي ، خو د مومنټونو پرتلنه په تېره برخه کې تشریح کېږي.

حل: د دې مثال په حل کې هغه قیمتونه ،چې په (2.6) مثال کې پیدا شوي دي بیا نه محاسبه کېږي ، د لته یوازې ، د دې طرېقې په واسطه پیدا کېدونکي قیمتونه په لاندې ډول په لاس راوړل کېږي:

د (A_c) قیمت د (16.6) معادلې په واسطه په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$A_c = A_s \,.\, f_y / 0.85\, f'_c = 4{,}239 \text{ x } 420 / (0.85 \text{ x } 25) = 83{,}783 \text{ mm}^2$$

د (a) قیمت د (17.6) معادلې په واسطه په لاندې ډول پیدا کوو:

$$a = [A_c - h_f\,(b - b_w)] / b_w = [83{,}783 - 150 \text{ x } (450 - 300)] / 300 = 204 \text{ mm}$$

د (z) قیمت د (15.6) معادلې په واسطه په لاندې ډول پیدا کوو:

$$z = d - [(b - b_w).h_f^2 / 2 + b_w \,.\, a^2 / 2] / A_c$$

$$z = 650 - [(450 - 300) \text{ x } (150)^2 / 2 + 300 \text{ x } (204)^2 / 2]/ 83{,}783$$

$$z = 650 - [1{,}687{,}500 + 6{,}242{,}400]/83{,}783 = 650 - 94.65 = 555 \text{ mm}$$

د (M_n) قیمت د (18.6) معادلې په واسطه په لاندې ډول پیدا کوو:

$$M_n = A_s.f_y.\ \{d - [(b - b_w).h_f^2 / 2 + b_w \,.\, a^2 / 2] / A_c \}= A_s.f_y.z$$

$$M_n = 4{,}239 \text{ x } 420 \text{ x } 555 = 988{,}110{,}900 \text{ N. mm} = 988.111 \text{ KN. m}$$

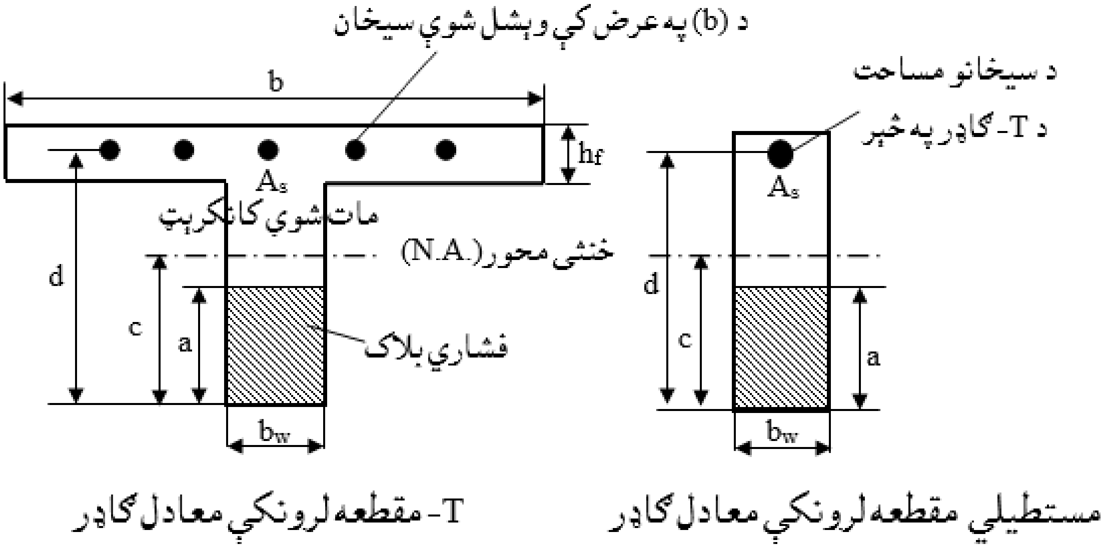
د ($\phi\, M_n$) قیمت په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\phi M_n = 0.866 \text{ x } 988.111 = 855.70 \text{ KN} > M_u = 750 \text{ KN. M}$$

(هـ) - د کوږوالي د منفي مومنټونو لاندې ، T ـ ډوله ګاډرونه:

(T- Beams under Negative Bending Moments)

منفي مومنټ د ګاډرپه پاسنۍ برخه کې د کشش له امله او د ګاډر په لاندېنۍ برخه کې د فشار له امله رامنځته کېږي. نو ځکه د منفي مومنټ لاندې T ـ ډوله ګاډرونه ، د مستطیلي مقطعه لرونکو ګاډرونو په څېر کار کوي ، چې فشاري ساحه یې په مستطیلي برخه کې واقع وي. په معادل مستطیلي مقطعه لرونکو ګاډرکې (b_w) د ګاډر د عرض په توګه کارېږي.



13.6 - شکل: دمنفی مومنټ لاندې د T - ډوله ګاډر تحلیل [120:10].

4.6 - د T- ډوله ګاډرونو په مقطعو کې اعظمي او اصغري کششي سیخان

(Maximum and Minimum of Tension Steel Bars in T- Beams Sections)

د ګاډرونو د مستطیلي مقطعې په څېر په T- ډوله مقطعو کې د کششي سیخانو د ځای په ځای کېدنې لپاره هم د اعظمي او اصغري سیخبندۍ لپاره محدودیت شته دي. چې د اعظمي سیخبندۍ او اصغري سیخبندۍ لپاره محدودیتونه یې په لاندې ډول تر مطالعې لاندې نیسو:

(الف) - د T- ډوله ګاډرونو په مقطعو کې اعظمي کششي سیخانو محدودیت

(Maximum Tension Reinforcement limitation in T- Beams Sections)

د ګاډرونو د مستطیلي مقطعې په څېر اړینه ده ، چې د فشاري کانکرېټو د ناڅاپي ماتېدنې څخه وړاندې ، د فولادي سیخانو د تسلیمېدنې څخه ډاډمنتیا حاصله کړو. په متعادله او متوازنه یا یو برابر ماتېدنه کې د فولادي سیخانو نسبې اوږدېدنه یا شکل بدلون

د (ε_y) ته په رسېدنې سره ، د کانکرېټو نسبې اوږدېدنه یا شکل بدلون د($\varepsilon_{cu} = 0.003$) ته رسېږي. نو د (14.6- شکل) له مخې د مثلثونو د تشابه څخه په لاس راځي چې:

$$\frac{x}{d} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu}+\varepsilon_y} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(19.6)}$$

د (ACI 318) کود په واسطه د فشاري او کششي ساحو لپاره اصغري نسبتي اوږدېدنه یا شکل بدلون په ترتیب سره ($\varepsilon_{cu} = 0.003$) او ($\varepsilon_t = 0.004$) توصیه کېږي ، نو د (14.6- شکل) له مخې چې ($X/d = 0.429$) اعظمي مقدار په لاس راځي. نو له دې امله که چېرې د (X/d) قیمت که له (0.429) څخه کوچنی شي ، نو د کششي فولادي سیخانو نسبې اوږدېدنه یا شکل بدلون له (0.004) څخه ډېرېږي. دا مقدار هغه مهال رامنځته کېږي چې :

$$\rho_{w,\,max} = \rho_{max} + \rho_f \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(20.6)}$$

په پورتني فورمول کې:

$\rho_{w,\,max}$ - د T- ډوله مقطعې لرونکي ګاډر د سیخبندۍ اعظمي نسبت دی.

ρ_{max} - په مقطعه کې د سیخبندۍ اعظمي نسبت دی ، چې د لاندېني فورمول په واسطه پیداکېږي:

$$\rho_{max} = 0.365\ \beta_1 f'_c/f_y$$

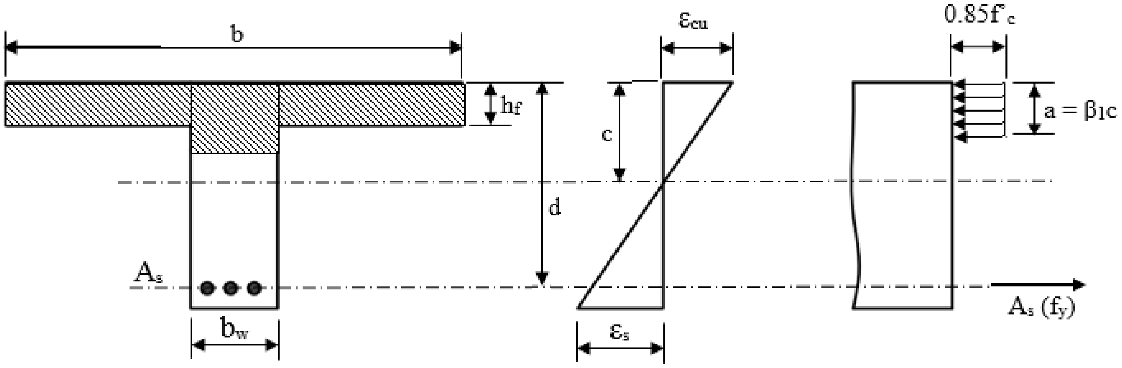
ρ_f - په مقطعه کې د سیخبندۍ اعظمي نسبت دی ، چې د لاندېني فورمول په واسطه پیداکېږي:

$$\rho_f = A_{sf}/b_w d$$

همداراز د لاندېني فورمول په واسطه پیداکېږي:

$$\rho_w = A_s/b_w d$$

د پورتنیو فورمولونو څخه څرګندېږي ، چې د مقطعې د سیخبندۍ ټول نسبتونه د ګاډر د تنې ساحې د سطحې ($b_w d$) له مخې پیداکېږي.



14.6 - شکل: په T - ډوله ګاډر کې د تشنجاتو او نسبتي اوږدېدنه یا شکل بدلون وېشنه [158:3].

پر کششي فولادي سيخانود پورتنيو محدوديتونو عملي پابله دا ده ، چې د T- ډوله مقطعې لرونکو ګاډرونو کې نژدې پر ټولو حالتونو کې د فشاري تشنجاتو بلاک د طاقچې په برخه کې واقع کېږي ، خو د غير عادي هندسي ابعادو او د فولادي سيخانو او کانکرېټو د مقاومت د غير معمولي ترکيب لپاره په پام کې نيول کېږي. نوله دې امله د T- ډوله مقطعې لرونکي ګاډرونو په طرحه او محاسبه په ډېرى مسئلو کې د ګاډرونو د مستطيلي ډوله مقطعې د رابطو څخه ګټه اخيستل کېږي [18:235-233].

کله چې د مستطيلي ډوله مقطعې په څېر ، د T- ډوله مقطعې لرونکي ګاډرونو د تنې ابعاد (b_w) او (d) د کانکرېټو د ظرفيت پر بنسټ د فشار لاندې غوره شي ، د فشاري طاقچې د پلنوالي د ډېروالي له امله ، دا ابعاد ډېر کوچني په لاس راځي. نو د فعالې ارتفاع د کموالي له امله د کششي فولادي سيخانو د ډېرې مقطعې له کبله ،په لړه ارتفاع کې په تنه کې د ډېرو عرضاني تشنجاتو او شکل بدلون په وړاندې د مقاومت لپاره دډېرو عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو شتون ، مناسبه طرحه نه ده. ښه به دا وي چې د T- ډوله مقطعې لرونکي ګاډرونو د تنې ابعاد (b_w) او (d) دلاندېنيو اړتياو له مخې و ټاکل شي:

1- د (ρ_w) پر بنسټ چې له ($\rho_{w, max}$) څخه څو ځلې کوچنی وي.

2- د T- ډوله مقطعې لرونکي ګاډرونو د تنې د عرضاني تشنجاتو پر بنسټ.

3- په مستطيلي ډوله مقطعې لرونکو ګاډرونو کې ، چې د اتکاګانو سره يې منفي مومنټ شتون لري ، د T- ډوله مقطعې لرونکي ګاډرونه د پاسنۍ برخې درز کېدنې له امله د (bw)

په پلنوالي د مستطيلي مقطعې په څېر عمل کوي. د مقطعې لازمي ابعاد (b_wd) کولی شو د اتکاء د منفي مومنټ او د فشاري کانکرېټو د مقاومت پر بنسټ دا مقطعه مستطيلي وټاکو.

سربېره د اساسي يا بنسټيزو سيخانو د تامينيدنې څخه، اړينه ده چې عرضاني سيخان د ګاډر تر طاقچې پورې وغځول شي، تر څو د فشاري طاقچې د يولخته کېدنې او نښلېدنې څخه ډاډمنتيا حاصله شي. د معمولي ساختمانونو د پوښښ تختو په سيخبندۍ کې دا رنګه غوښتنې حاصلېږي. خو که د T- ډوله مقطعې لرونکي ګاډرونه په ځانګړې ډول وي، د طاقچې برخې وارده او عامل بارونه په خپله سطحه متحمل کېږي. د دې عمل لپاره اړين فولادي سيخان، د طاقچې عرضي تأ مينوونکي فولادي سيخان دي. د (ACI 318) کود سره سم د دې سيخانو تر منځ فاصلې د پوښښ تختې د ضخامت د پنځه برابره (5h) او يا د (450 mm)ملي مترو (هر يو چې کوچنی وی) څخه ډېر نه شي [159-160:3].

(ب) - د T- ډوله ګاډرونو په مقطعو کې اصغري کششي سيخانو محدوديت

(Minimum Tension Reinforcement limitation in T- Beams Sections)

لکه مخکې چې ترې يادونه وشوه، چې د ټولو کږېدونکو يا انحنايي مقطعو لپاره او په هر ځای کې چې کششي فولادي سيخانو ته د تحليل پر بنسټ اړتيا وي، نو بايد چې د کششي فولادي سيخانو اصغري مقدار يې له لاندېنۍ اندازې څخه لږ نه شي:

$$A_{s,\,min} = 0.25\,\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}\,b_w d \geq \frac{1.4}{f_y}\,b_w d \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (21.6)$$

$$\rho_{\,min} = \frac{A_{s,min}}{b_w d} = 0.25\,\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \quad \geq \frac{1.4}{f_y} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (22.6)$$

پورتنۍ رابطه دفشاري طاقچې لرونکي T- ډوله مقطعې لرونکي ګاډر لپاره پرته له دې چې فشاري تشنج د طاقچې په برخه کې واقع شوی وي او مقطعه د مستطيلي مقطعې په څېر په پام کې نيول شوې وي او يا هم د مقطعې کر د T- ډوله مقطعې په څېر وي، کارول کېږي او د ګاډر د تنې د عرض (b_w) څخه ګټه اخيستل کېږي. په هغو مقطعو کې چې د هغې طاقچه په کشش کې کار وکړي، په پورتنۍ رابطه کې د ګاډر د تنې د عرض (b_w) پر ځای د

کششي طاقچې (b) او د ($2b_w$) له قیمتونو څخه کــوچنی قیمت پــه پــام کــې نیول کــېږي [4 :143-145].

5.6 - د T- ډوله ګاډرونو محاسبه (Design of T- Beams)

د T- ډوله مقطعه لرونکو ګاډرونو د محاسبې لپاره لاندېنيو مالوماتو ته اړتیا ده:

1- د ګاډر یا پوښښ سیستم په بڼه کې د وایې اوږدوالی ، د اتکاء شرایط (ساده اتکاء لري ، کانټیلیور او یا داسې نور) او د لوڅېدنې شرایط (دننه ، بیرون ، هوا او داسې نور...) شامل وي. سربېره پر دې ، د T- ډوله ګاډرد محاسبې څخه مخکې ، د پوښښ تختې لپاره محاسبه بشپړه شوي فرضیږي ،نو له دې امله د طاقچې ضخامت (h_f) او د T- ډوله ګاډرونو تر منځ ممکنه فاصله مالومه وي.

2- دګاډریا پوښښ سیستم له پاسه د مړو یا دایمي ، ژوندیو یا مؤقتو ، زلزلې بارونو په هکله مالومات.

3- د محاسبې په محدودیتونو کې د پوښښ سیستم د اعظمی ارتفاع (h) او د T- ډوله ګاډرونو ترمنځ فاصله شاملیږي.

محاسبوي یا ډېر شوي کوږوالي مومنټ (M_n) ، چې د پیداکولو په هکله یې مخکې یادونه وشوه ، چې دبارېدنې ضریبونه یې د (ASCE 7) سټنډرد پر بنسټ په پام کې نیولو سره د محاسبې لپاره د لومړیو ارقامو په ډول کاریږی. د نهایي کوږوالي مومنټ (M_u) د پیداکولو لپاره اړینه ده ، چې د ګاډر خپل وزن پیداشي او هم د پوښښ تختې وزن د پوښښ سیستم د مړ یا دایمي باریوه برخه ده. د T- ډوله ګاډر د تنې وزن لکه د مستطیلي ګاډرونو په محاسبه کې وښودل شوه ،د (b_w) عرض په فرضونې سره اود بشپړې ارتفاع ($h - h_f$) په پام کې نیول کېږي. د T- ډوله ګاډر د محاسبې لپاره ،لومړی د (b_w) او (h) اټکلول او ټاکل اړین دي. همداراز د ګاډر د عرضي مقطعې دهندسي اندازو یا د سیخبندۍ په اړه د کود نور تحمیلي محدودیتونه هم په پام کې نیول کېږي.

د T- ډوله ګاډرد عرضي مقطعې په تسلیمېدنه (yield)کې د کوږوالی (Flexure) په محاسبه کې ،د ګاډر د مقطعې د تفصیل لپاره لاندېني مالومات ډېر اړین دي:

1- د بنسټېزو موادو خوص (f'_c) او (f_y).

2- د ګاډر د تنې یا پښتۍ لرونکي پوښښ فعاله ارتفاع (d).

3- د T- ډوله ګاډرونو تر منځ فاصله (S) او د پوښښ د محاسبې نور تفصیلات.

4- د T- ډوله ګاډر د تنې د برخې عرض (b_w).

5- د سیخانو له پاسه د کانکرېټو پوښل یا محافظوي طبقه.

6- د سیخانو مساحت (A_s) او د هغوې ویشنه (د سیخانو نمبر ، کچه یا سایز او تر منځ فاصله.

7- د کود په واسطه د محاسبې لپاره نورې اړینې لارښوونې.

د اوسپنیز ګاډر لپاره په ریاضیکي محاسبې کې پورنتي یاد شوي پارامترونه شامل دي. سره له دې ، هم اړینه ده چې په محاسبه کې د فرضیدنې او تصدیق کېدنې پر بنسټ په تکراري توګه دا عملیه په بیا بیا فرضیدنې او تصدیق کېدنې سره سرته ورسېږي ، ترهغې چې یو قناعت بښوونکي محاسبه په لاس ته راوړو. د محاسبې په فرضیدنې او تصدیق کېدنې کې ریاضیکي محاسبې شاملې دي. دیادولو ده چې د محاسبې لپاره په لومړي ځل د مناسبو او وړ ارقامو په فرض کولو سره د محاسبې په عملیه کې ډېرې اسانتیاوې رامنځته کېږي[183,184:19].

د ساختمان لپاره په اغېزمنه او ډېره ښه محاسبه کې تجربه د کیلي حیثیت لري ، لکه په مستطیلي ګاډرونو کې چې تشریح او توضیح شو ، چې په هغې کې د معادل کېدنې پر بنسټ محاسبه کې یوازې په معادلو کې د کمېدنې (د مجهولونو کمېدنې) له مخې څرګندونه شوې وه. په پابله کې د T- ډوله ګاډرونو لپاره محاسبه په لاندې ډول سرته ورسېږي:

1- د محاسبې د سرته رسولو لپاره لومړنۍ مناسبه او وړ فرضېدنه ، د موادو د مقاومت د (f'_c) او (f_y) د ځانګړتیاو ټاکنه ده.

2- د T- ډوله ګاډرونو تر منځ فاصله (s) د کانکرېټي پوښښ تختې د محاسبې پر بنسټ ټاکنه. دا ځکه چې د T- ډوله ګاډر تر منځ، د کانکرېټي پوښښ تختو وایه د هغوی تر منځ فاصلې سره مساوي دي.

3 - د ګاډرونو یا وتلې برخې لرونکو پوښښونو لومړنی ارتفاع یا ژوروالی (h) له جدول څخه په ګټې اخیستنې سره ټاکنه.

4- د T- ډوله ګاډرونو د وتلې برخې عرض (b_w) په بنسټیزه توګه ټاکنه یوازې د سیخبندي کېدونکو سیخانو د ترکیب پورې تړلې دي. له دې امله (b_w) په لومړی ځل ، د تجربې او د سیخانو د پیدا شوي مساحت (A_s) له مخې په مقطعې کې د سیخانو د ځای په ځای کېدنې د تفصیل له مخې ټاکل کېږي [608,609:1].

5-د کانکرېټو په واسطه د سیخانو پوښلو په اړه په څلورم فصل کې بشپړه معلومات تشریح شوي دي.

د پورتنیو مالوماتو له مخې یوازې د سیخانو د مساحت (A_s) پیدا کېدنه پاتې کېږي ، چې هغه د لاندېنۍ معادلې په واسطه پیدا کېږي:
6-د سیخانو د مساحت (A_s) د لاندېنۍ معادلې په واسطه پیدا کېږي:

$$A_s = \frac{M_u}{0.9\phi d f_y} \quad \ldots\ldots (23.6)$$

په (23.6) معادله کې لاندېني قیمتونه په اټکلي توګه فرضیږي:
ϕ - د ظرفیت د کمېدنې ضریب په لومړی ځل (0.9) قبلیږي.
d - فعاله ارتفاع ده ، چې د یوې لایې یا یو قطار ځای په ځای کېدونکو سیخانو لپاره له ($d = h - 62.5$ to 75 mm) سره مساوي کېږي .
d - فعاله ارتفاع د دوه لایو یا دوه قطارونو ځای په ځای کېدونکو سیخانو لپاره له ($d = h - 100$ to 125 mm) سره مساوي کېږي.
0.9d - د T- ډوله ګاډرونو لپاره لومړنی د مومنټ بازو قبلیږي (د کانکرېټي فشاري بلاک د مرکز او د سیخانو تر مرکز فاصله ده).

د دویم قدم پر بنسټ (ϕ) او (A_s) وروسته له هغې پیدا کېږي ، که چېرې ($\phi = 0.9$) قبول شي او د سیخانو ځای په ځای کېدنه کې د یو یا دوه لایو یا قطارونو سیخان اړین شي.

7-د T- ډوله ګاډرونو د محاسبې لپاره په لومړي ځل د کوږوالي یا انحنایي مومنټ د ظرفیت کمېدونکي قیمت (ϕM_n) د پیدا کېدنه د شپږم قدم له مخې په لاس راوړل کېږي.

8-که چېرې (ϕM_n) د (M_u) څخه لوی وي ، نو د محاسبه کوونکي انجنیرته د قبلېدنې وړ محفوظېدنې او د ډاډوړ حدټاکل کېږي ، د شپږم او اووم قدم له مخې د T- ډوله ګاډر لپاره محاسبه سرته رسېږي او د (ACI 318) د لارښوونې پربنسټ د ګاډر په مقطعې کې په تفصیل سره سیخان ځای په ځای کېږي. په نهایت کې یا په پای کې د ساختمان د ښې او مناسبې محاسبې د لاسته راوړنې لپاره ، په لومړنۍ محاسبه کې که یو څه سمون اړین وي ، سرته رسېږي.

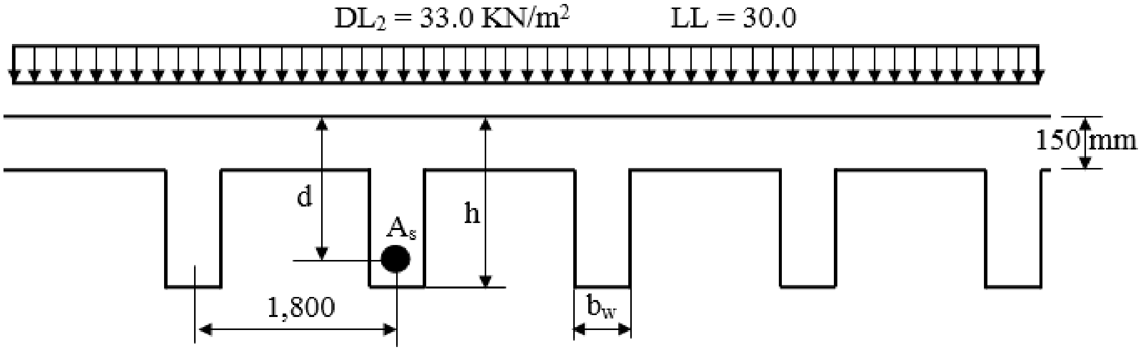
9-که چېرې (ϕM_n) د (M_u) څخه لوی نه وي ، نو محاسبه کوونکي انجنیرته د قبلېدنې وړ محفوظېدنې او د ډاډوړ حدټاکل کېږي، د سره بیا په تکراري توګه د T- ډوله ګاډر لپاره لومړنۍ محاسبه ، سرته رسېږي او تر هغې چې مناسبه او وړ محاسبه تر سره شي.

10-په پای کې په مقطعې کې په تفصیل سره سیخان(د نمبر ، کچې یا سایز او فاصلو په پام کې نیولو سره) ، عرضاني سیخان یا ګڼډمکونه ، د ګاډر د وتلې برخې عرض (b_w) اود د محاسبې نورې غوښتنې د کود له لارښوونو سره سم په پام کې نیول کېږي[185:19].

11-د نهایي محاسبی د تحلیل لپاره د کړنې ټول لومړني او لاسته راغلي ارقام تائید او تثبیتیږی.

د مخکنې جوړو شویو T- ډوله ګاډر د محاسبې لپاره کټ مټ همدا کړنلاره ، چې پورته ترې یادونه وشوه سرته رسېږي او د دې ډول ګاډرونوټولې محاسبې د کود له مشخصاتو د محدودیتونو سره پرتله کېږي[118-125:10].

5.6- مثال: په لاندې شکل کې ښودل شوي T- ډوله ګاډر د لاندېنیو ارقامو او مالوماتو په شتون سره محاسبه کړئ ، که د هغې لپاره د کانکرېټو فشاري مقاومت ($f'_c = 30$ MPa) او د سیخانو مقاومت ($f_y = 420$ MPa) په پام کې نیول شوې وي . که د پوښښ تختې ضخامت (150 mm) ملي متره او د پوښښ د سیستم وایه (18.0 m) او د پوښښ سیستم د پارکینګ پوښښ تختې په لاندې ډول کارېږي:



حل: د T- ګاډر لپاره د طاقچې فعال عرض (b) د لاندېنیو (b_1, b_2) او (b_3) د قیمتونو څخه کوچنی قیمت قبلېږي:

b_1= T – beam span / 4 = 18,000/4 = 4,500 mm

b_2= Tributary width = 1,800 mm

b_3= $b_w + 16\, h_f$ = 700 + 16 x 150 = 3,100 mm

د پورتنیو قیمتونو څخه کوچنی قیمت (b = 1,800 mm) قبلوو.

د (M_u) قیمت په لاندې ډول پیدا کوو :

د پوښښ تختې خپل وزن او د T- ډوله ګاډر خپل وزن په لاندې ډول پیدا کېږي:

خپل وزن= د پوښښ تختې وزن د هغې د باري ساحې په عرض کې + د ګاډر د تنې یا وتلې برخې وزن = [د باري ساحې عرض x د پوښښ تختې ضخامت + (د T- ډوله ګاډر ارتفاع - د پوښښ تختې ضخامت) x د ګاډر د تنې یا وتلې برخې عرض] x د کانکرېټو حجمي وزن.

$$DL_1 = [\text{Tributary width x } h_f + (h – h_f) \text{ x } b_w] \text{ x } \gamma_c$$

$$DL_1= [1.8 \text{ x } 0.15 + (1.4 – 0.15) \text{ x } 0.70] \text{ x } 24 = [0.27 + 0.875] \text{ x } 24$$

$$DL_1= 27.48 \text{ KN/m}$$

دلته:

$\gamma_c = 24$ KN/m^3 - د کانکرېټو حجمي وزن دی.

- $h = 1/16 \times 18,000 = 1,125$ mm د ګاډر ارتفاع ده، خو ($h = 1,400$ mm) قبلوو.

- $d = 1,400 - 125 = 1,275$mm فعاله ارتفاع ده.

- $b_w = h/2 = 700$ mm د فرض شوي ارتفاع له مخې قبلېږي.

ټول تحمیلی بار مساوي کېږي په:

دباري ساحې عرض x د پوښښ تختې له پاسه مړ او ژوندی تحمیلي بار = ټول تحمیلي بار

$DL_2 = 33 \times 1.8 = 59.4$ KN/m

$DL = DL_1 + DL_2 = 27.48 + 59.4 = 86.88$ KN/m

$LL = 30 \times 1.8 = 54$ KN/m

$W_u = 1.2\ DL + 1.6\ LL$

$W_u = 1.2 \times (86.88) + 1.6 \times (54) = 104208 + 86.4 = 190.61$ KN/m

$M_u = W_u \times (\text{T-beam span})^2/8 = 190.61 \times (18)^2/8 = 7,719.71$ KN. m

د پورتنۍ په لاس راغلې کوږوالي مومنټ څخه په ګاډر کې د سیخانو مساحت په لاندې ډول پیدا کوو:

$$A_s = \frac{M_u}{0.9\phi d f_y} = \frac{7,719.71 \times 10^6}{0.9 \times 0.9 \times 1,275 \times 420} = 17,797\ mm^2.$$

دلته: فعاله ارتفاع د دوه قطاره یا لایو سیخانو په پام کې نیولو سره په لاندې ډول پیدا کوو:

$$d = h - \text{Cover} = 1,400 - 125 = 1,275mm$$

اوس د (ϕM_n) قیمت د پیدا کولو لپاره د بېلابېلې طریقې کاروو:

لومړۍ طریقه:

($a = h_f = 150mm$) قبلوو:

$M_n = 0.85f'_c\ ab(d - a/2) = 0.85 \times 30 \times 150 \times 1,800\ (1,275 - 150/2)$

$M_n = 8,262,000,000$ N. mm $= 8,262$ KN. m

د(a) قیمت د پیدا کولو څخه وروسته ($d = 1,400 - 125 = 1,275$ mm) او همدا راز

د فشاري ناحیې ارتفاع ($C = a/\beta_1 = 150/2 = 75$ mm) په لاس راوړو.

اوس د (ε_t) قیمت په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\varepsilon_t = \frac{0.003 \times (d-c)}{c} = \frac{0.003 \times (1,275-75)}{75} = 0.048 > 0.005$$

د (ε_t) قیمت د پیدا کولو څخه وروسته د ظرفیت کمېدونکې ضریب ($\phi = 0.9$) قبلوو.

$\phi M_n = 0.9 \times 8,262 = 7,4358$ KN. m $< M_u = 7,719.71$ KN. m

د پورتني نامساوات څخه ځرګند يږي چې د ګاډر مقطعه T- ډوله محاسبه کېږي ، يانې دا چې فشاري ساحه د ګاډر د طاقچې څخه لاندې واقع کېږي.

دويمه طريقه:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85f'_c b_w} = \frac{17,797 \text{ x } 420}{0.85\text{x } 30 \text{ x } 1,800} = 163 \text{ mm} > h_f = 150 \text{ mm}$$

د پورتنۍ محاسبې څخه څرګند يږي چې، د(a) قيمت د ګاډر د مقطعې د طاقچې دارتفاع (h_f) د قيمت څخه ډير دی يانې داچې د طاقچې څخه بېرون واقع دی، نو په لاندې توګه خپله محاسبه پر مخ وړو :

$$A_{sf} = \frac{0.85f'_c(b-b_w)h_f}{f_y} = \frac{0.85x\ 30(1,800-700)\text{x}150}{420} = 10,018 \text{ mm}^2.$$

$$A_w = A_s - A_{sf} = 17,797 - 10,018 = 7,779 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_{sw} f_y}{0.85f'_c b_w} = \frac{7,779 \text{ x } 420}{0.85 \text{ x } 30 \text{ x } 700} = 183 \text{ mm.}$$

د(a) قيمت د پيدا کولو څخه وروسته ($d = 1,400 - 125 = 1,275$ mm) او همداراز د فشاري ناحيې ارتفاع ($C = a/\beta_1 = 183/ 0.80 = 229$ mm) په لاس راوړو.

اوس د(ε_t) قيمت په لاندې ډول پيدا کوو :

$$\varepsilon_t = \frac{0.003 \text{ x } (d-c)}{c} = \frac{0.003 \text{ x } (1,275-229)}{229} = 0.014 > 0.005$$

اوس د (ε_t)قيمت د پيدا کولو څخه وروسته د ظرفيت کمېدونکې ضريب ($\phi = 0.9$) قبلوو.

$$\rho_w = A_s / (b_w.d) = 7,779/ (700 \text{ x } 1,275) = 0.0872 = 8.72\% >> \rho_{min} = 0.33\%$$

د (ρ_{min}) قيمت د جدول څخه هم اخيستل کېږي. د محاسبو څخه جوته شوه ، چې د ګاډر مقطعه د کود د لارښوونو سره سمون لري.

اوس د نوميناليې مومنټ قيمت په لاندې ډول په لاس راوړو :

$$M_n = M_{nf} + M_{nw}$$

$$M_{nf} = A_{sf}.f_y (d - h_f/2) = 10,018 \text{ x } 420 (1,275 - 150/2)$$

$$M_{nf} = 5,049,072,000 \text{ N. mm} = 5,049.072 \text{ KN. m}$$

$$M_{nw} = A_{sw} .f_y (d - a/2) = 7,779 \text{ x } 420 (1,275 - 183/2)$$

$$M_{nw} = 3,866,707,530 \text{ N. mm} = 3,866.71 \text{ KN. m}$$

$$M_n = 5,049.072 + 3,866.71 = 8,915.782 \text{ KN. m}$$

$$\phi\ M_n = 0.9 \text{ x } 8,915.782 = 8,024.204 \text{ KN. m} > M_u = 7,719.71 \text{ KN. m}$$

دربیمه طریقه:

$A_c = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c} = \frac{17{,}797 \text{ x } 420}{0.85 \text{ x } 30} = 293{,}127 \text{ mm}^2$

د (a) قیمت د(17.6) معادلې په واسطه په لاندې ډول پیدا کوو:

$a = \frac{A_c - f_y(b - b_w)}{b_w} = \frac{293{,}127 - 420 \text{ x}(1{,}800 - 700)}{700} = 241\text{mm} > 150 \text{ mm}$

د (z) قیمت د(15.6) معادلې په واسطه په لاندې ډول پیدا کېږي:

$z = d - [(b - b_w).h_f^2 / 2 + b_w . a^2 / 2] / A_c$

$z = 1{,}275 - \{ [(1{,}800 - 700) \text{ x } (150)^2 / 2 + 700 \text{ x } (241)^2 / 2] / 293{,}127\}$

$z = 1{,}275 - \{[12{,}375{,}000 + 20{,}328{,}350] / 293{,}127\} = 1{,}163 \text{ mm}$

د (M_n) قیمت د(18.6) معادلې په واسطه په لاندې ډول پیدا کېږي:

$M_n = A_s.f_y. \{d - [(b - b_w).h_f^2 / 2 + b_w. a^2 / 2] / A_c\} = A_s.f_y. z$

$M_n = 17{,}797 \text{ x } 420 \text{ x } 1{,}163 = 8{,}693{,}122{,}620 \text{ N. mm} = 8{,}693.12 \text{ KN. m}$

(ϕM_n) قیمت په لاندې ډول پیدا کوو:

$\phi M_n = 0.9 \text{ x } 8{,}693.12 = 7{,}823.81 \text{ KN. m} > M_u = 7{,}719.71 \text{ KN. m}$

د T- ډوله ګاډر محاسبې څخه لاس ته راغلي معلوماتو له مخې د T- ډوله ګاډر لپاره پورتنۍ محاسبه د قناعت وړ ده او پاېلې یې په لاندېنۍ مقطعې کې په تفصیلي توګه ښودل کېږي: دا چې په لاس راغلی سیخانو مساحت ($As = 17{,}797 \text{ mm}^2$) له مخې په ګاډر کې (56mm) قطر سیخان په پام کې نیسو چې د یو قطر سیخ مساحت یې (2,462 mm2) کېږي ، نو د سیخانو شمېر مساوي کېږي:

$\text{No. f Steel bars} = \frac{A_s}{A_\phi} = \frac{17{,}797}{2{,}462} = 7.23 \approx 8 \text{ Nos.}$

د سیخانو تر منځ فاصله مساوي کېږي په:

$\text{Space} = (b_w - 2C_c - 2d_s - nd_b)/(n-1) =$

$= (700 - 30 - 24 - 4 \text{ x } 56)/3 = 140\text{mm}$

په پورتني فورمول کې:

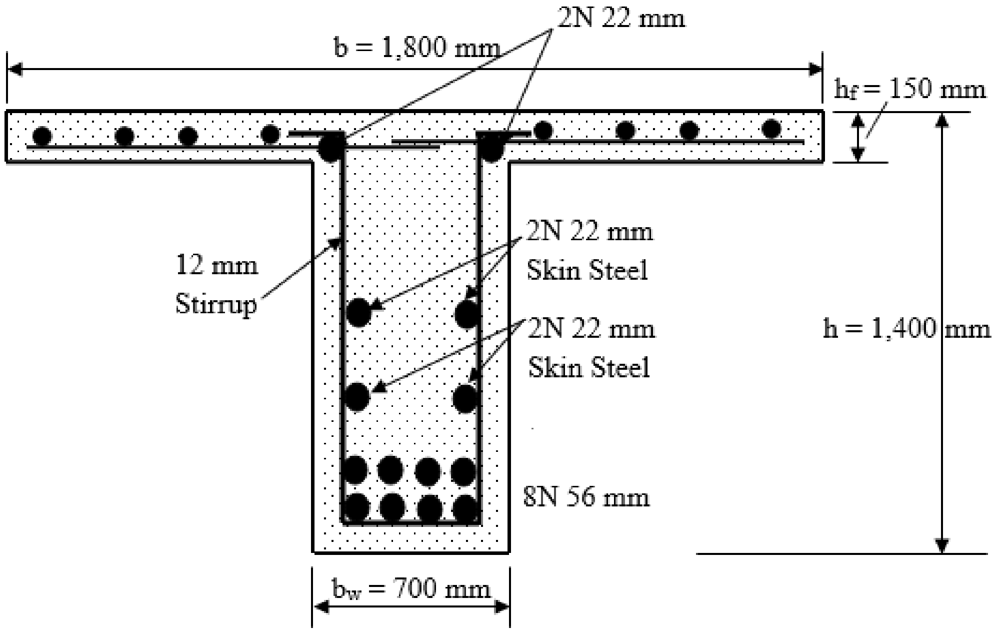
b_w- د ګاډر د تنې عرض ($b_w = 700$ mm) دی .

C_c- خالصه محافظوي طبقه ده ، چې ($C_c = 30$ mm) قبول شوی دی.

d_s- د ګژدمک سیخ قطر دی ، چې ($d_s = 12$ mm) قبول شوی دی.

d_b- د فعال طولاني سیخ قطر دی ، چې ($d_b = 56$ mm) قبول شوی دی.

n- په یوه قطار کې د سیخانو شمېر دی، (n = 4) قبول شوی دی.



6.6- د T- ډوله ګاډرونو په هکله نهایي کتنې

(Concluding Remarks T-Beams)

لکه چې په دې فصل کې تشریح شو ، چې د T- ډوله ګاډرونه په دوو کټګوریو وېشل کېږي:

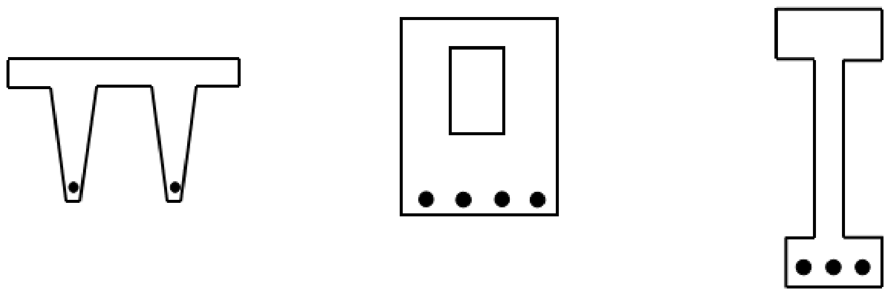
1- ډوله ګاډرونه کېدای شي ، د مستطیلي ګاډرونو په شانته کار وکړي ، کله چې کانکرېټي فشاري بلاک په طاقچه کې واقع وي. نو د دې حالت لپاره تحلیل او محاسبه د مستطیلي ګاډرونو په شانته سرته رسېږي.

2- که T- ډوله ګاډرونه ، د T- ډوله ګاډر په ډول کار وکړي ، نو په دې حالت کې کانکرېټي بلاک د ګاډر وتلې برخې ته غځېږي. نو د دې حالت لپاره محاسبه د T- ډوله ګاډر په شانته سرته رسېږي.

د پورتنیو حالتونو لپاره ، دوه ډوله ګاډرونه یو له بل سره د محاسبې له پلوه توپیر لري ، پیژندل کېږي ، چې توپیر یې د کچې او د کانکرېټي فشاري بلاک له سمون پورې اړه لري . په لاس راغلي پایلې یې په لاندې ډول دي:

د کانکرېټي فشاري بلاک ، لکه څنګه چې د T- ډوله ګاډر تحلیل د کړنې څخه څرګندېږي ، ګاډر ته ورته شکل نه لري. نو ځکه هغه برخه چې د غیر فعال محور څخه لاندې واقع ده ډېر ژر درز کېږي او د کوږوالي مومنټ په وړاندې په اغېزمنه توګه مقاومت نه شي کولی ، نو د محاسبې دا ډول تحلیل پرېږدو او د محاسبې د تحلیل لپاره هغه کړنلاره خپلوو ،چې په (6.5) برخې کې تر ې یادونه وشوه ، په هغې کې د کانکرېټي فشاري بلاک له مرکز څخه په تحلیل کې ګټه اخیستل کېږي ، چې د هر ډول ګاډر لپاره چې مقطعه یې مستطیلي شکل ته ورته نه وي کولی شو وکاروو [234,235:18] .

د پورتنیو یادونو له مخې هر ډول ګاډرونه ،چې بېلابېل ډول شکلونه ولري ، لکه چې په دې فصل کې ترې یادونه وشوه،کولی شو د مستطیلي یا T- ډوله ګاډرونو په شان ، د فشاري بلاک په اړوند یې تحلیل او محاسبه کړو. په لاندېني(15.6 - شکل) کې د دې ډول مقطعو لرونکو ګاډرونو شکلونه ښودل شوي دي.



15.6 - شکل: د ځینو ګاډرونو دمقطعو شکلونه ، چې کیدی شي د T- ډوله ګاډرونو په څېر ترې ګټه واخیستل شي [125:10].

لنډیز

دمخکنیو جوړو شویو او سپنیزکانکرېټي پوښښونو(Precast Reinforced floors) پرته ، نور ټول هغه او سپنیزکانکرېټي پوښښونه چې په یوریخت (Monolithically) ډول جوړېږي ، د هغې د پوښښ په سیستم (دپوښښ تختو ، ګاډرونو او اساسي ګاډرونو)کې ګاډرونه د پوښښ تختو سره نښتې وي ، نو له دې امله ګاډرونه ، د بارله اغېزې مثبت مومنټ یا د وایې په منځ کې د T- ډوله مقطعه لرونکي ګاډر په څېر په پام کې نیول کېږي. دا ډول ګاډرونه کېدای شي ، چې د پرله پسې ګاډرونو د لومړۍ او وروستنۍ اتکاء سره د (L) په ډول په پام کې ونیول شي.

T- ډوله ګاډرونه له دوو برخو څخه جوړښت مومي ، چې د طاقچې او تنې یا وتلې برخو په نومونو یادېږي. د طاقچې ارتفاع د پوښښ سیستمونو د پوښښ تختې ضخامت دی ، چې د ګاډر له پاسه موقیعیت لري او د تنې عرض یې د ګاډر له عرض سره مساوي وي. همداراز د T- ګاډر د فعالې مقطعې مساحت د طاقچې د فعال عرض او د فعالې ارتفاع د ضرب حاصل څخه په لاس راځي ، چې د طاقچې عرض د (ACI 318) کود د لارښوونې له مخې پیدا کېږي.

د T- ډوله ګاډر محاسبه په دوو حالتونو کې سرته رسېږي ، یو هغه حالت چې په هغې کې د کانکرېټو د فشاري بلاک ارتفاع (a) د طاقچې د ارتفاع (h_f) سره مساوي او یا کوچنۍ ($a \le h_f$) وي ، نو په دې حالت کې T- ډوله مقطعه لرنکې ګاډر د مستطیلي مقطعې لرونکي ګاډر په څېرمحاسبه کېږي. دویم هغه حالت چې په هغې کې د کانکرېټو د فشاري بلاک ارتفاع (a) د طاقچې له ارتفاع (h_f) څخه لوی ($a > h_f$) وي ، نو په دې حالت کې ګاډر د T- ډوله مقطعه لرنکي ګاډر په څېرمحاسبه کېږي. د محاسبه شوي T- ډوله ګاډر د تحلیل لپاره اساسي شرط دادی ، چې په هغې باید د نومینالي کوږوالي مومنټ او کمېدونکي ضریب د ضرب حاصل ، د بارله اغېزې نهایي کوږوالي مومنټ سره مساوي او یا ورڅخه ډېر ($\phi M_n \ge M_u$) وي.

پـــــوښـــتـنـــې

1- په کـوږوالي کې د T- ډوله اوسپنيزکانکـرېټي ګاډرونــو د تحـلـيل لپاره کومې فرضېدنې په پام کې نيول کېږي ؟

2- د پوښښ په سيستم کې د T- ډوله اوسپنيزکانکـرېټي ګاډرونــو تر منځ فاصله څه ته ويل کېږي ؟

3- د پوښښ په سيستم کې د T- ډوله اوسپنيزکانکـرېټي ګاډرونــو د باري ساحه عرض څه ته ويل کېږي ؟

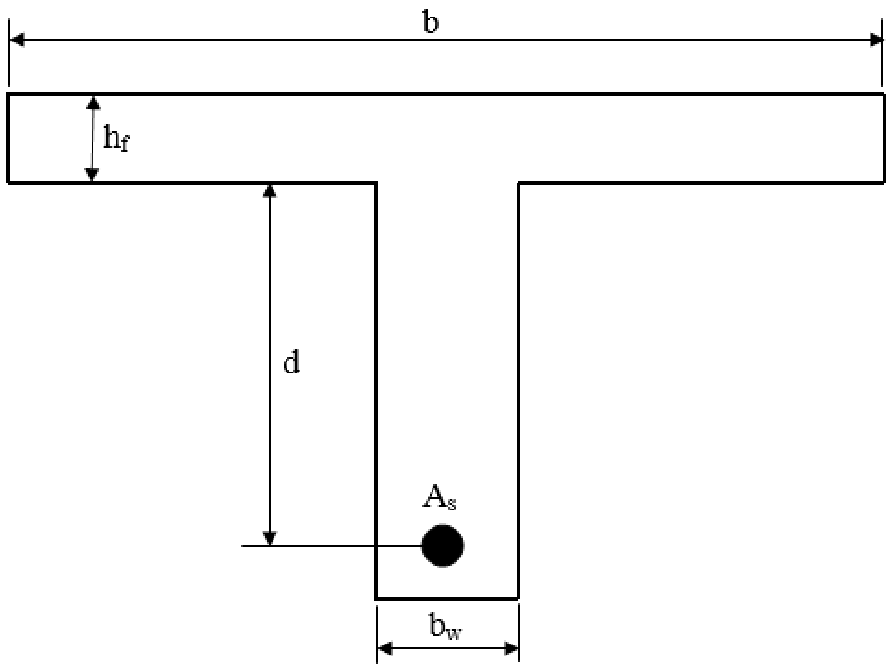
4- د پوښښ په سيستم کې د T- ډوله اوسپنيزکانکـرېټي ګاډرونــو باري ساحه څه ته ويل کېږي ؟

5- د T- ډوله اوسپنيزکانکـرېټي ګاډرونــو د طاقچې فعال يا اغېزمن عرض څخه ته ويل کېږي ؟

6- د کومو لاملونو له امله د T- ډوله اوسپنيزکانکـرېټي ګاډرونــو ، د مستطيلي مقطعې يا د T- ډوله مقطعې په څېر تحليلېږي ؟

7- ولې په T- ډوله اوسپنيزکانکـرېټي ګاډرونــو کې اصغري سيخبندي د ګاډر د تنې پورې تړلې او د طاقچې پورې نه ده تړلې ؟

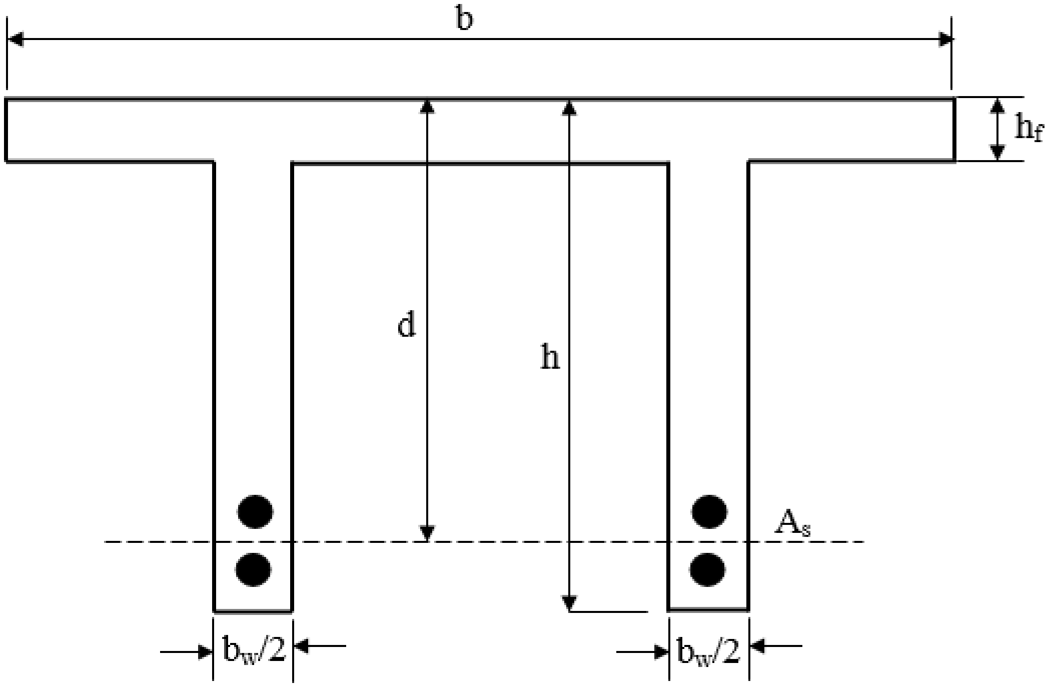
7- په لانـدېنـي ښـودل شوي شکل کې د T- ډوله ځانګړې اوسپنيزکانکـرېټي ګاډر لـپاره په جـدول کې د ورکـړل شــويو ارقــامو له مخــې د (ϕM_n) قيمتونه ، کـه ($f'_c = 25$ MPa) او ($f_y = 420$ MPa) وي ، پيدا کړئ ؟



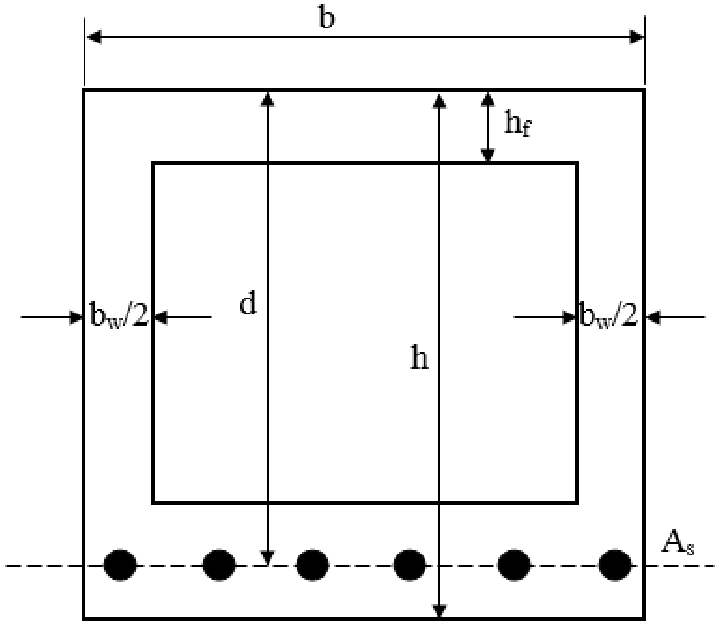
A_s (mm^2)	D (mm)	h_f (mm)	b_w (mm)	b (mm)	كنه
3 # 20	525	60	250	600	1
3 # 30	525	60	300	600	2
4 # 25	675	75	350	1,000	3
8 # 25	625	75	350	1,000	4
8 # 22	675	75	350	1,400	5
12 # 25	675	75	450	1,400	6
4 # 40	1,100	120	450	1,800	7
8 # 30	1,050	130	450	1,800	8
6 # 30	1,400	150	600	2,400	9
6 # 32	1,350	150	600	2,400	10

9- په لاندېنیو شکلونو کې د ښودل شویو، ځانګړو T- ډوله اوسپنیزکانکرېټي ګاډرونولپاره د (ϕM_n) قیمتونه ، کــه ($f'c$ = 25 MPa) او (f_y = 420 MPa) وي ، پیدااو تحلیل کړئ ؟

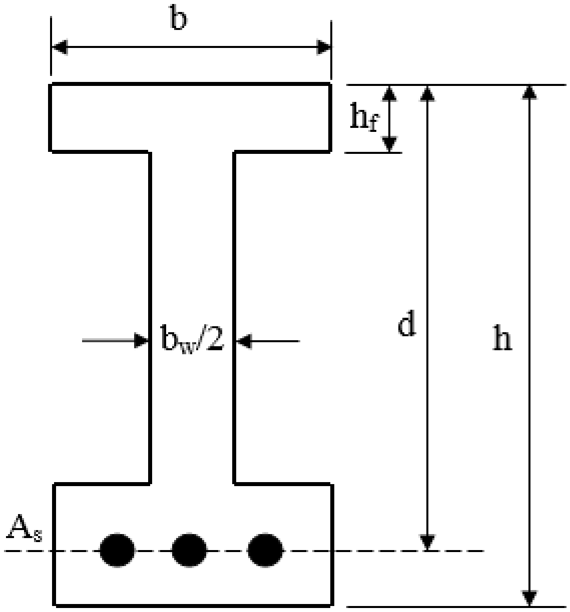
a- کــه (b = 600 mm) ، (h_f = 70 mm) ، (d = 400 mm) ، (b_w = 150 mm) او (A_s = 4 # 25) وي او که (b = 900 mm) ،(h_f = 90 mm) ،(d = 625 mm) ، (b_w = 250 mm) او (A_s = 4 # 30) وي.



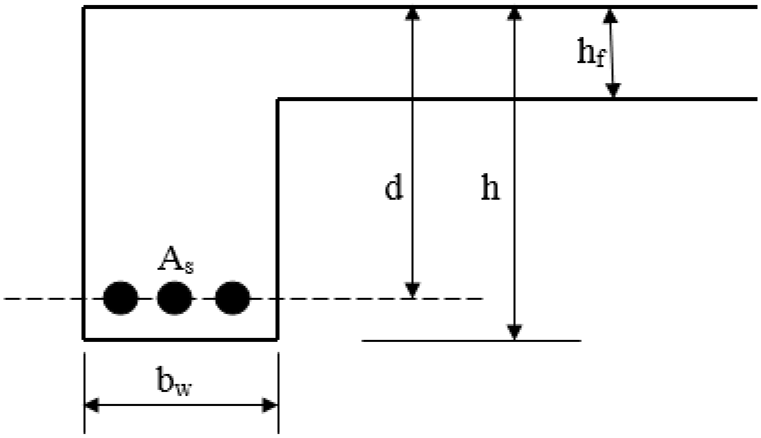
b- که ($b = 800\ mm$)، ($h_f = 150\ mm$)، ($d = 825\ mm$)، ($b_w = 200\ mm$) او ($A_s = 5\ \#\ 30$) وي او که ($b = 600\ mm$)، ($h_f = 125\ mm$)، ($d = 540\ mm$)، ($b_w = 150\ mm$) او ($A_s = 5\ \#\ 25$) وي.



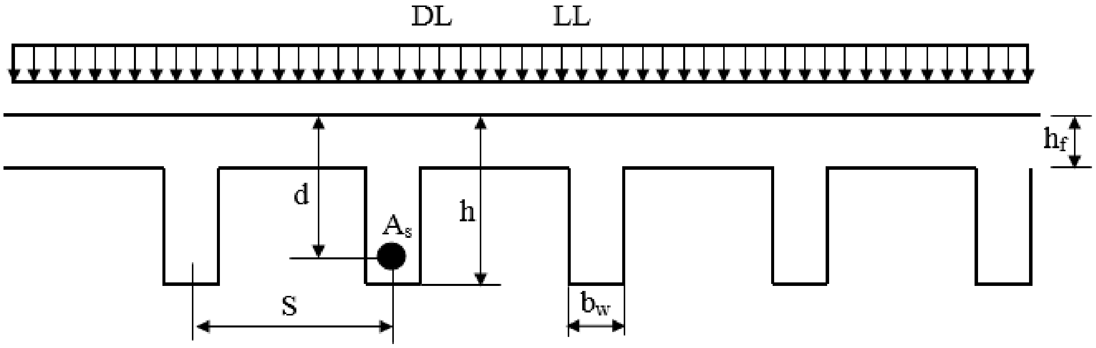
c- کــه $(b = 800\ mm)$ ، $(h_f = 150\ mm)$ ، $(d = 825\ mm)$ ، $(b_w = 200\ mm)$ او
$(A_s = 5\ \#\ 30)$ وي او که $(b = 600\ mm)$ ، $(h_f = 125\ mm)$ ، $(d = 540\ mm)$ ،
$(b_w = 150\ mm)$ او $(A_s = 5\ \#\ 25)$ وي.



10- په لاندېني شکل کې د ښودل شوې، ځانګړې او سپنيز کانکرېټي ګاډر مقطعې لپاره د (ϕM_n) قيمتونه ، کــه $(f'c = 25\ MPa)$ او $(f_y = 420\ MPa)$ وي ، پيدا او تحليل کړئ ؟

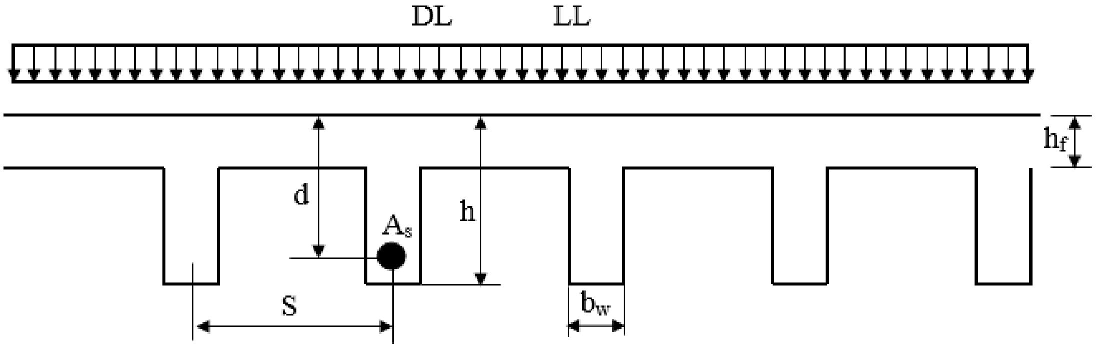


11- په لاندېني شکل کې د ښودل شوې، او سپنیز کانکرېټي ګاډر مقطعې لپاره د (ϕM_n) قیمتونه د لاندېنیو ورکړل شویو ارقامو له مخې، پیدا او تحلیل کړئ که (f'_c = 25 MPa) او (f_y = 420 MPa) وي ؟



A_s (mm^2)	(LL) (KN/m^2)	بې د ګاډر له خپل وزنه (DL) (KN/m^2)	S (m)	h (mm)	h_f (mm)	b_w (mm)	د T- ګاډر وایه (m)	ګڼه
4 # 22	3.80	1.40	1.80	450	100	250	6.00	1
4 # 20	1.20	3.60	1.50	375	75	200	4.50	2
4 # 25	1.40	5.60	2.40	500	125	300	7.50	3
4 # 22	1.00	5.50	2.40	600	150	350	8.40	4
4 # 32	1.50	11.50	3.00	750	150	450	9.00	5
4 # 35	0.70	2.40	3.60	800	150	500	10.50	6
4 # 30	0.50	2.00	1.80	900	150	600	6.00	7
4 # 32	0.80	2.50	2.40	900	125	450	6.60	8

12- په لاندې شکل کې ښودل شوې، او سپنيز کانکرېټي ګاډر کــه ($f'c = 25$ MPa) او (f_y = 420 MPa) وي ، د پوښښ سيستم د برخې په توګه د لاندې ښيو ورکړل شويو ارقامو له مخې محاسبه کړئ او په لاس راغلي سيخان په کې ځای په ځای کړئ؟



(LL) (KN/m²)	بې له ګاډر د خپل وزن څخه (DL) (KN/m²)	S (m)	h_f (mm)	د T- ګاډر وايه (m)	ګڼه
3.60	1.50	3.00	200	7.50	1
2.40	0.80	3.50	75	5.40	2
4.80	1.70	4.00	125	8.40	3
5.50	1.50	4.50	150	9.00	4
11.00	1.50	5.00	150	10.50	5

مـــاخــــــذونــه

1- جمال درانی ، لوګر. (2003) ز. رهنمای انجنیران ساختمان و مهندسین. پاکستان: پبلک آرت پریس، پشاور. ص ص (608-609).

2- حقیار، قسیم محمد. ستاری، محمد اکبر. (1380) ل. د کانکـریټي ودانیو ډیـزاین. هرات: م م (45-47).

3- طاحونی ، شاپور . (1393) ش . طراحی ساختمان های بتن مسلح . چاپ اول . ایران : انتشارات علم و ادب. تهران. ص ص (155-159).

4- عالمي ، جان اقا. (1386) ل. د اوسپنیزو کانکریټي ساختمانونو ډیزاین. کابل: مستقبل خپرندویه ټولنه - کابل. م م (247-459) .

5- فدا ، سهراب. (1390) ش. مبانی سنجش ساختمان های آهنکانکریتی. کابل: انتشارات سعید. ص ص (80-83).

6- کی نیا ،امیرمسعود . (1389) ش . آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه. اصفهان: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان مرکز انتشارات. ص ص (110-120).

7- مستوفی نژاد ، داود. (1383) ش . سازه های بتن آرمه جلد اول . اصفهان: انتشارات ارکان. ص ص (243-253).

8 -ACI Committee 318. (2014). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2014) and commentary on Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318R-2014), American Concrete Institute Farmington Hills, MI48331. Pp (140-142).

9 -ACI Committee 318. (2008). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2008) and commentary, American Concrete Institute Farmington Hills, MI. Pp (136).

10 -Bayasi, M.Z. (2010). Introduction to Reinforced Concrete Design. Montezuma Publishing Aztec Shops Ltd. San Diego State University. San Diego, California 92182-1701. Pp (104-125).

11 -Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI). Design Hand Book. (2008). Tenth Edition. Printed in the United State of America. pp (167-175).

12 -International Building Code. (2011). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. Pp (227-240).

13 -MacCormac, Jack, C. and Russel, Brown, H. (2014). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (112-126).

14 -MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (119-123).

15 -MacGinley, T. J. and B. S. Choo. (2003). Reinforced Design Theory and Examples, Second Edition, London. Pp (55-56).

16 -Mosly Bill, John Bungy and Ray Hulse. (2007). Reinforced Concrete Design to Euro code 2, sixth edition. Published by Palgrave Macmillan, Hound mills, Biasing stock, Hampshire RG21 6x5 and 175 Fifth Avenue, New York, N.Y.10010. Pp(72-74).

17 -Nilson, H., David, Darwin and Charles, Dolan. W. (2010). Design of Concrete Structures. Fourteenth Edition. McGran-Hill, a business unit of The McGran-Hill companies Inc., 1221 Avenue of the America, New York. Pp (108-110).

18 -Raju, N. Krishna and Pranesh, R. N. (2006). Reinforced Concrete Design. New Age International (P) Limited, publishers,4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 10002. Pp (233-235).

19 -Ramamrutham, S. (2006). Design of Reinforced Concrete Structures. Sixteen Editions. New Delhi – India. Pp (183-185).

20 -Wight, K. James and MacGregor. (2009). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Fifth Edition. Pearson Education prentice Hall Inc.Upper Saddle River New Jersey 07458. Pp(163-166).

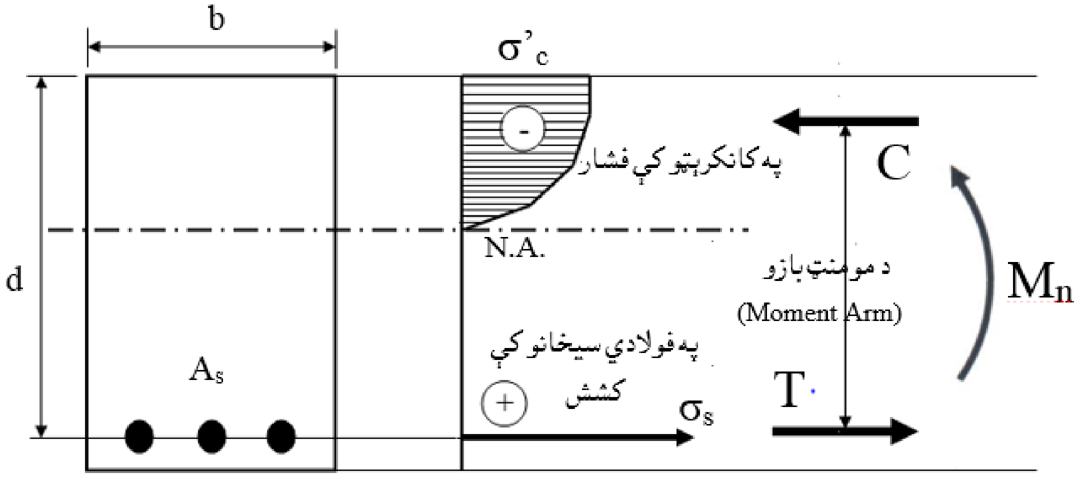
اووم فـصل
ددوه ګونو سیخبندي شویو او سپنیزو کانکرېټي ګاډرونو تحلیل او محاسبه
(Analysis and Design of Doubly Reinforced Concrete Beams)

1.7 - پـــــېژنـدنـه (Introduction)

کله چې د ګاډر ابعاد محدود وي او په مقطعه باندې وارده یا عامل نومینالي مومنټ (M_n) د اعظمي نومینالي مومنټ (M_{nmax}) څخه تجاوز وکړي او کانکرېټ، پر مقطعه د عامل کوږوالي مومنټ پر وړاندې د مقاومت لپاره لازمي فشاري قوی د تأمینولو توان ونه لري، نو د فشاري ساحې یا ناحیې د مقاومت د لوړولو لپاره په دې ساحه کې فولادي سیخان ځای په ځای کېږي. نو دا رنګه مقطعه چې په هغې کې په فشاري او کششي ناحیو یا ساحو کې سیخان ځای په ځای کېږي، د دوه ګونو سیخبندي شوې (Doubly Reinforced) مقطعې په نوم یادېږي. د یادولو وړ ده چې د مقطعې په فشاري ناحیه یا ساحه کې د فولادي سیخانو کارېدنه، نه یوازې د فشاري مقاومت د لوړولو لپاره، بلکې دا فولادي سیخان د نورو دلیلونو له مخې هم کارول کېږي، چې د شکل بدلونو په برخه کې به پرې بشپړه رڼا واچول شي. چې د مقطعې په فشاري ساحه کې د فولادي سیخانو شتون، د انحنایي اجزاو د اوږدې مودې شکل بدلونونه راکموي. د بلې خوا د ګڼډمکونو د نښلېدنې، د مومنټ د لوري په عوض کېدنه کې د مقطعې د کوږوالي په وړاندې مقاومت او د شکل منښې ډېرېدنه نور لاملونه دي چې د فولادي سیخانو په شتون کې په مقطعې کې واقع کېږي [139,140:3].

د اوسپنیز کانکرېټي ګاډرونو په کوږوالي کې مقاومت یا نومینالي مومنټ (M_n)، له جوړه یې قوو څخه چې د مومنټ د بازو په واسطه یې توپیر کېږي، په لاس راځي. دا قوې یانې کششي د سیخانو او فشاري د کانکرېټو په واسطه تحملېږي. د کوږوالي مقاومت په سیخانو کې د نهایي کشش (Ultimate Tension) یا په کانکرېټو کې د نهایي فشار (Ultimate Compression) او د مومنټ بازو (Moment Arm)، د ضرب حال په واسطه

چې د دواړو قوو ترمنځ عمودي فاصله ده ، حاصلېږي $(M_n = T \text{ or } C \times \text{Moment arm})$ ، چې په لاندیني (1.7 - شکل) کې ښودل شوې دی .



1.7 - شکل: د مومنټ د مقاومت میکانیزم یا اوسپنیز کانکرېټي ګاډرونه [10: 131].

د اوسپنیز کانکرېټي ګاډرونو ابعاد ، د پوړونو د ارتفاع یا د مهندسي د ځانګړتیاو له امله محدودېږي . سره له دې هم، دا ګاډرونه باید داسې محاسبه شي ، چې د کوربوالي دلوړومومنټونو په وړاندې مقاوموي او یا هم لوړ کاربدونکې کوربوالي مومنټ ظرفیت په خپله غاړه واخلي $(\phi M_n > M_u)$ ، نو اړینه ده، چې د محاسبې پرمهال لاندېنيو ټکو ته بشپړه پاملرنه وشي [10:131-139]:

1- د نومينالي مومنټ (M_n) د ډېرېدنې لپاره ، په فشاري (C) او کششي قوو (T) کې اړینه ډېرېدنه: د ګاډرد ابعاد و د محدودوالي له امله د کوربوالي مومنټ بازو هم د پام وړ محدودیت لري. د کوربوالي نومينالي مومنټ د قوو او د مومنټ بازو د ضرب حاصل او همداراز د قوو د تعادل $(T = C)$ لپاره ، یوازنۍ یوه لاره د (C) او(T) قوو د ډېرېدنې په واسطه د کوربوالي مومنټ د ظرفیت ډېرېدنه ده. په همدې توګه بله لاره ،چې د هغې په واسطه کېدای شي ، د کوربوالي مومنټ ظرفیت ډېرشي ، د پلن ګاډر (د b ډېرېدنه) کاربدنه ده ، چې د کانکرېټو د لوی ساحې د شتون له امله ډېرشوی سیخان په کې د ځای په ځای کېدای شي.

2- د کششي سیخانو د مساحت (A_s) ډېرېدنه : لومړی باید د کششي سیخانو مساحت (A_s) ډېرېدنه په پام کې ونیول شي ، ترڅو چې کششي قوه ($T = A_s.f_y$) ډېره شي او د هغې په پایله کې په سیخانو کې کششي قوه ډېره شي . د (T) د ډېرېدنې له امله ،د (C) قوه هم له هغې سره سمه ډېرېږي. نو اړینه ده، چې د فشاري قوې (C) د لاسته راوړنې لپاره د کانکرېټو مساحت ډېر شي ، ترڅو باالمقابل په سیخانو کې کششي قوه (T) ډېره قوه په لاس راوړل شي. خو د سیخانو د مساحت (A_s) د یو لړ محدودیتونو له مخې نه شي کېدای ،چې له محدودې شوې اندازې څخه ډېرشي. د (ACI 318) کود د لارښوونې له مخې ($\rho = A_s / b .d$) د (ρ_{max}) یا (ρ_{maxp}) څخه باید لږ وي، ترڅو په کړېدنه کې د تدریجي تخریب یا نرمۍ حالت څخه مخنیوي وشي. د (ACI 318) کود تاکید کوي ،چې د لاس ته راغلو سیخانو مقاومت ، د کانکرېټو د لاسته راغلي مقاومت څخه په کمېدنې باید ډاډمن شو . په دې په پایله کې د تخریب حالت په تدریجی ډول سره د سیخانو تسلیمېدنې ته پرېښول کېږي .

3- یو ګونې سیخبندي شوي ګاډر د اعظمي کوږوالي مومنټ ظرفیت: په کوږوالي کې د کششي سیخانو په شتون کې د ګاډر د کوږوالي اعظمي ظرفیت د لاندېنۍ معادلې په واسطه په لاس راوړل کېږي:

$$(M_n)_{maxsingly} = (R_n)_{max} \cdot b\, d^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (1.7)$$

دلته:

($M_n)_{maxsingly}$ - د یوګونې سیخبندي شوي ګاډر د کوږوالي مومنټ اعظمي ظرفیت دی (یوازې د کششي سیخانو سره).

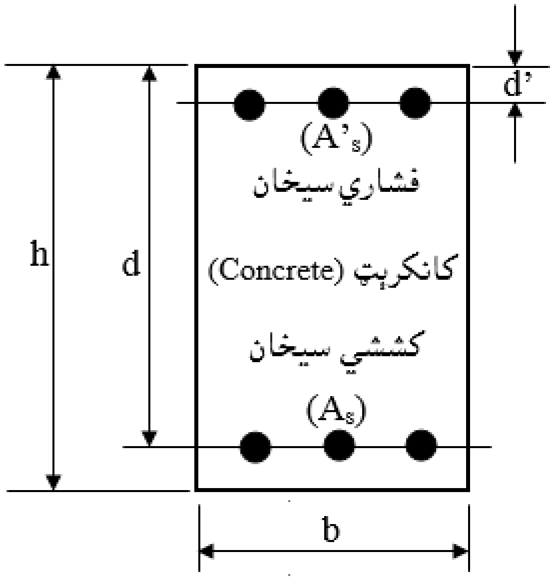
$(R_n)_{max}$ - د محاسبې لپاره مرسته کوونکی ضریب دی ،چې د کود د تجویز له مخې ، د یو ګونو سیخبندي شویو ګاډرونو لپاره د اعظمي سیخبندي نسبت (ρ_{max}) یا (ρ_{maxp}) له مخې پیدا کېږي او د ګاډر د عرض (b) او فعالې ارتفاع (d) پورې اړه لري [13:135-132].

4- د یو ګونې سیخبندي شویو ګاډرونو اغېزمنتیا : کله چې ضریبي شوی یا نهایي اعظمي کوږوالي (انحنایي) مومنټ (M_u) ، د ګاډر له پاسه عمل وکړي او کېدای شي ، هغه د محاسبه شوي ګونې سیخبندي شویو او سپنیز کانکرېټو په واسطه د کود د لارښوونې

له مخې ($\rho < \rho_{max}$) یا ($\rho < \rho_{maxp}$) له محدودیت سره هم ، هغه وزغمي ، نو په دې حالت کې دوه ګونو سیخبندي شوي او سپنیز کانکریتی ګاډر ته اړتیا نه لیدل کېږي [2:36-32].

5-د کانکرېټو د فشاري مقاومت (f'_c) او یا د سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت (f_y) ډېرېدنه: که د پورتنیو د بحثونو په پایله کې ($\phi M_n < M_u$) حالت رامنځته شي ، نو اړینه ده چې په لومړي قدم کې د موادو ډېرښت ته پاملرنه وشي ، یانی دا چې د کانکرېټو فشاري مقاومت (f'_c) لوړ شي، چې د هغې د لوړیدلو په پایله کې د کانکرېټو فشاري قوه (C) لوړېږي او یا د سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت (f_y) په ډېرېدنې ، چې په پایله کې یې کششي قوه (T) لوړېږي ،چې د دې ټولو د لوړېدنې په پایله کې د ګاډر د مقطعې نومینالي کوږوالي مومنټ (M_n) ډېرېږي . همداراز د سیخبندي نسبت (ρ) هم باید د کود د ښودونکي یا تحمیلی محدودیت په حالت کې پاتی شي [5:75-69].

6- د کششي سیخانو د مساحت ډېرېدنه او د فشاري سیخانو کارول: د فشاري قوې (C) او کششي قوې (T) په ډېریدلو سره ، دګاډر د کوږوالي مومنټ (M_n) ظرفیت ډېریدنه ،کېدای شي ، د نورو یا ډېریدونکو سیخانو په واسطه سرته ورسېږي. ډېریدونکي سیخان په ګاډر کې د کششي قوې (T) او همداراز د فشاري قوې (C) دبشپړېدنې لپاره کارېږي . خود کششي سیخانو د مساحت ډېریدنه یانې د(ρ_{max}) یا(ρ_{maxp}) څخه اخوا باید د کانکرېټو په فشاري ساحه کې د اضافي سیخانو په اچولو سره را غبرګ کړو ، تر څو د فشار په وړاندې د کانکرېټود مقاومت سره مرستندوي شي . د کانکرېټوپه فشاري ساحه کې دا فولادي سیخان ، فشار متحمل کېږي ، چې د همدې له امله ورته د فشاري سیخانو نسبت ورکول کېږي . د (ACI 318) کود د لارښوونې له مخې ددې تعادل په پام کې نیولو سره ګاډر د نرمېدونکي تخریبېدنې څخه خوندي پاتې کېږي. خوهغه او سپنیز کانکرېټي ګاډر چې په دواړو کششي او فشاري ساحو کې یې فولادي سیخان ځای په ځای شوې وي ، د دوه ګونو سیخبندي شوو اوسپنیز کانکرېټي ګاډرونه نومول کېږي ، چې د دې ډول ګاډرونو مقطعه په (2.7 - شکل) ښودل شوې ده [20:230-227].



2.7 - شکل: د دوه ګونو سیخبندي شوو او سپنیز کانکرېټي ګاډرونو مقطعه [10: 133].

2.7- د ګاډر د مقطعې په مقاومت او خواصو د فشاري سیخانو اغېزه

(Effect of Compression Reinforcement on Strength and Behavior of Beam Section)

په ګاډرونو کې داخلي قوو محصله د نومینالي قوو مقاومت په شرایطو کې بې له فشاري سیخانو څخه د فشاري سیخانو په شتون کې پرتلنه په (3.7- شکل) کې ښودل شوې ده. لکه څنګه چې د یوګونو سیخبندي شویو مقطعو د تحلیل لپاره څرګندونه وشوه، چې په سرکې کششي سیخان د تسلیمېدنې حالت کې فرضېږي، نو له دې امله ($f_s = f_y$) کېږي. لکه څنګه چې په (3b.7- شکل) کې ښکاري چې د ګاډر په مقطعه کې فشاري سیخان د (A'_s) په مساحت د پاسنۍ لیکې څخه د (d') په فاصله موقیعیت لري. خود کششي ساحې کې د کششي سیخان مساحت (A_s) د ګاډر په دواړو مقطعو کې سره یو شانته دی. د ګاډر په هغې مقطعې کې چې بې له فشاري سیخانو په (3a.7- شکل) کې ښودل شوې ده، د (C_{c1}) فشاري قوه د داخلي کانکرېټو په واسطه متحمل کېږي او په (3b.7- شکل) کې په ښودل شوې مقطعې کې د (C) فشاري قوه د کانکرېټو د فشاري قوې (C_{c2}) او د فشاري سیخانو فشاري قوې (C_s) مجموعه ده، دا ځکه چې یو څه فشاري قوه د کانکرېټو د (C_{c2}) فشاري

قوې په واسطه متحمل کېږي ،چې اندازه يې له (C_{c1}) کانکرېټو فشاري قوې ځخه لږه ده ، چې په پابله کې يې د فشاري تشنجاتو بلاک ارتفاع يا ژوروالی (a2) په (3b.7- شکل) کې د (a1) فشاري تشنجاتو بلاک په (3a.7- شکل) کې ، په پرتله کوچنی دی. چې د فشاري تشنجاتو بلاکونو د بدلون له امله په مقطعو کې غیرفعالو محورونو ارتفاع (c) هم بدلون مومي. نو مجموعي کششي قوه ($T = A_s \cdot f_y$) يې په فشاري ساحه کې کانکرېټو د فشاري قوې (C_c) او د فشاري سیخانو د فشاري قوې (C_s) د مجموعي سره معادل ده. د دواړو کششي او فشاري قوو نومينالي مومنټه بايد يو له بله سره هم معادل وي [8:140-136].

دفشاري قوو د ثقل مرکز له مخې د ټولو قوو د مومنټونو مجموعه د هرې يوې مقطعې لپاره لاندېنۍ پابله ورکوي:

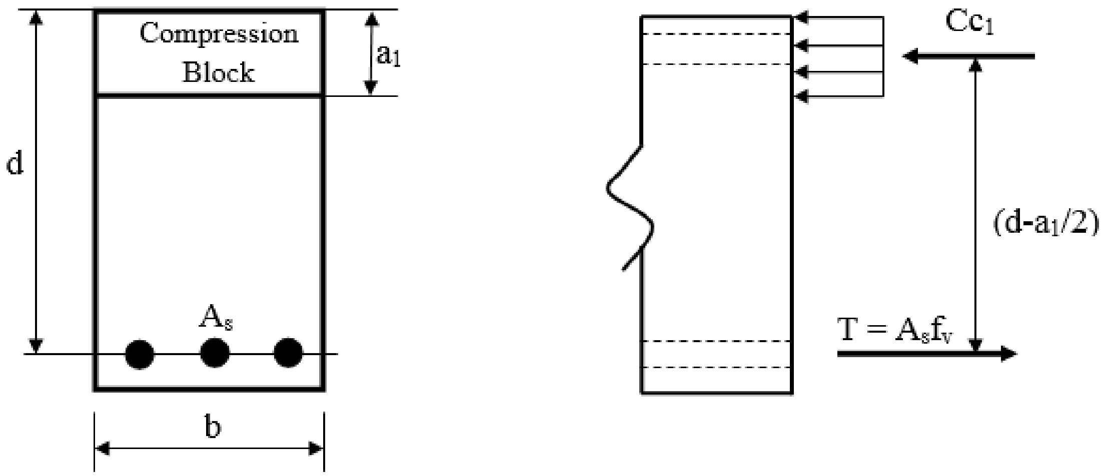
د بې فشاري سیخانو مقطعې لپاره:

$$M_n = A_s f_y \, (d\text{-}a_1/2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.7)$$

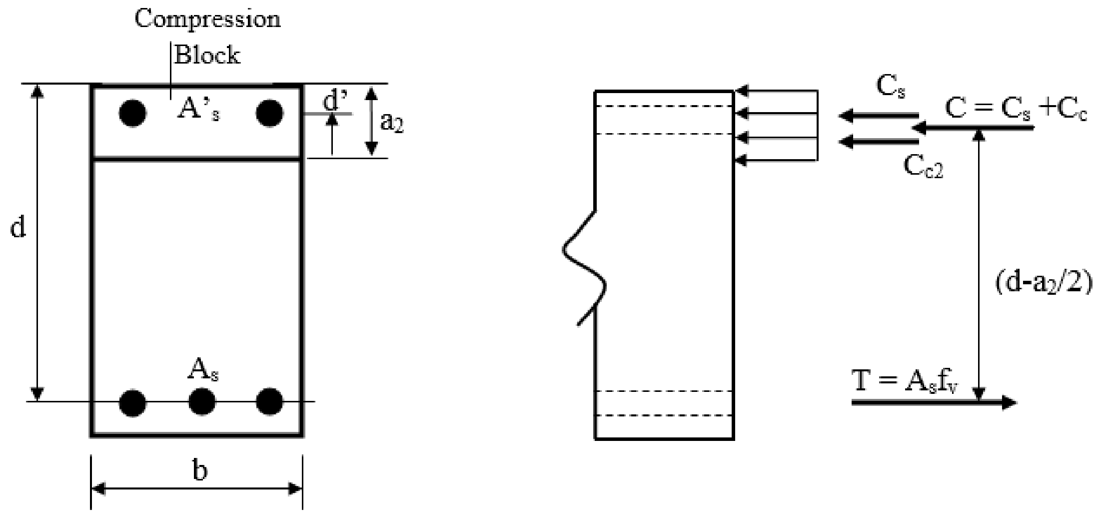
د فشاري سیخانو لرونکې مقطعې لپاره:

$$M_n = A_s f_y \, (d\text{-}a_2/2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.7)$$

د دې دواړو رابطو تر منځ توپير يوازې د ($d\text{-}a_2/2$) اندازه يوځه د ($d\text{-}a_1/2$) له اندازې ځخه ډېر دي ، دا ځکه چې د (a_1) اندازه له (a_2) ځخه ډېره ده. نو له دې امله د ورکړل شوې اندازې کششي سیخانو لپاره ، د نومينالي مقاومت مومنټ باندې د اضافي فشاري سیخانو لږه اغېزه لري ، چې په ګاډر کې کششي سیخان يې په تسليمېدنه کې بې فشاري سیخانو ځخه برابروي [18:113-109].



(a)- يوازې د کشي سيخانو په شتون کې د ګاډر مقطعه.



(b)- د کشي او فشاري سيخانو په شتون کې د ګاډر مقطعه.

3.7 - شکل: د دوه ګونو سيخبندي شوو او سپنيز کانکرېټي ګاډرونو مقطعه [20: 228].

3.7 - د کوږوالي مومنټ د ظرفیت په ډېرېدنه کې د فشاري سیخانو اغېزمنتیا

(Effectiveness of Compression Steel in Increasing Bending Moment Capacity)

په دوو حالتونو کې د اوسپنیز کانکرېټي ګاډرونو د کوږوالي مومنټ د ډېریدنې لپاره فشاري سیخان ، اغېزمن اهمیت نه لري:

1 - دوه ګونو سیخبندي شوو اوسپنیز کانکرېټي ګاډرونه د ($\rho < \rho_{max}$) یا ($\rho < \rho_{maxp}$) په شتون کې: کله چې په یو ګونو سیخبندي شویو ګاډرونو کې ،کششي سیخان د (ACI 318) کود د مجوزه اعظمي اندازې څخه لږ وي ، د ګاډر ظرفیت په بشپړه توګه نه کارېږي ، یانې دا چې د ګاډر ظرفیت د بشپړې اندازې څخه لږ کارېږي ، دا حالت د کششي قوې د نه شتون له امله پېښېږي . سربېره پر دې ، د قوو د تعادل ($T = C$) له مخې ، کانکرېټي فشاري ساحه د($\rho = \rho_{maxp}$) ځای په ځای کېدنې لپاره په بشپړه توګه نه شي کارېدلی . نو له دې څخه څرګندېږي ، چې کانکرېټ د فشار لپاره د مناسبې اندازې څخه ډېر دي ، نو د فشاري سیخانو له امله اضافي فشاري ظرفیت نه ګټور او نه هم اړین دی. د کششي قوې (T) څخه د فشارقوې په ظرفیت کې دڅه ډېریدنې څخه کار نه اخیستل کېږي . په دوه ګونو سیخبندي شویو ګاډرونو کې ،که چېرې ($\rho < \rho_{maxp}$) حالت کې وي ، نود (ϕM_n) کوږوالي (انحنایي) مومنټ کې د شته فشاري سیخانو له امله ډېرېږي ، چې په پاېله کې د یوګونو سیخبندي شوي په ډول تحلیلېږي [177-180:19] .

2-فشاري سیخان د ځوړندو سیخانو په ډول کارول کېږي : په عامه توګه هغه سیخان چې د کانکرېټو په فشاري ساحه کې ځای په ځای کېږي ، چې ګڼږدمکونه کلک کړي ، نو له همدې کبله ورته ځوړند سیخان هم ویل کېږي . سربېره د ګڼږدمکونو د کلکولو څخه ، په کانکرېټو کې فشاري څرخېدنې تشنجاتوهم را کموي . په کانکرېټو کې د څرخېدنې قوې په ګڼږدمکونو کې د کشش لامل کېږي . څرخېدنه یو متمرکز فشار دی ، چې په ځوړندو سیخانو کې مستقیماً په چنګک کې واقع کېږي ، همدا راز ځوړندو سیخانو ته د ګڼږدمکونو کششي قوه داسې انتقال مومي ، لکه څنګه چې کانکرېټو ته انتقالېږي . د څرخېدونکې ساحې دګڼږدمکونه د کششي قوې په وړاندې د مقاومت کولو ذمه په غاړه لري ،چې د ګڼږدمک د زیانمنې ساحې څخه تر ځوړند سیخ لاندې ساحې پورې غځېږي یا ډېرېږي . په څرخېدونکې

ساحې کې د دارنګه ډراماتيکه ډېرېدنې په پابله کې ، په څرخېدونکو تشنجاتو کې د پام وړ کموالی راځي ، له دې امله د څرخېدنې له اغېزې په کانکرېټو کې د زيانمن کېدنې تو پير کمېږي . د ځوړندو سيخانو مساحت د کششي سيخانو د مساحت د %(10) څخه تر%(20) پورې نېول کېږي . د ځوندو سيخانو د نوميناليي کوږوالي (انحنايي) مومنټ (M_n) په ډېريدنې سره محدود ېږي او ډېر ځلی په محاسبه کې ترې انصراف کېږي ، کله چې ګاډر يو ګونو سيخبندي شوي فرض شي [227-240:12].

4.7- د دوه ګونو سيخبندي شوو او سپنيزکانکرېټي ګاډرونو تحليل

(Analysis of Doubly Reinforced Concrete Beams)

د دوه ګونو سيخبندي شويو ګاډرونو د تحليل موخه د(ϕM_n) دقيمت پيدا کول او د(M_u) د قيمت سره پرتله کول دي ، تر څو د مومنټ په وړاندې د ګاډر دمقاوم کېدنې وړتيا يقينی شي . په عمومي توګه د تحليل لپاره ،د ګاډر ابعاد (عرض b، فعاله ارتفاع d او د فشاري او کششي سيخانو تر منځ فاصله d-d')، دسيخانو مساحت (د کششي سيخانومساحت A_s او فشاري سيخانو مساحت A'_s) ، د موادو خواص (د کانکرېټو فشاري مقاومت f'_c او د سيخانو مقاومت f_y) او همدارازد بارېدنې شرايط (بارونه ، وايه او د تکيه کېدنې ډول) معلوم وي. د دې ډول ګاډرونو د تحليل په لاندې ډول سرته رسېږي:

1-د ګاډر له پاسه د عامل نهايي کوږوالي (انحنايي) مومنټ (M_u) پيدا کول، چې په هغې کې يې خپل وزن هم شامل وي.

2-که چېرې د لاندېنيو شرايطو سره مخ شو، نو د يو ګونو اوسپنيز کانکرېټي ګاډر په څېر يې تحليل کېږي :

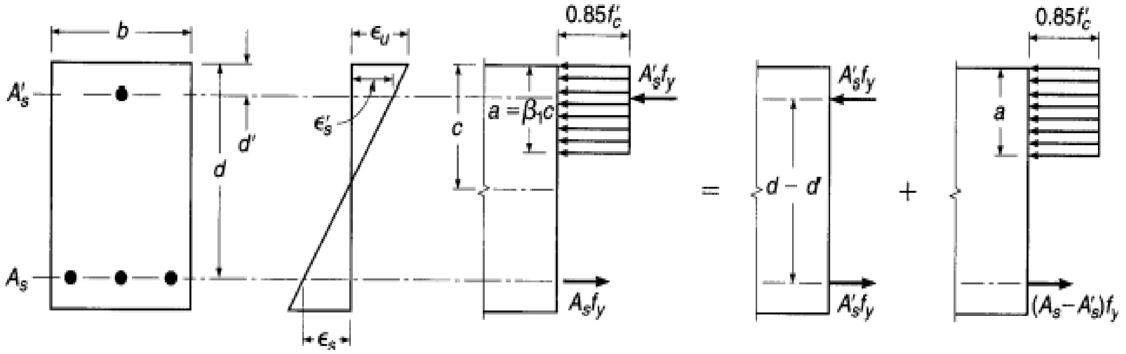
a- که ($A'_s < 0.20\ A_s$) وي ، نو فشاري سيخان د ځوړندو سيخانو په ډول کارېږي .

b- که ($\rho = A_s/bd < \rho_{maxp}$) وي ، نو فشاري سيخان د ځوړندو سيخانو په ډول کارېږي .

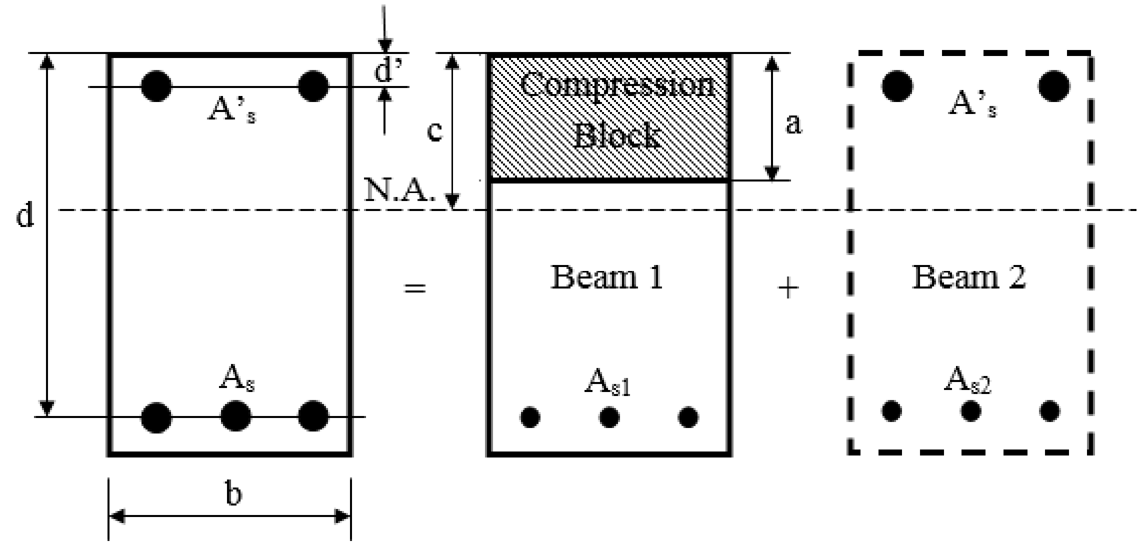
3-که يو هم د دويم حالت د شرايطو سره برابر نه شو ، نو ګاډر د دوه ګونو اوسپنيز کانکرېټي ګاډر په څېر يې تحليلېږي .

4-د تحليل د ساده کولو لپاره د دوه ګونو اوسپنيزکانکرېټي ګاډر عرضي مقطعه ،په فرضي ډول په دوو متناظرو ګاډرونو مقطعو وېشو ، چې لومړۍ مقطعه (لومړی ګاډر) د کانکرېټو

او د کششي سیخانو د یو برخې ،په توګه چې مساحت یې (A_{s1}) دی، او دکانکرېټو د فشار په وړاندې د کششي قوې د پیدا کېدنې وړتیا لري ،څخه ترکیب مومي. دویمه مقطعه (دویم ګاډر) بې له فشاري سیخانو او د پاتې شویو کششي سیخانو څخه،چې مساحت یې (A_{s2}) دی،څخه ترکیب مومي. د (A_{s2}) کششي سیخان،د فشاري سیخانو (A'_s) په وړاندې فرض شوي وړ کششي قوه منځته راوړي، چې په لاندیني (4.7 - شکل) کې ښودل شوې دی [17:106-99].



4.7 - شکل: د دوه ګونو سیخبندي شوو او سپنیز کانکرېټي ګاډر [17:100].



5.7 - شکل: د دوه ګونو سیخبندي شوو او سپنیز کانکرېټي ګاډرونو فرضي وېشنه[10: 135]

لکه چې ښکاري کششي سیخانو په دوو برخو وېشل کېږي ، یو له لومړي ګاډر سره او بل له دویم ګاډر سره ، خو د دواړو مجموعه باید د کششي سیخانو سره مساوي شي :

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (4.7)$$

په دوه ګونو سیخبندي شوو ګاډرونو کې نهایي یا د تخریب شرایط لکه د یوګونو سیخبندي شویو ګاډرونو په شانته د تعریف له مخې کله چې کانکریټ د ماتېدنې نسبتي اوږدېدنې ($\varepsilon_t = 0.003$) حالت ته ورسېږي. سر بېره د (ACI 318) له لار ښوونې څخه، چې په سیخانو د کششي نسبتي اوږدېدنې شرایط د نهایي شرایطو پورې تړلي دي ، په ګاډر کې تخریب په تدریجي توګه رامنځته کېږي .نو له دې امله تل په سیخانو کې نسبتي کششي اوږدېدنه یا شکل بدلون (ε_t) د(0.004)څخه ډېره وي (خو ده بهتره ده چې د0.005 څخه ډېر په پام کې ونیول شي). که($\varepsilon_t = 0.004$) وي ، نو په عمومي توګه په تسلیمېدنه کې کششي نسبتي اوږدېدنه یا شکل بدلون د($\varepsilon_y = f_y/E_s$) څخه لوی وي ، نو په دې حالت کې په کششي سیخانو کې تشنجات د(f_y) سره مساوي وي ، په پام کې نیول کېږي. د کششي سیخانو د نسبتي اوږدېدنې لپاره دا تابیه د ټولو کږېدونکو (انحنایي) عناصرو د کنترول لپاره په پام کې نیول کېږي . سره له دې چې د کود له خوا په دوه ګونو سیخبندي شویو او سپنیز کانکریټي ګاډرونو کې په فشاري سیخانو کې د نسبتي اوږدېدنې یا تشنجاتو په نهایي یا تخریبېدنې په شرایطو کې ، کومې غوښتنې نه شته. په ترتیب سره د(5.7 - شکل) له مخې د لومړي او دویم ګاډر لپاره لاندېنۍ معادلې لیکلی شو:

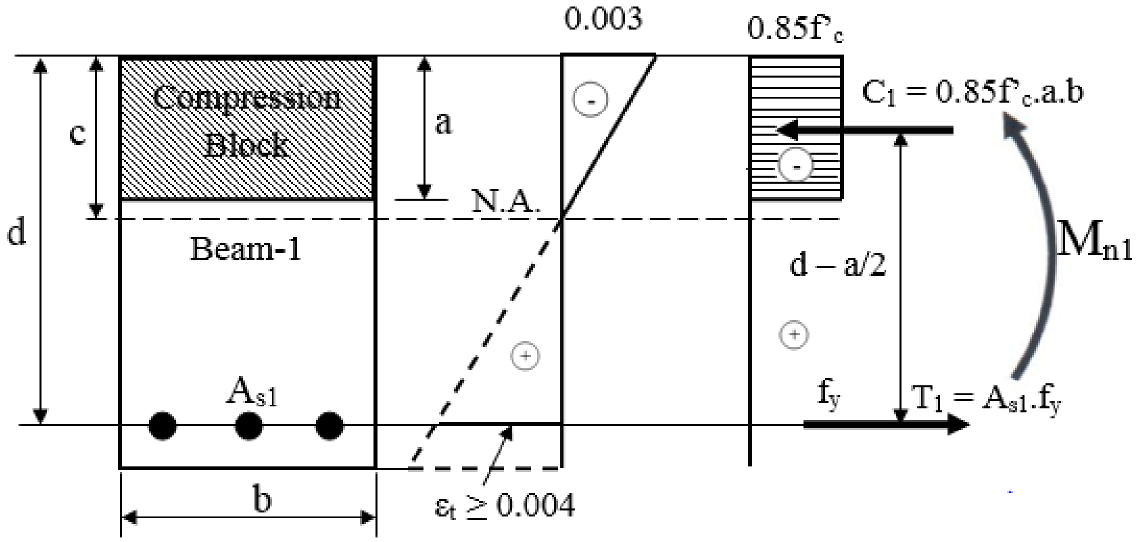
د لومړي ګاډر لپاره د تعادل معادله:

$$A_{s1} .f_y = 0.85f'_c. a.b \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5.7)$$

د دویم ګاډر لپاره د تعادل معادله:

$$A_{s2} .f_y = A'_s.f_y \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6.7)$$

5-د دې لپاره چې په نهایي یاد تخریب په شرایطو کې د نسبتي اوږدېدنې یا تشنجاتو قیمت په لاس راوړو ، اړینه ده چې د نسبتي اوږدېدنې تحلیل وکاروو. په دویم ګاډر د مقطعې له مخې څرګندېږي ،چې کانکریټ په کې نه شته ، نو د دې له امله په هغې کې نهایي یا د تخریب په شرایطو کې د وېشلی نسبتي اوږدېدنې لپاره تحلیل په پام کې نه نیول کېږي. د دې ډول وېشلی نسبتي اوږدېدنې بنسټیز تحلیل د کانکریټو د ماتېدنې په نسبتي اوږدېدنې حالت ($\varepsilon_t = 0.003$) کې سرته رسېږي . د(5.7 - شکل) په لومړي ګاډر کې د نسبتي اوږدېدنې دیاګرام ښایي [12:240-227].



لومړی ګاډر (Beam-1) | نسبتي اوږدېدنې (Strains) | تشنجات او قوې (Stresses & Forces)

6.7 - شکل: د نسبتي اوږدېدنې تشنجاتو قوې اود لومړي ګاډرد کوږوالي مومنټ ظرفيت[136:10].

په (6.7 - شکل) کې ، د لومړی ګاډر کې وېشلي نسبتي اوږدېدنه کولی شو په دویم ګاډر کې هم وښیو ، تر څو په (6.7 - شکل) کې د ښودل شویو فشاري سیخانو نسبتي اوږدېدنه او تشنجات پیدا کړو . په (A_{s2})کې نسبتي اوږدېدنه او تشنجات کټ مټ په (5.6 -شکل) کې د ښودل شوي ، د (A_{s1})کې نسبتي اوږدېدنه او تشنجات په شانته ، چې د کششي سیخانو(A_s) یوه برخه ده ،پیدا کېږي .

همدارازد فشاري سیخانو نسبتي اوږدېدنه او تشنجات د(7.7- شکل) پر بنسټ په لاندې ډول پیدا کېږي :

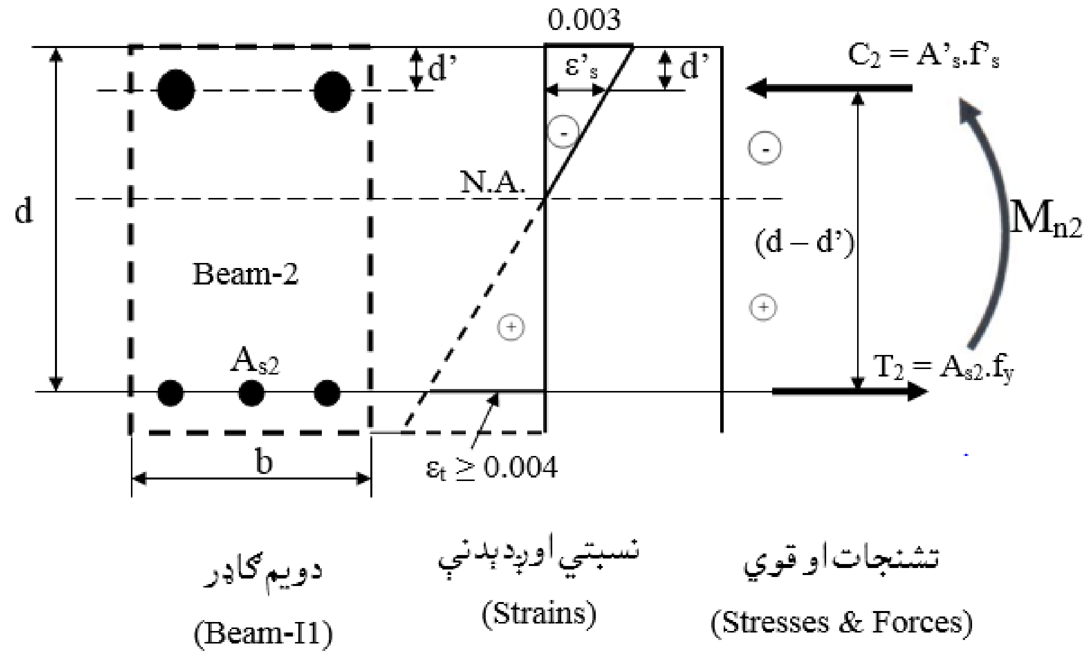
$$\varepsilon'_s = \left(\frac{0.003}{c}\right) . (c - d)$$

$$f'_s = \varepsilon'_s . E_s = \left(\frac{0.003}{c}\right) . (c - d) . E_s \leq f_y \quad \text{.........................} \quad (7.7)$$

دلته:

E_s - دفولادي سیخانو د ارتجاعیت مودول دی.

f_y - د فولادي سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت دی.



7.7 - شکل: د نسبتي اوږدېدنې تشنجاتو قوې اود دويم ګاډرد کوږوالي مومنټ ظرفيت [136:10].

د (6.7 - شکل) پر بنسټ په لومړی ګاډر کې د کوږوالي (انحنايي) مومنټ ظرفيت د لاندېنيو معادلو په واسطه پيدا کېږي:

$$M_{n1} = A_{s1}.\ f_y\ (d - a/2) = 0.85f'_c\ a.b\ (d - a/2)\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ (8.7)$$

دلته:

د لومړي ګاډر پر بنسټ د د ويتنيس (Whitney's) کانکرېټي فشاري بلاک ژوروالی يا ارتفاع په لاندې ډول پيدا کېږي :

$$a = \frac{A_{s1} f_y}{0.85 f'_c b}\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (9.7)$$

همدا راز د (7.7 - شکل) پر بنسټ په دويم ګاډر کې د کوږوالي (انحنايي) مومنټ ظرفيت د لانديني و معادلو په واسطه پيدا کوو[139-144:3]:

$$M_{n2} = A_{s2}.\ f_y\ (d\text{-}d') = A'_s\ f'_s\ (d\text{-}d')\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (10.7)$$

6-د دوه ګونو سيخبندي شوو او سپنيزکانکرېټي ګاډرونو تحليل کې لکه د لومړی قدم په څېر په فشاري سيخانو کې نسبتي اوږدېدنه يا شکل بدلون دفولادي سيخانو د تسليمېدنې نسبتي اوږدېدنې سره مساوي يا ډېر فرض کوو. چې په پايله کې په فشاري سيخانو کې

تشنجات د تسليمېدنې د تشنجاتو سره مساوي کېږي، لکه چې په لاندېنۍ معادله کې چې ښودل شوې ده :

$$\varepsilon'_s \geq \varepsilon_y = f_y / E_s \Rightarrow f'_s = \varepsilon'_s . E_s = f_y \quad \ldots\ldots (11.7)$$

په یاد باید ولرو چې، د فشار لاندې کانکرېټو د ځکېدنې (Creep) له امله ګاډر په فشاري ساحې کې د فشاري سيخانو په ګډون ،نسبتي اوږدېدنه (Strain) په څرګنده توګه ډېرېږي . تجربو ښودلې ده ،چې د کانکرېټو د ځکېدنې (خزش) له امله ، په فشاري سيخانو کې نسبتي اوږدېدنه په ځانګړې توګه په لوړه کچه وي ، چې د همدې امله يې تشنجات په ترتيب سره د تسليمېدنې تشنجاتو (yielding stresses) سره مساوي وي. په بنسټېزه توګه دځکېدنې د ډېريدنې په پايله کې نسبتي اوږدېدنه ډېرېږي او په کانکرېټو کې تشنجات يا قوې کمېږي ، چې په پايله کې په فشاري سيخانو کې د نسبتي اوږدېدنه ډېرېد نې له امله تشنجات او قوې کې ډېرېږي[146-148:6] .

7-د پورتني عمل په پايله کې په دويم ګاډر کې د تعادل معادله په لاندې ډول ليکل کېږي :

$$A_{s2} . f_y = A'_s . f_y \Rightarrow A_{s2} = A'_s \quad \ldots\ldots (12.7)$$

8 - نو د (A_{s1}) قيمت په لاندې ډول پيدا کېږي :

$A_s = A_{s1} + A_{s2}$ او $A_{s2} = A'_s, \quad A_{s1} = A_s - A'_s$

$A_{s1} = (0.85 f'_c\, a\, b) / f_y$ او $A_{s1} = A_s - A'_s \quad \ldots\ldots (13.7)$

$$a = \frac{(A_s - A'_s) f_y}{0.85 f'_c b} \quad \ldots\ldots (14.7)$$

9-د فرض کوو چې ($f'_s = f_y$) کېږي . څرنګه چې ($c = a/\beta_1$)کېږي ، نو په لاندې ډول د (1.7) معادله بيا په تکراری ډول ليکو :

$$f'_s = \left(\frac{0.003}{c}\right) . (c - d') . E_s \leq f_y \quad \ldots\ldots (1.7)$$

10- څرنګه چې ($f'_s = f_y$) شي ، نو (M_n) د ټول ګاډر لپاره پيدا کېږي او په ترتيب سره تر عمليه پر مخ وړل کېږي :

$$M_n = 0.85 f'_c\, ab\, (d - a/2) + A'_s . f_y (d - d') \quad \ldots\ldots (15.7)$$

لومړی ګاډر ، د يوګونو سيخبندي شوي ګاډر په څېر د کود د ټولو محدوديتونو لاندې په پام کې نيول کېږي . د(ϕ) قيمت د پيداکولو لپاره اړينه د ه، چې د لومړی ګاډر د

نسبتي اوږدېدنې څخه ګټه واخیستل شي . لومړی کششي نسبتي اوږدېدنه یانې (d- c) . $\left(\frac{0.003}{c}\right)$ = ε_t محاسبه کېږي. که چېرې کششي نسبتي اوږدېدنه ($\varepsilon_t < 0.004$) وي ، نو ګاډر د کود د غوښتنې څخه لوړ او تحلیل له هره حیثه ډاډمن وي . که چېرې کششي نسبتي اوږدېدنه ($\varepsilon_t \geq 0.004$)وي ، نو ګاډر د (ACI 318) کود له مخې د تائید وړ دی. د څلورم فصل لاندېنۍ معادلې څخه کولی شو د(ϕ) قیمت د پیداکولو لپاره ترې ګټه واخلو .[593-595:1]

$$\phi = 0.48 + 83\ \varepsilon_t \leq 0.9$$

که چېرې کششي نسبتي اوږدېدنه ($\varepsilon_t \geq 0.005$)وي ، نو($\phi = 0.9$) قبلېږي [205-214:7].

11-د نسبتي اوږدېدنې د څېړلو څخه پرته ، په لومړی ګاډر کې د کود له خوا منل کېږي ، چې ددوه ګونو سیخبندي شویو ګاډرونو لپاره د کششي سیخانو مساحت (A_s) د تجویز شوي اعظمي سیخانو مساحت په وړاندې باید چک شي . ددوه ګونو سیخبندي شویو ګاډرونو لپاره تجویز شوي اعظمي سیخانو مساحت په لاندې ډول پیداکېږي :

$$A_{smaxdoubly} = A_{smaxbea1} + A_{smaxbea2} = A_{smaxsingly} + A_{s2}$$

$$A_{smaxdoubly} = A_{smaxsingly} + A_{s2} = \rho_{maxsingly}\ .b.d + A'_s.\left(\frac{f'_s}{f_y}\right)$$

$$A_{smaxdoubly} = 0.36\ \beta_1.\left(\frac{f'_c}{f_y}\right)b.d + A'_s.\left(\frac{f'_s}{f_y}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (16.7)$$

$$A_{smaxdoublypreferred} = 0.32\ \beta_1.\left(\frac{f'_c}{f_y}\right)b.d + A'_s.\left(\frac{f'_s}{f_y}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (17.7)$$

دلته: ($\rho_{maxsingly}$) او($\rho_{maxsinglypreferred}$) په (15.7) او(16.7) معادلو په واسطه پیداکېږي .

12-د (ϕ) د قیمت په کارولو سره د(ϕM_n) قیمت پیداکېږي او د هغې په واسطه لاندېنۍ پایلې په لاس راځي:

که ($\phi M_n \geq M_u$) وي ، نو په دې حالت کې د ګاډر مقطعه د قناعت وړ او خوندي ده.

که ($\phi M_n < M_u$) وي ، نو په دې حالت کې د ګاډر مقطعه نا کافی ده.

13-که د شپږم قدم فرض شوي ارقام ، د نهم قدم له مخې پاتې راغلل ، یانې داچې په فشاري سیخانو کې تشنجات ، د تسلیمېدنې تشنجاتو(yielding stresses) په پرتله لږ و . نو په دې

حالت کې د دوه ګونو سیخبندي شوي ګاډرلپاره تحلیل باید د عمومي تعادل معادلې پربنسټ سرته ورسېږي :

کشش (Tension) = فشار (Compression)

$$T = C$$

د کششي سیخانو قوه(Force in Tension steel) = په کانکرېټو کې قوه + په فشاري سیخان کې قوه

$C = 0.85f'_c. .a.b + A'_s.f'_s$

$T = A_s .f_y$

$$A_s .f_y = 0.85f'_c. (c\,\beta_1). b + A'_s. \left(\frac{0.003}{c}\right). (c - d'). E_s$$

$$(0.85\, f'_c.b.\, \beta_1).c^2 + (0.003\, A'_s.\, E_s - A_s .f_y).c - 0.003.d'.\, E_s = 0 \;\ldots.\; (18.7)$$

که ($E_s = 0.2\ x10^6$ MPa) په پام کې ونیول شي ، نو پورتنۍ معادله په لاندې ډول لیکلی شو :

$$(0.85\, f'_c.b.\, \beta_1).c^2 + (600\, A'_s - A_s .f_y).c - 600\, d' = 0 \;\ldots\ldots\ldots..\; (18.7')$$

د(7.7) معادله ، د دوه ګونو سیخبندي شوي ګاډرلپاره عمومي معادله ده . ددې معادلې څخه د غیرفعال محور یا فشاري بلاک ارتفاع (c) مجهول ددویمې درجې معادلې څخه ، د (c) قیمت د لاندیني فورمول په واسطه په لا راځي :

$$C = \frac{(A_s f_y + 0.003A'_s E_s) + \sqrt{(0.003A'_s E_s - A_s f_y)^2 + 4x0.85f'_c b\, \beta_1 x0.003A'_s d' E_s}}{(2x0.85f'_c b\beta_1)} =$$

$$= \frac{(A_s f_y + 0.003A'_s x\, 0.2x10^6) + \sqrt{(0.003A'_s x\, 0.2x10^6 - A_s f_y)^2 + 4x0.85f'_c b\, \beta_1 x0.003A'_s d' x\, 0.2x10^6}}{(1.7f'_c b\beta_1)}$$

$$C = \frac{(A_s f_y + 600A'_s) + \sqrt{(600A'_s - A_s f_y)^2 + 2{,}040f'_c b\, \beta_1 A'_s d'}}{(1.7f'_c b\beta_1)} \;\ldots\ldots\ldots..\; (19.7)$$

14-د (8.7) معادلې پر بنسټ د(c) د قیمت د پیدا کولو څخه وروسته ، مقطعه د ACI) (318 کود د غوښتنې له مخې تصدیقوو. نو د کششي فولادي سیخانو نسبتي اوږدېدنه د لومړی ګاډر(6.7 - شکل) د نسبتي اوږدېدنې د دیاګرام پر بنسټ او د کود د محدودیتونو د پرتله کولو په واسطه پیدا کېږي :

$$\varepsilon_t = \left(\frac{0.003}{c}\right). (d - c)$$

که $\varepsilon_t > 0.004$ او که $\varepsilon_t > 0.005$ وي نو لا ښه ده ، نو مقطعه درسته ده.

که $\varepsilon_t < 0.004$ وي ، نو مقطعه درسته نه ده.

15-که مقطعه د کود د محدودیتونو سره مطابقت ونه کړي ، نو نور پیچلي تحلیل ته اړتیا ده ،چې په دې درسي کتاب کې ترې یادونه نه ده شوي [10: 150-137] .

16-که مقطعه د کو د د محدودیتونو سره مطابقت وکړي ،نوکولی شو چې په فشاري سیخانو کې تشنجات پیدا کړو او د ګاډر د کوږوالي مومنټ ظرفیت د(1.7) او(4.7) معادلو په بیا لیکلو سره، په لاندې ډول پیدا کېږي :

$$f'_s = \left(\frac{0.003}{c}\right).\ (c - d')\ .\ E_s$$

$$M_n = M_{n1} + M_{n2} = 0.85f'_c.\ b.\ d.\ \beta_1.c\ (d - \beta_1.c/2) + A'_s.f'_s\ .\ (d - d')$$

17-د څوارلسم قدم په څېر د(ε_t) د قیمت له مخې د(ϕ) قیمت په لاندې ډول پیدا کېږي :

که($\varepsilon_t > 0.005$) وي نو ($\phi = 0.9$) او د ګاډر محاسبه او ډیزاین ډېر اغېزمن دی.

که ($0.004 \leq \varepsilon_t < 0.005$) وي ، نو($\phi = 0.48 + 83\ \varepsilon_t \leq 0.9$) قبلېږي.

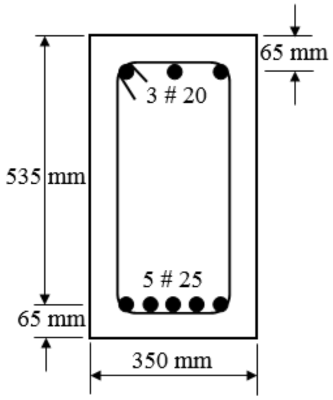
18-په اوولسم قدم کې د(ϕ) د پیدا شوي قیمت په واسطه د($\phi\ M_n$) قیمت پیدا کېږي او پایله یې په لاندې ډول لیکل کېږي :

که ($\phi\ M_n \geq M_u$) وي ، نو د ګاډر مقطعه د قناعت وړ ده او که ($\phi\ M_n < M_u$) نو دګاډر مقطعه د قناعت وړ نه ده.

د یادولو وړ ده چې د یو ګونو سیخبندي شویو ګاډرونو لپاره دوه ډوله د سیخبندي نسبتونه (ρ_{max}) او(ρ_{maxp}) په پام کې نیول کېږي .

کله چې ($\varepsilon_t = 0.004$) او($\phi = 0.48 + 83\ \varepsilon_t \leq 0.9$) نود ($\rho_{max}$) په پام کې نیول کېږي او کله چې ($\varepsilon_t = 0.005$) او($\phi = 0.9$) نود (ρ_{maxp}) په پام کې نیول کېږي. د (ACI 318) ډېره قوي سپارښتنه کوي ،چې په یوګونو او دوه ګونو اوسپنیزکانکرېټي ګاډرونو په محاسبه کې ، اعظمي تجویز شوي سیخبندي نسبت لپاره (ρ_{maxp}) کارېږي ، چې د ډېر اغېزمن ډیزاین ، محاسبې او د سیخانو د ډېر ښه مساحت د پیدا کولو لپاره ، لکه مخکې چې پرې بحث وشو ، کارېږي [129-131:14] .

1.7 - مثال: په لاندیني شکل کې د ښودل شوي ، دوه ګونو سیخبندي شوی ګاډر مقطعه کې د نومینالي کوږوالي (انحنایي) مومنټ ظرفیت (ϕM_n) پیدا کړئ ، که ($f'_c = 25$ MPa) او ($f_y = 420$ MPa) وي.



حل: په لومړي قدم کې د ګاډر مقطعه ارزوو ، چې د ګاډر مقطعه د یوګونې سیخبندي شوی مقطعې یا د دوه ګونو سیخبندي شوی مقطعې په څېر تحلیل شي . نو د دې تحلیل لپاره اړینه ده، چې د سیخبندي نسبت (ρ) محاسبه شي :

A_s = 5 # 25 bars = 2,453 mm^2, A'_s = 3# 20 = 942 mm^2, b = 350 mm,
d = 535 mm, $\beta_1 = 0.85$

$\rho = A_s/bd = 2{,}453/(350 \text{ x } 535) = 0.0131 < \rho_{max} = 0.0182$

$$\rho_{max} = 0.36\ \beta_1.\left(\frac{f'_c}{f_y}\right) = 0.36 \text{ x } 0.85 \text{ x}.\left(\frac{25}{420}\right) = 0.0182 > \rho = 0.0131$$

له دې څخه ښکارې چې فشاري سیخان په څرګنده توګه د ګاډر د کوږوالي مومنټ د ظرفیت په لوړېدنه کې کومه اغېزه نه لري. نو له دې امله د (1.7 - مثال) ګاډر د پرتله کېدنې موخې لپاره په دواړو ، لومړی په یوګونو او بیا په دوګونو سیخبندي شوي او سپنیز کانکرېټي حالتونو کې تحلیلوو.

د یوګونو سیخبندي شوې مقطعې په څېر تحلیل په لاندې ډول ترسره کېږي:

په پورته توګه د (ρ) د پیدا شوي قیمت له مخې د جدول څخه او هم د فورمول په واسطه په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$R_n = \frac{M_n}{\phi b d^2} = \rho.\ f_y.\ \left(1 - \frac{\rho f_y}{1.7 f'_c}\right)$$

$$R_n = 0.0131 \text{x } 420 \text{ x } \left(1 - \frac{0.0131 \text{ x } 420}{1.7 \text{ x } 25}\right) = 5.502 \text{ x } 0.871 = 4.8 \text{ MPa}$$

د(R_n = 4.8 MPa) قيمت پيدا كوو او هم لرو چې ($\rho < \rho_{max}$) دی ، نو (ϕ = 0.9) قبلېږي .

په پایله کې:

$$\phi M_n = 0.90 \times 4.8 \times 350 \times (535)^2 = 432{,}772{,}200 \text{ N. mm} = 432.80 \text{ KN. m}$$

د دوه ګونو سیخبندي شوې مقطعې په څېر تحلیل په لاندې ډول ترسره کېږي:

فرض کوو چې په ګاډر کې په نهایي یا تخریبي شرایطوکې د سیخانو فشاري تسلیمېدنې مقاومت ($f'_s = f_y$) وي. نو د دې فرضونې له مخې د (a) قیمت په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$a = \frac{(A_s - A'_s).f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(2{,}453 - 942)\text{x}420}{0.85\text{x } 25 \text{ x } 350} = 85 \text{ mm.}$$

$$c = a / \beta_1 = 85 / 0.85 = 100 \text{ mm.}$$

سر بېره پر دې د (1.7) معادلې پر بنسټ لیکلی شو چې:

$$f'_s = = \left(\frac{0.003}{c}\right). (c - d') . E_s = \left(\frac{0.003}{100}\right) \text{x } (100 - 65).\ 0.2 \text{ x } 10^6$$

$$f'_s = 210 \text{ MPa} < f_y = 420 \text{ MPa} \Rightarrow f'_s = f_y = 420 \text{ MPa}$$

له پورتنۍ محاسبې څخه څرګنده شوه چې چې فشاري سیخان لا تسلیمېدنې حالت ته نه دي رسیدلي ، نو د تعادل عمومي معادله په لاندې دول لیکو :

$$C = \frac{(A_s f_y + 600 A'_s) + \sqrt{(600 A'_s - A_s f_y)^2 + 2{,}040 f'_c b\ \beta_1 A'_s d'}}{(1.7 f'_c b \beta_1)} =$$

$$\frac{(2{,}453x420 + 600\text{x}942) + \sqrt{(600\text{x}942 - 2{,}453\text{x}420)^2 + 2{,}040\text{x}25\text{x}350\text{x}0.85\text{x}942\text{x}65}}{(1.7\text{x}25\text{x}350\text{x}0.85)}$$

$$= \frac{(1{,}030{,}260 + 565{,}200) + \sqrt{(565{,}200 - 1{,}030{,}260)^2 + 9.29\text{x}10^{11}}}{(12{,}643.75)} =$$

$$= \frac{(1{,}595460) + \sqrt{2.163\text{x}10^{11} + 9.29\text{x}10^{11}}}{(12{,}643.75)} = 179 \text{ mm}$$

اوس باید د دې په اړه پلټنه وکړو چې مقطعه د (ACI 319) کود د غوښتنو سره سم ده او که نه ده.

$$\varepsilon_t = \left(\frac{0.003}{c}\right) . (d - c) = \left(\frac{0.003}{179}\right) \text{x } (350 - 179) = 0.0029 < 0.005$$

له پورتنۍ محاسبې څخه څرګندہ شوہ چې مقطعه د (ACI 319) کود د غوښتنو په مطابق ده ، نو(0.9 = ϕ) قبلوو او د (1.7) او (4.7) معادلو په واسطه لاندیني قیمتونه پیداکوو:

$$f'_s = \left(\frac{0.003}{c}\right).\,(c - d')\,.\,E_s = \left(\frac{0.003}{179}\right).\ x\,(179 - 65)\ x\ 0.2\ x10^6$$

$f'_s = 382.123$ MPa

$M_n = M_{n1} + M_{n2}$

$M_{n1} = 0.85f'_c.\ b.\ \beta_1.c\ (d - \beta_1.c/2)$

$M_{n1} = 0.85\ x\ 25\ x\ 350\ x\ 0.85\ x\ 210\ x\ (535 - 0.85\ x\ 210/2)$

$M_{n1} = 591{,}774{,}914$ N. mm = 592.00 KN. m

$M_{n2} = A'_s.f'_s\ .\ (d - d') = 942\ x\ 382.123\ x\ (535 - 65)$

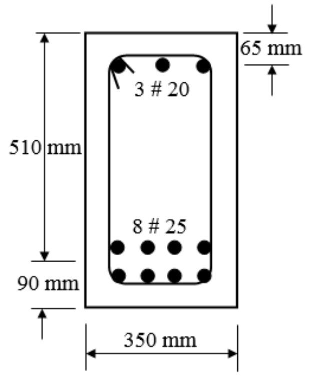
$M_{n2} = 169{,}181{,}137$ N. mm = 169.20 KN. m

$M_n = 592.00 + 169.20 = 761.2$ KN. m

$\phi\ M_n = 0.9\ x\ 776.40 = 698.76$ KN. m

د ګاډر لپاره پورتنیودووقیمتونو(ϕM_n = 432.80 KN. m) او(ϕM_n = 761.2 KN.m) چې د یوګونو سیخبندي شوی او دوه یوګونو سیخبندي شوو حالتونو څخه په لاس راغلل ، په دوګونو سیخبندي حالت کې د(ϕM_n) قیمت د یو ګونې سیخبندي حالت له قیمت څخه نژدې %(75) ډېر دی ، نو له همدې امله د ګاډر لپاره د یو ګونو سیخبندي شوې مقطعې په څېر تحلیل سرته رسېږي.

2.7 - مثال: په لاندیني شکل کې ښودل شوې ، دوه ګونو سیخـــبندي شوي ګاډر مقطعه کې د کم شوي نـــومینالي مومنټ ظـــــرفیت (ϕM_n) پیدا کړئ ، که (f'_c = 25 MPa) او (f_y = 420MPa) وي.



حل : په لومړي قدم کې دګاډر مقطعه ارزوو چې ،د ګاډر مقطعې تحلیل د دوه ګونو سیخبندي شوي مقطعې په څېر سرته رسېږي او که نه . نو د دې لپاره اړینه ده چې محاسبه(ρ) شي :

A_s = 8 #25 bars = 3,925 mm^2, A'_s = 3# 20 = 942 mm^2, b = 350 mm,
d = 510 mm, β_1 = 0.85
$\rho = A_s/bd$ = 3,925/(350 x 510) = 0.022

$$\rho_{max} = 0.36\ \beta_1. \left(\frac{f'_c}{f_y}\right) = 0.36 \times 0.85 \times. \left(\frac{25}{420}\right) = 0.0182$$

داچې (ρ = 0.022 > ρ_{max} = 0.0182) دی ، نو د ګاډر مقطعه باید دوګونو سیخبندي شوي حالت کې تحلیل شي.

فرض کوو چې په ګاډر کې د نهایي یا تخریبی شرایطو کې د سیخانو فشاري تسلیمېدنه ($f'_s = f_y$) وي. نو د دې فرضونې (a) د تصدیقولو لپاره اړینه ده، چې په محاسبه کې (3.7) معادله وکاروو:

$$a = \frac{(A_s - A'_s).f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(3{,}925 - 942) x420}{0.85x\ 25\ x\ 350} = 85\ mm.$$

$c = a / \beta_1$= 85 / 0.85 = 100 mm.

سر بېره پر دې د (1.7) معادلې پر بنسټ لیکلی شو چې:

$f'_s = = \left(\frac{0.003}{c}\right). (c - d') . E_s = \left(\frac{0.003}{100}\right) x (100 - 65). 0.2 x 10^6 = 210$ MPa

$f'_s = 210$ MPa $< f_y = 420$ MPa

$$C = \frac{(A_s f_y + 600A'_s) + \sqrt{(600A'_s - A_s f_y)^2 + 2{,}040 f'_c b\, \beta_1 A'_s d'}}{(1.7 f'_c b \beta_1)} =$$

$$\frac{(3{,}925x420+600x942)+\sqrt{(600x942 - 3{,}925x420)^2 + 2{,}040x25x350x0.85x942x65}}{(1.7x25x350x0.85)}$$

$$= \frac{(1{,}648{,}500+565{,}200)+\sqrt{(565{,}200 - 1{,}648{,}500)^2 + 9.093x10^{11}}}{(12{,}643.75)} =$$

$$= \frac{(2{,}213{,}700)+\sqrt{9.85x10^{11}+9.29x10^{11}}}{(12{,}643.75)} = 285 \text{ mm}$$

لومړی فرضېدنه سمه نه وه ځکه چې فشاري سيخان په تسليمېدنه يا نهايي حالت کې واقع کېږي . اوس بايد د دې په اړه پلټنه وکړو چې مقطعه د (ACI 319) کود د غوښتنو په مطابق ده او که نه.

$\varepsilon_t = \left(\frac{0.003}{c}\right) . (d - c) = \left(\frac{0.003}{285}\right) x (510 - 285) = 0.0024 > 0.005$

له پورتنی محاسبې څخه څرګندېږي ، چې مقطعه د (ACI 319) کود د غوښتنو په مطابق ده ، نوکمېدونکی ضريب په لاندې ډول پيداکوو:

$\phi = 0.48 + 83\varepsilon_t = 0.48 + 83 x 0.0024 = 0.68 < 0.85$

نو (ϕ = 0.85) قبلوو او د (1.7) او (4.7) معادلو په واسطه لاندیني قيمتونه پيداکوو:

$M_n = M_{n1} + M_{n2}$

$M_{n1} = 0.85 f'_c. b. \beta_1.c (d - \beta_1.c/2)$

$M_{n1} = 0.85 x 25 x 350 x 0.85 x 100 x (510 - 0.85 x 100/2)$

$M_{n1} = 295{,}547{,}656$ N. mm = 295.55 KN. m

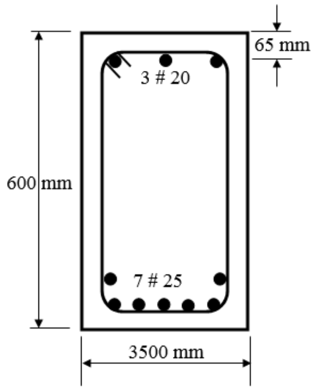
$M_{n2} = A'_s.f'_s . (d - d') = 942 x 210 x (510 - 90)$

$M_{n2} = 83{,}084{,}400$ N. mm = 83.08 KN. m

$M_n = 295.55 + 83.08 = 378.63$ KN. m

$\phi M_n = 0.85 x 378.63 = 321.84$ KN. M

3.7 - مثال: په لاندیني شکل کې ښودل شوې ، دوه ګوني سیخبندي شوي ګاډر مقطعه کې د (ϕM_n) ظرفیت پیدا کړئ ، که ($f'_c = 25MPa$) او ($f_y = 420$ MPa) وي.



حل : په لومړي قدم کې دګاډر مقطعه ارزوو چې ،د ګاډر مقطعې تحلیل د دوه ګونو سیخبندي شوي مقطعې په څېر سرته رسېږي او که نه . نو د دې لپاره اړینه ده چې محاسبه(ρ) شي :

$A_s = 7$ #25 bars = 3,434 mm^2, $A'_s = 3$# 20 = 942 mm^2, $b = 350$ mm,
$\beta_1 = 0.85$

فعاله ارتفاع په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$d = (d_{bL} \cdot n_{sbL} + d_{bU} \cdot n_{sbU}) / \Sigma(n_{sbL} + n_{sbU})$$
$$d = [(h - c_c - d_s - 1/2\ d_{bL})\ n_{sbL} + (h - c_c - d_s - 1/2\ d_{bU})\ n_{sbU}] / \Sigma(n_{sbL} + n_{sbU})$$

په پورتنیو فورمولونو کې:

d- فعاله ارتفاع ده.

h- د ګاډر د مقطعې بشپړه ارتفاع ده.

d_{bL} او d_{bU} - په ترتیب سره د لاندېنیو او پاسنیو سیخانو قطر دی.

n_{bL} او n_{bU} - په ترتیب سره د لاندېنیو او پاسنیو سیخانو شمېر دی.

C_c- خالصه محافظوي طبقه ده.

د لاندېنیو سیخانو فعاله ارتفاع مساوي کېږي په:

$$d_{bL} = 600 - 65 - 25/2 = 522.5 \text{ mm}$$

د پاسنیو سیخانو فعاله ارتفاع مساوي کېږي په:

$$d_{bU} = 600 - 65 - 25 - 25/2 = 497.5 \text{ mm}$$

$d = (522.5 \text{ x } 5 + 497.5 \text{ x } 2) / 7 = 515 \text{ mm}$

$d = [(600 - 65 - 10 – 25/2) \text{ x } 5 + (600 - 65 - 10 – 25 – 25/2) \text{ x } 2] / 7$

$d = (2,562.5 + 975) / 7 = 505 \text{ mm}$

$\rho = A_s/bd = 3,434/(350 \text{ x } 505) = 0.0194$

$$\rho_{max} = 0.36\ \beta_1.\left(\frac{f_c'}{f_y}\right) = 0.36 \text{ x } 0.85 \text{ x}. \left(\frac{25}{420}\right) = 0.0182$$

داچې ($\rho = 0.0194 > \rho_{max} = 0.0182$) دی ، نو د ګاډر مقطعه باید دوګونو سیخبندي شوي حالت کې تحلیل شي.

فرضوو چې په ګاډر کې د نهایي یا تخریبی شرایطو کې د سیخانو فشاري تسلیمېدنه ($f'_s = f_y$) وي. نو د دې فرضونې پر بنسټ د (a) قیمت دپیداکولو لپاره اړینه ده، چې په محاسبه کې (3.8) معادله وکاروو:

$$a = \frac{(A_s - A_s').f_y}{0.85f_c'b} = \frac{(3,434-942)\text{x}420}{0.85\text{x } 25 \text{ x } 350} = 141 \text{ mm.}$$

$c = a / \beta_1 = 141 / 0.85 = 166 \text{ mm.}$

سربېره پر دې د (1.7) معادلې پر بنسټ لیکلی شو چې:

$$f'_s = \left(\frac{0.003}{c}\right).\ (c – d')\ .\ E_s = \left(\frac{0.003}{166}\right)\text{x } (166 – 65).\ 0.2 \text{ x } 10^6$$

$f'_s = 365.06 \text{ MPa} < f_y = 420 \text{ MPa}$

د دې څخه پیداشوه چې فشاري سیخان لا تسلیمېدنې ته نه دی رسیدلی ، نو د تعادل عمومي معادله په لاندې ډول لیکو:

$$C = \frac{(A_sf_y+600A_s')+\sqrt{(600A_s' - A_sf_y)^2+2,040f_c'b\ \beta_1A_s'd'}}{(1.7f_c'b\beta_1)} =$$

$$\frac{(3,433\text{x}420+600\text{x}942)+\sqrt{(600\text{x}942 - 3,434\text{x}420)^2+2,040\text{x}25\text{x}350\text{x}0.85\text{x}942\text{x}65}}{(1.7\text{x}25\text{x}350\text{x}0.85)}$$

$$= \frac{(1,442,280+565,200)+\sqrt{(565,200 - 1,442,280)^2+9.093\text{x}10^{11}}}{(12,643.75)} =$$

$$= \frac{(2,007,480)+\sqrt{7.693\text{x}10^{11}+9.29\text{x}10^{11}}}{(12,643.75)} = 260 \text{ mm}$$

لومړی فرضېدنه درسته وه او فشاري سیخان په تسلیمېدنه یا نهایي حالت کې واقع کېږي. اوس باید د دې په اړه پلټنه وکړو چې مقطعه د (ACI 319) کود د غوښتنو په مطابق ده او که نه.

$$\varepsilon_t = \left(\frac{0.003}{c}\right) . (d - c) = \left(\frac{0.003}{260}\right) \text{ x } (505 - 260) = 0.0028 < 0.005$$

له پورتنۍ محاسبې څخه څرګنده شوه چې مقطعه د (ACI 319) کود د غوښتنو سره سمې دي ، نوکمېدونکی ضریب ($\phi = 0.85$) قبلوو او د (1.7) او (4.7) معادلو په واسطه لاندیني قیمتونه پیداکوو:

M_{n1}= 0.85 $f'_c.b.\beta_1.c\ (d - \beta_1.c/2)$

M_{n1}= 0.85 x 25 x 350 x 0.85 x 260 x (505 – 0.85 x 260/2)

M_{n1}= 648,434,718 N. mm = 648.43 KN. m

M_{n2}= $A'_s.f'_s$. (d - d') = 942 x 365.06 x (505 – 65)

M_{n2}= 151,310,069 N. mm = 151.31 KN. m

M_n = 648.43 + 151.31 = 799.74 KN. m

$\phi\ M_n$ = 0.85 x 799.74 = 719.766 KN. m

یادونه: ځېني محاسبه کوونکي یا ډیزاینران د کانکرېټو د ځکېدنې (Creep) او تجربې له مخې د دوګونو سیخبندي شوو او سپنیز کانکرېټي ګاډر د تحلیل لپاره په فشاري سیخا نو کې تشنجات (f_y) پرته له دې چې د نسبتي اوږدېدنې ویشنې ته پاملرنه وکړي په مناسب او وړ ډول ، فرضوي.

5.7 - د دوه ګونو سیخبندي شوو او سپنیزو کانکریټي ګاډرونو محاسبه
(Design of Doubly Reinforced Concrete Beams)

د دوه ګونو سیخبندي شوو ګاډرو نو د محاسبې او ډیزاین لپاره لومړنېو ارقاموکې د ګاډر د مقطعې ابعاد (عرض b او فعاله ارتفاع d) او همدارنګه محاسبوې کوږوالي (انحنایي) مومنټ شامل دي. په عمومي ډول د موادو(د کانکریټو فشاري مقاومت f'_c او د سیخانو مقاومت f_y) ټاکنه او انتخاب د محاسبه کوونکی انجنیر په واسطه د خپلې پوهی او په بازار کې د پیدا کېدنې له مخې سرته رسېږي . دا ټاکنه او انتخاب په محاسبه کې مناسبې کارېدنې پر بنسټ، د محاسبې د عملیې پر مهال څرګند یږي. د دوه ګونو سیخبندي شوي او سپنیز کانکریټي ګاډر د محاسبې لومړی بنسټیز قدم ، د ګاډر د مقطعې په یو ګونو سیخبندي حالت کې د نهایي کوږوالي (انحنایي) مومنټ په وړاندې د مقاومت څرګندونه ده ، چې مقطعه کولی شي په دې حالت کې نهایي کوږوالي (انحنایي) مومنټ په وړاندې مقاومت وښیي. د ګاډر د مقطعې د ارتفاع (h) له مخې د فعاله ارتفاع (d) لکه د تېر په څېر په لاندې ډول پیدا کېږي [61-64:15]:

که د ګاډر په مقطعې کې یوه لایه یا یو قطار سیخان په پام کې نیول کېږي ، نو په هغه حالت کې فعاله ارتفاع مساوي کېږي په:

$$d = h - (63 - 75)\ \text{mm}$$

که د ګاډر په مقطعې کې دوه لاییې یا دوه قطاره سیخان په پام کې نیول کېږي ، نو په هغه حالت کې فعاله ارتفاع مساوي کېږي په:

$$d = h - (100 - 125)\ \text{mm}$$

په محاسبو کې د فعالې ارتفاع د پیدا کېدنې لپاره د سیخانو یو یا دوه قطارونه مخکې له مخکې اټکلېږي. د سیخانو د ټاکلو او غوراوي څخه وروسته د (d, b) او(f'_c، f_y) د قیمتونو په شتون کې محاسبه ، دوړاندیز شوې یوګونو سیخبندي شوي ګاډر مقطعې لپاره اعظمي کوږوالي (انحنایي) مومنټ ظرفیت پیدا کېږي. د محاسبې د سرته رسېدنې لپاره اړینه ده، چې د یوګونو سیخبندي شوي ګاډر مقطعې لپاره اعظمي اغېزمنه سیخبندي نسبت یا (ρ_{maxp}) کارېږي. د (ρ_{maxp}) پربنسټ د جدولونو څخه د (R_{nmaxp}) قیمت

پيداکېږي. د محاسبه شوې يوګونو سيخبندي شوې ګاډر مقطعې لپاره داعظمي نومينالي کوږوالي (انحنايي) مومنټ په لاندې ډول پيداکېږي:

$$\phi M_n = 0.9R_{nmax}. b.d^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (19.7)$$

دلته:

(R_{nmax}) د (f'_c), (ρ_{maxp}) او (f_y) پر بنسټ د جدولونو څخه اويا هم د فورمول په واسطه پيداکېږي ، (b) او (d) د ګاډر دمقطعې عرض او فعاله ارتفاع ده[324-328:11].

که چېرې ($M_u < \phi M_{nmaxpsingly}$) شي نو ګاډر د يوګونو سيخبندي شوي ګاډر په څېر محاسبه کېږي ، لکه په څلورم فصل کې چې په تفصيل سره ترې يادونه وشوه . خو که چېرې ($M_u > \phi M_{nmaxpsingly}$) شي ، نو اړينه ده چې دګاډر مقطعه د دوه ګونو سيخبندي شوی ګاډر په څېر محاسبه شي لکه چې مو په (4.7) برخه کې ترې د تحليل په اړه بشپړه څرګندونه وشوه . مخکې د لومړی ګاډر او ورپسې د دويم ګاډر د محاسبې عمليه سرته رسېږي . د لومړی ګاډر په ترکيب کې اعظمي سيخبندي نسبت (ρ_{maxp}) د يو ګونو سيخبندي شوي ګاډرلپاره په پام کې نېولو کېږي . لومړی ګاډر د کانکرېټو او د کششي سيخانو د يوي برخی څخه ترکيب مومي . کله چې په لومړی ګاډر کې د کششي سيخانو مساحت ډېرېږي ، نو د کانکرېټو ساحه د ډېرېدونکې فشار لپاره کارېږي ، چې په اړه يې مخکې بشپړه څرګندونه وشوه . په لومړی ګاډر کې د (ACI 318)کود په واسطه د تجويز شوو سيخانو اعظمي مساحت لپاره د کانکرېټو اعظمي کارېدونکې مساحت او په لاس راغلې پايلو کې د لومړی ګاډر څخه به بهتره وي[264-273:4].

داځکه چې:

$$A_{S1} = \rho_{maxp}. b.d \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (20.7)$$

دلته:

ρ_{maxp} - د يو ګونې سيخبندي شوي ګاډر دغوره شوې اعظمي سيخبندی نسبت دی ، چې دجدولونو څخه او يا هم د فورمول په واسطه د (f'_c) او (f_y) قيمتونو له مخې پيداکېږي .

د لومړۍ ګاډر د سیـخانو د سیخبندي د نسبت ټاکـنې او غــوراوي ســره سم ، د(ACI 318) کــود په واسطه د یو ګونو سیخبندي شوي ګاډرونو لپاره د غوره سیخبندي نسبت په څېر ،(0.9 = ϕ) قبلوو. د لومړي ګاډر لپاره د کوږوالي مومنټ ظرفیت په لاندې ډول پیدا کېږي :

$$M_{n1} = R_{nmax} \cdot b.d^2$$

دویم ګاډر پرته له کانکرېټو د سیخانو څخه په پام کې نیول کېږي. د دویم ګاډر مخکې د فشاري سیخانو مساحت (A'_s) او د کششي سیخانو پاتې مساحت (A_{s2}) پیدا کېږي . لومړی باید د پاتې شوي کوږوالي (انحنایي) مومنټ (M_{n2}) پیدا کېدنه اړینه ده، چې دویم ګاډر د هغې په وړاندې مقاومت کوي ، چې په لاندې ډول پیدا شي :

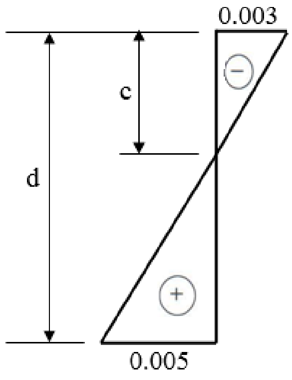
$$M_{n2} = M_{n2} = \left(\frac{M_u}{\phi}\right) - M_{n1} = M_{n2} = \left(\frac{M_u}{0.9}\right) - M_{n1}$$

د پاتې شویو سیخانو مساحت کولی شو د لاندیني معادلې په واسطه پیدا کړو :

$$A_{s2} = \frac{M_{n2}}{f_y(d-d')} = \frac{\left(\frac{M_u}{0.9}\right) - Mn1}{f_y(d-d')} == \frac{\left(\frac{M_u}{0.9}\right) - R_{nmax}.b.d^2}{f_y(d-d')} \ldots\ldots (21.7)$$

مخکې د(A'_s) قیمت د پیداکولو څخه ،اړینه ده چې په فشاري سیخانو کې تشنجات باید محاسبه شي . کله چې ($A_{s1} = A_{smaxpsingly}$) شي ، نو په کششي سیخانو کې د نسبتي اوږدېدنې نهایي شرایط (0.005) وي ، په همدې په کانکرېټو کې نسبتي اوږدېدنه (0.003) وي ، نو د فشاري ساحې ارتفاع په لاندې ډول پیدا کېږي :

$$C = \left(\frac{3}{8}\right)d \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (22.7)$$



په فشاري سيخانو کې تشنجات کولی شو د (1.7) معادلې په واسطه پيداکېږي ،
چې د هغې د لاسته راوړنې په پابله کې د (A'_s) قيمت پيدا کېږي :

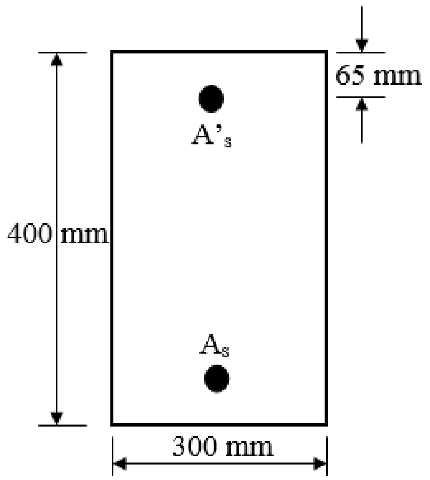
$$A_{s2} = \frac{M_{n2}}{f_s(d-d')}$$

د دوه ګونو سيخبندي شوي ګاډر لپاره د سيخانو مساحت مالوم شو ، چې بشپړه
معادله يې ، دواړو ګاډرونو د مجموعي مساحتونو څخه په لاندې ډول په لاس راځي:

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = \rho_{maxp}\ .b.d + \frac{M_{n2}}{f_y(d-d')}$$

له دې څخه وروسته د ګاډر مقطعه کولی شو تحليل کړو ، تر څو محاسبه او ډيزاين په
ډېره ښه او اغېزمنه توګه سرته ورسېږي [67-71:16].

4.7 - مثال: په لاندیني شکل کې ښودل شوې مقطعې لرونکې او سپنیزکانکرېټي ګاډر محاسبه کړئ ، چې د هغې له پاسه (M_u = 320 KN. m) محاسبوي اعظمي کوږوالي (انحنايي) مومنټ عمل کړي وي ،همداراز(f'_c = 30 MPa) او(f_y = 420 MPa) وي.



حل: په لومړي قدم کې دا ارزو چې دا ګاډر په يو ګونو سيخبندي شوي حالت کې کولی چې (M_u) کوږوالي مومنټ وزغمي .

$$\phi\, M_n = 0.9R_{nmax}.\ b.d^2$$

په پورتني فورمول کې فعاله ارتفاع د دوه قطاره سيخانو لپاره په پام کې نيسو چې مساوي کېږي په:

$$d = h - 100\text{ mm} = 400 - 100 = 300\text{ mm}$$

بيا د جدول څخه او يا د فورمول په واسطه د (R_{nmax}) قيمت په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$\rho_{max} = 0.36\ \beta_1.\left(\frac{f'_c}{f_y}\right) = 0.36 \text{ x } 0.85 \text{ x. } \left(\frac{30}{420}\right) = 0.0219$$

$$R_{nmax} = \rho_{max}.\ f_y.\left(1 - \frac{\rho_{max} f_y}{1.7 f'_c}\right) = 0.0219 \text{ x } 420 \text{ x } \left(1 - \frac{0.0219\ x\ 420}{1.7\text{x } 30}\right) = 7.539\text{ MPa}$$

$$\phi\, M_n = 0.9 \text{ x } 7.539 \text{ x } 300 \text{ x } (300)^2 = 183{,}197{,}700\text{ N. mm} = 183.20\text{ KN. m}$$

څرنګه چې (ϕM_n = 183.20 KN. m < M_u = 320 KN. m) دی ، نو د ګاډر مقطعه په دغو ابعادو نه شي کولی په يو ګونو سيخبندي شوي حالت کې عامل بار برداشت کړي.

نو اړينه ده چې پاتې شوي کوږوالي مومنټ په لاندې ډول پيدا کړو :

$$M_{n2} = \left(\frac{M_u}{\phi}\right) - M_{n1} = 320/0.9 - 183.20 = 172.36\text{ KN. m}$$

اوس د (A_s) او (A'_s) قیمتونه په لاندې ډول په لاس راوړو :

$$A_s = \rho_{maxp}\,.b.d + \frac{M_{n2}}{f_y(d-d')} = 0.0194 \text{ x } 300 \text{ x } 300 + \frac{172.36\,x\,10^6}{420x(300-65)}$$

$$A_s = 1{,}749 + 1{,}746 = 3{,}495 \text{ mm}^2$$

دلته (ρ_{maxp}) د جدول څخه او یاد لاندیني فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$$\rho_{max} = 0.32\ \beta_1.\left(\frac{f'_c}{f_y}\right) = 0.32 \text{ x } 0.85 \text{ x. } \left(\frac{30}{420}\right) = 0.0194$$

$$A'_s = \frac{M_{n2}}{f_s(d-d')}$$

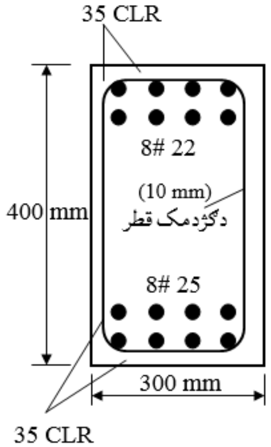
$$f'_s = \left(\frac{0.003}{c}\right).\ (c - d')\ .\ E_s \le f_y$$

$$c = \left(\frac{3}{8}\right)d = \left(\frac{3}{8}\right) \text{ x } 300 = 113 \text{ mm}$$

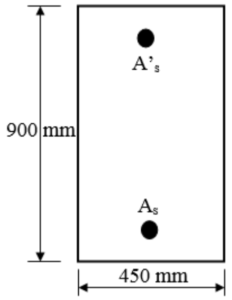
$$f'_s = \left(\frac{0.003}{113}\right) \text{x } (113 - 65) \text{ x } 0.2 \text{ x } 10^6 = 255 \text{ MPa}$$

$$A'_s = \frac{172.36\,x\,10^6}{255x(300-65)} = 2{,}876 \text{ mm}^2$$

په لاس راغلو سیخانو مساحت له مخې په کششي ساحه کې (8 #25) سیخان مساحت یې (A_s = 3,925 mm^2 > 3,495 mm^2)کېږي او همداراز په فشاري ساحه کې (8#22) سیخان مساحت یې (A'_s = 3,095 mm^2 > 2,876 mm^2)کېږي ، د ګاډر په مقطعې کې ځای په ځای کوو .



5.7 - مثال: په لاندیني شکل کې ښودل شوې مقطعې له مخې یو اوسپنیز کانکریټي ګاډر محاسبه کړئ، چې د هغې له پاسه ($M_u = 2,200$ KN. m) محاسبوي اعظمي کوږوالي (انحنايي) مومنټ عمل کړي وي، ($f'_c = 30$ MPa) او ($f_y = 420$ MPa) وي.



حل: په لومړي قدم کې دا ارزو چې دا ګاډر په یو ګونو سیخبندي شوي حالت کې کولی چې (M_u) کوږوالي مومنټ وزغمي. $\phi M_n = 0.9R_{nmax}. b.d^2$

په پورتني فورمول کې فعاله ارتفاع د دوه قطاره سیخانو لپاره په پام کې نیسو چې مساوي کېږي په: $d = h – 100 \text{ mm} = 900 – 100 = 800 \text{ mm}$

بیا د جدول څخه او یا د فورمول په واسطه د (R_{nmax}) قیمت په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$\rho_{max} = 0.36\ \beta_1. \left(\frac{f'_c}{f_y}\right) = 0.36 \text{ x } 0.85 \text{ x. } \left(\frac{30}{420}\right) = 0.0219$$

$$R_{nmax} = \rho_{max}.\ f_y. \left(1 - \frac{\rho_{max} f_y}{1.7 f'_c}\right) = 0.0219 \text{ x } 420 \text{ x } \left(1 - \frac{0.0219\ x\ 420}{1.7 \text{x } 30}\right) = 7.539 \text{ MPa}$$

$$\phi M_n = 0.9 \text{ x } 7.539 \text{ x } 450 \text{ x } (800)^2 = 1,954,108,800 \text{ N. mm} = 1,954.11 \text{ KN. m}$$

څرنګه چې ($\phi M_n = 1,954.11$ KN. m < $M_u = 2,200$ KN. m) دی، نو د ګاډر مقطعه په دغو ابعادو نه شي کولی په یو ګونو سیخبندي شوي حالت کې عامل بار برداشت کړي.

نو اړینه ده چې پاتې شوي کوږوالي مومنټ په لاندې ډول پیدا کړو

$$M_{n2} = \left(\frac{M_u}{\phi}\right) - M_{n1} = 2,200 / 0.9 - 1,954.11 = 490.33 \text{ KN. m}$$

اوس د (A_s) او (A'_s) قیمتونه په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$A_s = \rho_{maxp}\ .b.d + \frac{M_{n2}}{f_y(d - d')} = 0.0194 \text{ x } 450 \text{ x } 800 + \frac{490.33\ x\ 10^6}{420 \text{x}(800 - 65)}$$

$$A_s = 6,984 + 1,588 = 8,572 \text{ mm}^2$$

دلته (ρ_{maxp}) د جدول څخه او یاد لاندیني فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$$\rho_{max} = 0.32\beta_1 . \left(\frac{f'_c}{f_y}\right) = 0.32 \text{ x } 0.85 \text{ x. } \left(\frac{30}{420}\right) = 0.0194$$

$$A'_s = \frac{M_{n2}}{f_s(d-d')} \text{ ; } f'_s = \left(\frac{0.003}{c}\right) . (c - d') . E_s \leq f_y$$

$$c = \left(\frac{3}{8}\right)d = \left(\frac{3}{8}\right) \text{ x } 800 = 300 \text{ mm}$$

$$f'_s = \left(\frac{0.003}{300}\right) \text{x } (300 - 65) \text{ x } 0.2 \text{ x } 10^6 = 470 \text{ MPa} > f_y = 420 \text{ MPa}$$

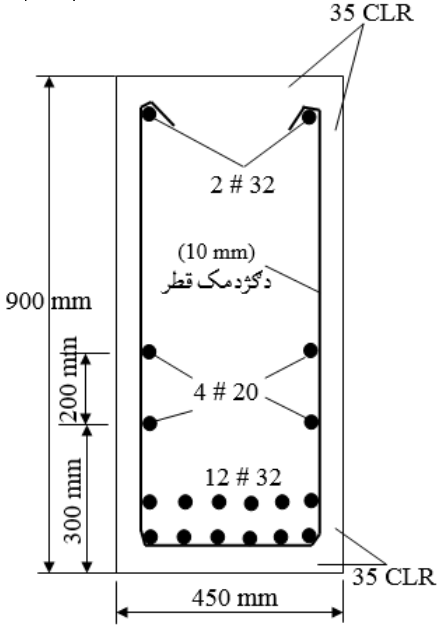
$$f'_s = f_y = 420 \text{ MPa; } A'_s = \frac{490.33 \ x\ 10^6}{420\text{x}(800-65)} = 1{,}588 \text{ mm}^2$$

په لاس راغلو سیخانو مساحت له مخې په کششي ساحه کې (32# 12) سیخان مساحت یې (A_s = 9,636 mm^2 > 8,575 mm^2)کېږي او همداراز په فشاري ساحه کې (32#2) سیخان مساحت یې (A'_s = 1,588 mm^2 > 1,606 mm^2)کېږي ، د ګاډر په مقطعې کې ځای په ځای کوو .

په مقطعې کې د ځای په ځای کېدونکو سیخانو ترمنځ فاصله باید د سیخ د قطر او یا د ډکوونکو د لویو دانو قطر د (4/3) برخې څخه لږه نه شي ، چې دا اندازه په لاندې ډول پیدا کوو:

$$(b - 2C_c - 2d_s - 6d_b)/5 = (450 - 2 \text{ x } 35 - 2 \text{ x } 10 - 6 \text{ x } 32)/5 = 33.6 \text{ mm}$$

په مقطعې کې د سیخانو ترمنځ په لاس راغلې فاصله د (d_b = 32 mm) او همداراز د کانکرېټو د ډکوونکو د لوی دانې قطر که (25 mm) په پام کې ونیسو نو = 25 x 4/3) 33.33 mm) څخه ډېره ده ، نو کولی شو چې په لاس راغلي سیخان د ګاډر په مقطعې کې په لاندې ډول ځای په ځای کړو :



لنډيز

د ساختمانونو او ودانيود پوښښ سيستمونوپه جوړښت کې ګاډر هغه مهم او اړين عنصر دی ، چې پرته له دې عنصر څخه ډېر لږ جوړېږي . کله کله داسې پېښېږي ، چې دګاډرونو مقطعې د ابعاد د محدوديت له امله پەفشاري ساحه کې يوازې کانکرېټ نه شي کولی ، چې د بار له اغېزې نوميناالي مومنټ (M_n) داعظمي نوميناالي مومنټ (M_{nmax}) څخه ډېرېږي او کانکرېټ ، پر مقطعه دعامل کوږوالي مومنټ پر وړاندې د مقاومت لپاره لازمي فشاري قوی دتأمينولو توان ونه لري نو دې ته اړتيا وي ، چې د فشاري ساحه د مقاومت د لوړولو لپاره بايد چې فولادي سيخان ځای په ځای شي . د ګادرونو هغه مقطعې چې د هغې په کششي او فشاري ساحو کې فولادي سيخان د کششي او فشاري تشنجاتو د زغم لپاره ځای په ځای کېږي ، د دوه ګونو سيخبندي شويو مقطعو په نوم يادېږي.

د يادولو وړ ده چې د مقطعې په فشاري ناحيه يا ساحه کې د فولادي سيخانو کارېدنه، نه يوازې د فشاري مقاومت د لوړولو لپاره ، بلکې دا فولادي سيخان د نورو دليلونو له مخې هم کارول کېږي ، چې د شکل بدلونو په برخه کې به پرې بشپړه رڼا واچول شي. چې د مقطعې په فشاري ساحه کې د فولادي سيخانو شتون ، د انحنايي اجزاو د اوږدې مودې شکل بدلونونه راکموي. د بلې خوا د ګڼډمکونو د نښلېدنې ، د مومنټ د لوري په عوض کېدنه کې د مقطعې د کوږوالي په وړاندې مقاومت او د شکل منښې ډېرېدنه نور لاملونه دي چې د فولادي سيخانو په شتون کې په مقطعې کې واقع کېږي.

د دې ډول مقطعو محاسبه او تحليل د بارونو له اغېزې د هغه کوږوالي مومنټ له مخې ترسره کېږي ، چې په يوګونو سيخبندي شويو مقطعو د اعظمي نوميناالي څخه قيمت لوړ وي ، خو د محاسبې او تحليل بنسټ هماغه دي ،چې په مقطعې باندې دبار له اغېزې عامل نهايي يا اعظمي کوږوالي مومنټ بايد د نوميناالي کوږوالي مومنټ او د کمېدونکي ضريب د ضرب حاصل څخه کو چنی يا ومساوي وي ($\phi M_n \geq M_u$) او محاسبه ترهغه په پرله پسې توګه تکرارېږي ، ترڅو د (ACI 318) کود پورتنۍ غوښتنه ترلاسه شي.

پــــــوښـــتنـــې

1- په دوه ګونو سيخبندي شوو او سپنيز کانکرېټي ګاډرونو کې ولې په فشاري سيخانو کې تشنجات تر په ډېر احتمال سره د (f_y) سره مساوي وي ؟

2- په هغه او سپنيز کانکرېټي ګاډرونو کې چې ارتفاع يې محدوده شوې وي ، د کوږوالي يا انحنايي مومنټ د ظرفيت د لوړولو لپاره کومې طريقې کارېږي ؟

په لاندينې جدول کې د دوه ګونو سيخبندي شوو ګاډرونو دورکړل شويو ارقامو له مخې د کوږوالي مومنټ د تحليل لپاره د (ϕM_n) قيمت په لاس راوړئ ؟

f_y (MPa)	f'_c (MPa)	A'_s (mm^2)	A_s (mm^2)	d' (mm)	d (mm)	b (mm)	پوښتنې
420	20	2 # 18	5 # 20	65	425	350	4
420	25	2 # 20	6 # 25	65	525	400	5
420	30	4 # 20	6 # 28	65	525	375	6
420	20	4 #28	12 # 28	65	775	450	7
420	25	4 #28	14 # 28	75	875	600	8
420	30	3 #30	8 # 30	75	525	500	9
420	20	6 # 30	14 # 28	75	650	450	10
420	25	18 # 30	18 # 28	100	1,075	625	11
420	30	8 #30	12 # 30	75	750	500	12
420	25	10 # 32	12 # 35	75	1,375	625	13

په لاندیني جدول کې د دوه ګونو سیخبندي شویو ګاډرونه دورکړل شویو ارقامو له مخې محاسبه اود کوږوالي مومنټ د تحلیل لپاره د (ϕM_n) قیمت په لاس راوړئ ؟

M_u (KN. m)	f_y (MPa)	f'_c (MPa)	h (mm)	b (mm)	پوښتنې
170	420	20	450	300	14
350	420	25	500	350	15
238	420	30	375	375	16
308	420	20	450	400	17
2,100	420	25	900	400	18
1,120	420	30	600	450	19
980	420	20	500	500	20
1,400	420	25	600	500	21
3,500	420	30	900	600	22
11,200	420	25	1,500	600	23

ماخــــذونه

1- جمال درانی ، لوګر. (2003)م. رهنمای انجنیران ساختمان و مهندسین. پاکستان: پبلک آرت پریس پشاور. ص ص (593-595).

2- حقیار، قسیم محمد، محمد اکبر ستاری. (1380)ش. د کانکريټي ودانيو ډيزاين. هرات: م م (32-36).

3- طاحونی ،شاپور. (1393)ش. طراحی ساختمان های بتن مسلح. چاپ دوم. تهران: انتشارات علم و ادب. ص ص (139-144).

4- عالمي ،جان اقا. (1386)ش. د اوسپنيزو کانکريټي ساختمانونو ډيزاين. کابل: مستقبل خپرندویه ټولنه. م م (264-267).

5- فدا ،سهراب. (1390)ش. مبانی سنجش ساختمان های آهنکانکريتی. کابل: انتشارات سعید. ص ص (69-75).

6- کی نیا ،امیرمسعود. (1389) ش. آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه. اصفهان: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان مرکز انتشارات. ص ص (146-148).

7- مستوفی نژاد، داود. (1383) ش. سازه های بتن آرمه جلد اول. اصفهان: انتشارات ارکان. ص ص (205-214).

8 -ACI Committee 318. (2014). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2014) and commentary on Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318R-2014), American Concrete Institute Farmington Hills, MI48331. Pp (136-140).

9 -ACI Committee 318. (2008). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2008) and commentary, American Concrete Institute Farmington Hills, MI. Pp (134-137).

10 -Bayasi, M.Z. (2010). Introduction to Reinforced Concrete Design. Montezuma Publishing Aztec Shops Ltd. San Diego State University. San Diego, California 92182-1701. Pp (131-150).

11 -Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI). Design Hand Book. (2008). Tenth Edition. Printed in the United State of America. Pp(324-328).

12 -International Building Code. (2011). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. Pp (227-240)

13 -MacCormac, Jack, C. and Russel, Brown, H. (2014). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (132-135).

14 -MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (129-131).

15 -MacGinley, T. J. and B. S. Choo. (2003). Reinforced Design Theory and Examples, Second Edition, London. Pp (61-64).

16 -Mosly Bill, John Bungy and Ray Hulse. (2007). Reinforced Concrete Design to Euro code 2, sixth edition. Published by Palgrave Macmillan, Hound mills, Biasing stock, Hampshire RG21 6x5 and 175 Fifth Avenue, New York, N.Y.10010. Pp(67-71).

17 -Nilson, H., David, Darwin and Charles, Dolan. W. (2010). Design of Concrete Structures. Fourteenth Edition. McGran-Hill, a business unit of The McGran-Hill companies Inc., 1221 Avenue of the America, New York. Pp(99-106).

18 -Raju, N. Krishna and Pranesh, R. N. (2006). Reinforced Concrete Design. New Age International (P) Limited, publishers,4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 10002. Pp (109-113).

19 -Ramamrutham, S. (2006). Design of Reinforced Concrete Structures. Sixteen Editions. New Delhi – India. Pp (177-180).

20 -Wight, K. James and MacGregor. (2009). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Fifth Edition. Pearson Education prentice Hall Inc.Upper Saddle River New Jersey 07458. Pp(227-230).

اتـــم فـصـل
د اوسپنيز کانکرېټي ګاډرونو د پرېکېدنې خواص ، تحليل او محاسبه
(Shear Behavior, Analysis and Design of Reinforced Concrete Beams)

1.8 - پـــېژنــدنـــه (Introduction)

ټول کږېدونکې يا انحنايي اجزاء او په ځانګړې توګه ګاډرونه سربېره پر کوږوالي (Bending) د پرېکېدنې (Shear) د اغېزې لاندې هم راځي . د ګاډر په هره برخه کې چې د کوږوالي له امله بدلون رامنځته کېږي ، هماغلته د پرېکېدنې يا عرضاني قوو له امله بدلون هم رامنځته کېږي.

په څلورم فصل کې د ګاډرونو انحنايي خواص او د کوږېدنې په وړاندې د مقاومت په هکله بشپړه څرګندونه وشوه . په همدې توګه ګاډرونه بايد د بل ډول ويجاړېدنې په وړاندې هم ډاډمنه وړتيا ولري ، چې ممکن د کوږوالي د ويجاړېدنې څخه ډېره خطرناکه وي. نو د دې لپاره چې ګاډر له دغه ډول ويجاړېدنې سره مخ نه شي ، اړينه ده چې په بشپړه توګه ورته پاملرنه وشي.

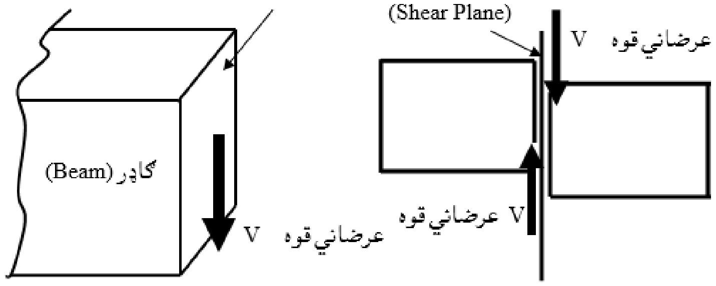
د اوسپنيز کانکرېټو د پرېکېدنې (د عرضاني قوو) له امله ويجاړېدنه ، په ډېر احتمال سره د قطري کششي ويجاړېدنې په نوم يادېږي [120,121:17].

په ګاډرونو کې د مقطعې لـومـړنۍ طرحه او محاسبه د کوږوالي پرېنسټ سرته رسېږي. د ګاډرد مقطعې د ابعادو د ټاکنې او د کوږوالي په وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره د فولادي سيخانو د ځای په ځای کېدنې څخه وروسته ، د پرېکېدنې يا عرضاني قوو په وړاندې د مقاوم کېدنې له پلوه هم ارزول کېږي او د اړتيا پر مهال وړ فولادي سيخان ورته په پام کې نيول کېږي [7 :305,306].

2.8- په متجانسو ارتجاعي ګاډرونو کې قطري کشش

(Diagonal Tension in Homogeneous Elastic Beams)

عرضاني یا پرېکېدنې قوې د ګاډرونو د عرضاني مقطعې سره مماسي واقع کېږي. د عرضاني قوو له کبله د شکل بدلون یا ویجاړېدنه او تخریب کېدی شي ، د ګاډر د مجاورو مقطعو په اوږدو کې، یو له بل څخه جدا کېدنه د مماسي سطحې په څېر تصور شي. په یوه ګاډر کې عرضاني یا غوڅېدونکي قوې په (1.8 - شکل) کې ښودل شوې دي [10: 153].



د ګاډر په مقطعه عرضانی قوی   د عرضانی قوو د شکل بدلون له امله ویجاړېدنه

1.8 - شکل: په ګاډرونو د پرېکېدنې یا عرضاني قوو اغېزه [10: 153].

د ګاډر په مقطعه باندې د عرضي قوې (V) اغېزه یو ډول نه وي. په مقطعه کې د پرېکېدنې د شکل بدلون عرضاني تشنجات د ګاډر د مقطعې د موقیعیت سره سم بدلون مومي. د ګاډرونو لپاره د جامداتو میخانیک د برنولی معادلې پر بنسټ ، په ګاډر کې د عرضاني تشنجات ، چې ګاډر د هغې د عرضاني قوو څخه اغېزمن کېږي ،د لاندېنۍ معادلې په واسطه پیدا کېږي:

$$f_v = \frac{VQ}{Ib} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1.8)$$

همدارا ز د کوږوالي یا انحناء له اغېزې د کوږوالي یا انحنایي تشنجاتو د لاندینی فومول په واسطه پیدا کېږي:

$$f_m = \frac{My}{I} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.8)$$

په پورتنیو فورمولونو کې:

f_v - په مقطعې کې د عرضاني قوو عرضاني قوو له امله تشنجات دي.

f_m - په مقطعې کې د کوږوالي یا انحنایي مومنټ له امله تشنجات دي.

V - د مقطعې عرضاني تشنجات دي.

Q – په (2.8- شکل) له مخې د (P) په نقطه کې د (A) ساحی لومړنې مومنټ د ی ،چې د افقي لیکي په واسطه نښتې دی او په عرضاني قوې عمودد ی ، چې د لاندینی فورمول په واسطه پیدا کیږي:

$$Q = A.\ \bar{Y} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.8)$$

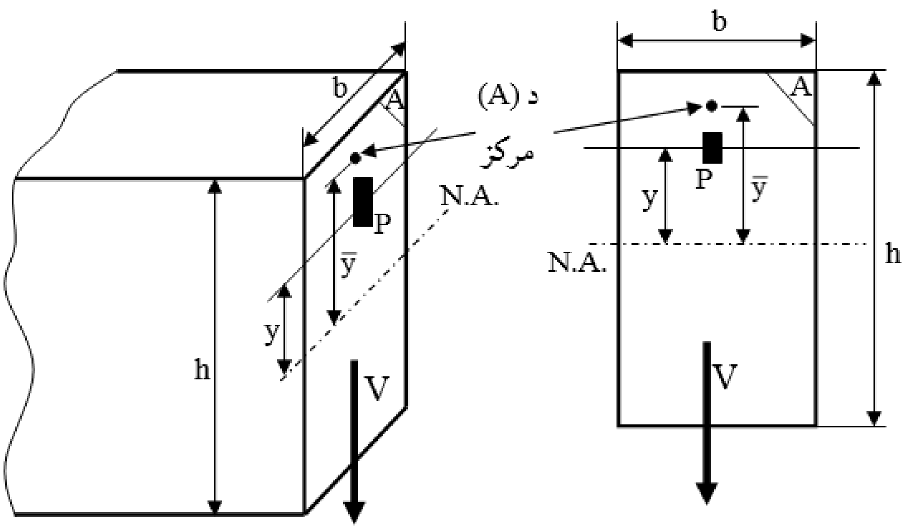
M- د مقطعې د کوږوا لي تشنجات دي.

A - هغه مساحت دی ،چې د (P) د په نقطه کې دافقي لیکي په واسطه سره نښتې دی او دالیکه د عرضاني قوې سره عمودي واقع ده .

$\bar{Y}$ - د ګاډر د مقطعې د غیر فعال محور او د (A) ساحی د ثقل مرکز تر منځ فاصله ده.

I - د ګاډرد غیر فعال محور له مخې د انرشیا مومنټ دی.

b - د (P) د په نقطه کې ، د ګاډر د مقطعې عرض دی.



2.8 - شکل: د عرضاني قوو د تشنجاتو د معادلې لپاره ښودنه [154:10].

دا باید جوته شي ، چې عرضاني تشنجات د مستقیمې لیکې چې د عرضاني قوې سره عمودي واقع دي یا د هغه افقي لیکي ،کله چې د (V) عرضاني قوې سره عمودي واقع وي، مساوي کېږي. په (2.8 - شکل) کې د عرضاني مقطعې ټولې نقطې ، د افقي لیکي په اوږدو کې ، د(P) تر نقطی پورې د(V) عرضاني قوې له امله ، برابر تشنجات لري. په مستطیلي دوله ګاډر کې چې عرض یې (b) او ارتفاع یې (d) وي ، که چېرې بیروني عرضي قوه (V) عمل پرې وکړي ، نو عرضاني تشنجات رامنځته کېږي ، نو د(1.8) معادلې څخه لاندېنۍ (2.8) معادلې په لاس راځي [306,307:7]:

$$f_v = V.\left(\frac{h}{2} - y\right).b.\left\{\frac{\left[\frac{h}{2} - \left(\frac{h}{2} - y\right)^2\right]}{\left(\frac{bh^3}{12}\right).b}\right\}$$

$$f_v = 6V.\left(\frac{\frac{h^2}{2} - y^2}{bh^3}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.8)$$

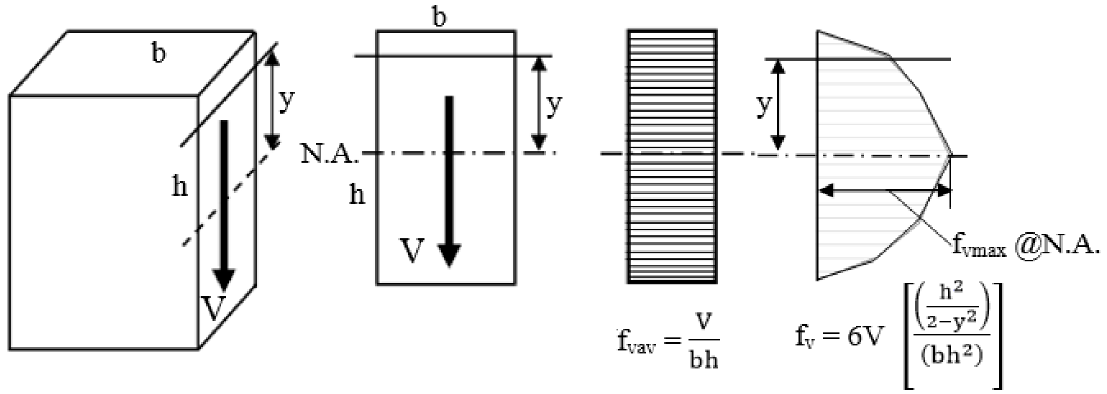
دلته : (y) د غیرفعال محور څخه تر(P) نقطی پورې فاصله ده ، چېرته چې عرضاني تشنجات د (f_v) په اندازه واقع کېږي. د مقطعې په پاسنۍ او لاندېنۍ برخه کې (y = h/2) یا (y = - h/2) د تشنجاتو قیمت صفر دی. د(2.8) معادلې پر بنسټ اعظمي عرضاني تشنجات د غیر فعال محور سره ، چیرته چې (y = 0) وي ،نو (150%) منځني عرضاني تشنجات په مستطیلي مقطعه کې واقع کېږي. منځني عرضاني تشنجات د بیروني عرضاني قوې او د عرضاني مقطعې د مساحت د نسبت څخه په لاس راځي. په مستطیلي مقطعه کې منځني او اعظمي تشنجات د لاندېنیو (3.8) او(4.8) معادلو په واسطه پیدا کېږي:

$$f_{vav} = \frac{V}{bh} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.8)$$

د غیرفعال محور سره ، چیرته چې (y = 0) وي ، نو (f_{vmax}) مساوي کېږي په:

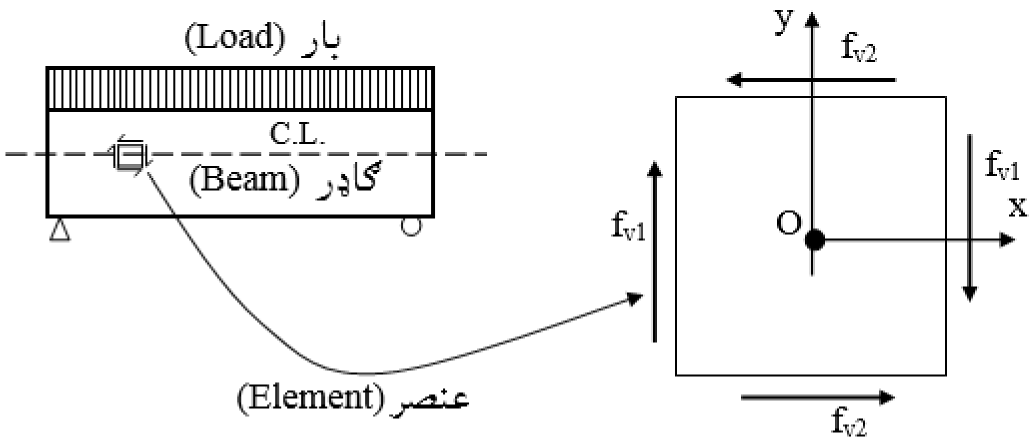
$$f_{vmax} = \frac{1.5V}{bh} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4.8)$$

په (3.8 - شکل) کې د ګاډر په مستطیلي مقطعې کې د عرضاني تشنجاتو وېشنه د (2.8) ,(3.8) او(4.8) معادلو پر بنسټ ښودل شوې ده [157-160:6].



3.8 - شکل: په مستطیلي مقطعه کې د عرضاني قوو د تشنجاتو وېشنه [306:7].

وړاندې ترې یادونه وشوه ، چې عرضاني تشنجات د ګاډر په عرضاني مقطعه مماس او د بیروني عرضاني قوې سره موازی واقع کېږي. سره له دې چې عرضاني تشنجات د څرخېدنې انډولتیا څخه د خوندیتوب لپاره تل په جوړه یې توګه واقع کېږي. د ګاډر د غیر فعال محور سره د یو متشنج عنصر په اړه د تفصیلي بحث لپاره ، دلته د (4.8 - شکل) کې عرضاني تشنجات اعظمي غوره شوي دي. (f_{v1}) تشنجات د بیروني عرضاني قوو له امله عمل او عکس العمل دی ،چې اندازې یې سره برابرې او مساوي دي. خو لوري یې سره مخالف (دیوه لوري د y دمحور په مثبت لوري او بل یې د y د محور په منفي لوري) دي. د (f_{v1}) دواړه تشنجات ساعت د عقربې په مطابق د (O) نقطې مرکز ته څرخېږي ،لکه په (4.8- شکل) چې ښودل شوي دي. په دې پایله کې د مومنټ انډولتیا نه ده مجازشوی. له تحلیل څخه څرګندېږي ،چې دوه نور عرضاني تشنجات (f_{v2}) ، په همدې عنصر عمل کوي ،چې د مومنټ انډولتیا ته ځواب ووایي. د(f_{v2}) اود (f_{v1}) تشنجات یو له بله سره مساوي دي ، خو په څرخېدنه کې یو له بل سره په مخالفو لورو څرخېږي ، نو له دې امله د مومنټ انډولتیا خوندي وي [606-609:11].

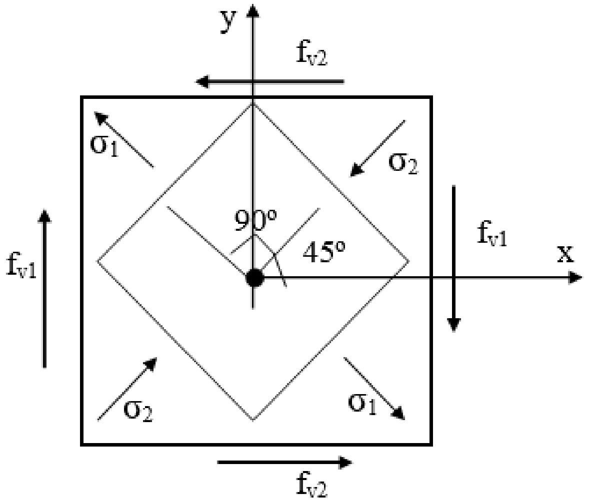


4.8 - شکل: دګاډر د غیرفعال محور سره د تشنجاتو په عنصر کې عرضاني قوو د تشنجات [155:10].

د ګاډر متشنج اجزاء د کوږوالي (انحناء) او عرضاني قوې له امله د محوري یا انتقالي او عرضاني تشنجاتو لاندې واقع کیږي. د دې ډول تشنجاتو حالت د هغه ګاډر اجزاء ،چې ډیر کوچني ابعاد لري ، د سطحي تشنجاتو حالت ته ورته والې لري. د یو شانته عناصرو تحلیل ،دورکړل شوی سطحې تشنج د حالت له امله د بنسټیزو تشنجاتو (اعظمي کششي او اعظمي فشاري تشنجاتو) په پیداکولو فوکس او تمرکز کوي. د څلورم فصل د کتنې څخه څرګند یږي ،چې په غیر فعال محور (N.A.)کې کږېدنه (انحناء) نه واقع کیږي. نوځکه د(4.8 - شکل) له مخې د ګاډر په هر عنصریا برخه کې د تشنج حالت د غیر فعال محورسره ، یوازې عرضاني تشنجات (د خالصو تشنجاتو په حالت) واقع کیږي. د عنصر لپاره د بنسټیزو تشنجاتو (اعظمي کششي او اعظمي فشاري تشنجاتو) یا د(σ_1) او (σ_2) د پیداکېدنې اسانتیاوې د خالصو تشجاتو لاندې با ید په پام کې ونیول شي. د جامداتو میخانیک د ته د کتنې پر بنسټ، د خالصو تشنجاتو لپاره څرګند یږي ،چې د دارنګه متشنج شوي عــــنصر د (x) او (y) محـــورونو سره د (45°) درجو په زاویه واقع کیږي ،لکه چې په (5.8 - شکل) کې ښودل شوي دي. اعظمي کششي تشنجات (σ_1) او اعظمي فشاري تشنجات (σ_2)کولی شوپه لاندې ډول وښایو (په فرضی ډول د کشش لپاره مثبته نښه قبلیږي) [155:10].

$$\sigma_1 = -\sigma_2 = f_v \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.8)$$

دلته: $f_v = |f_{v1}| = |f_{v2}|$

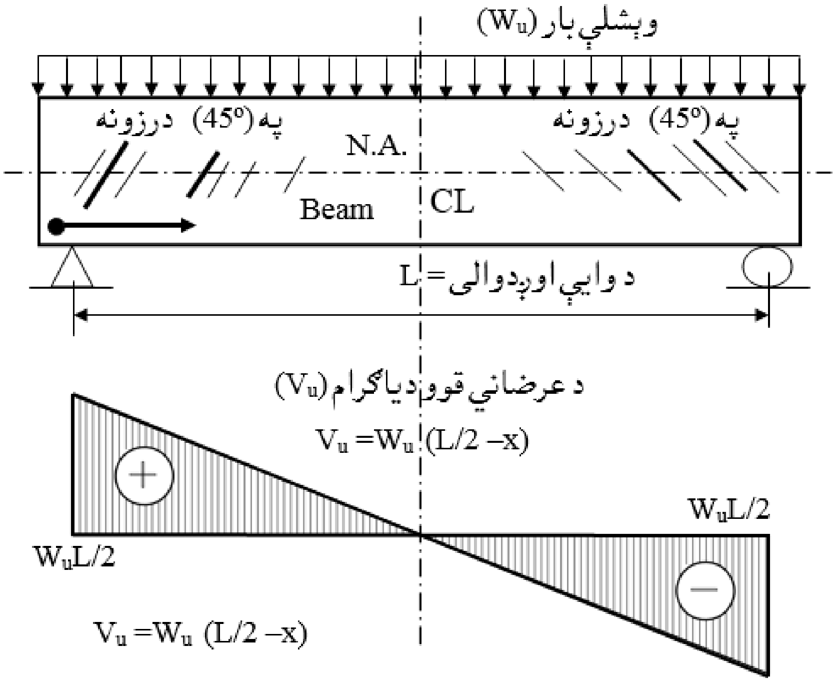


5.8 - شکل: دګاډر د غیرفعال محور سره د عرضاني د تشنجاتو له امله اصلي تشنجات (کوږوالي یا نحناء د تشنجاتو په نه شتون کې) [156:10].

3.8 - د پرېکېدنې او کوږوالي له امله د کانکرېټي ګاډرونو درز کېدنه

(Cracking of Concrete Beams Due to Shear and Bending)

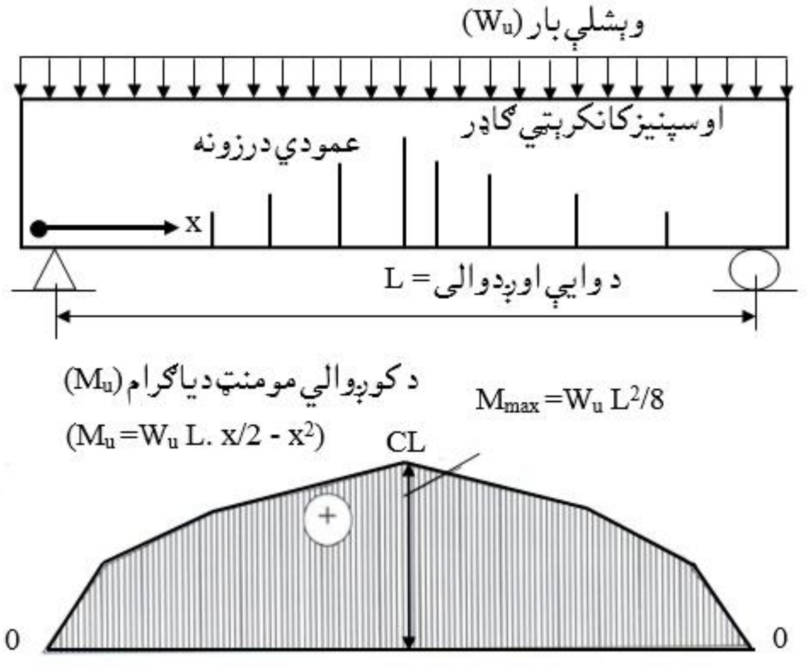
لکه دلاندینی (6.8 - شکل) په څېر یو ساده اتکاء لرونکی ګاډر چې دیو شانته وېشلي بار له اغېزې ، د عرضاني قوو لاندې واقع شوی وي ، د عرضاني قوو د دیاګرام څخه ښکاري ،چې په دواړو اتکاګانو کې د عرضاني قوو اندازه اعظمي ده ، خو د وایې په منځ کې یې عرضاني قوه له صفر سره مساوي ده. ځکه نود عرضاني قوو په واسطه د کششي تشنجاتو له امله اتکاګانو ته نژدې ډېبې اغېزې څرګندېږي. که چېرته د کشش په وړاندې د کانکرېټو مقاومت په پام کې ونه نیول شي ، نو د عرضاني قوو له اغېزې ،د (σ_1) په تشنجاتو عمود یا د (x) د محور سره د (45°) درجو په زاویه یا مایل درزونه پیدا کېږي. دا درزونه د تشنجاتو د ډېرېدنې له امله د عادت له مخې اتکاء ته نژدې لوی ، پراخه او ډېر وي [223-235:13].



6.8 - شکل: په ټیپیک او سپنیز کانکریټي ګاډر کې د عرضاني قوو له امله د درزونو د پیدا کېدلو شیما [157:10].

د دې لپاره چې د کوږوالي (انحناء) او عرضاني قوو تر منځ په باالمقابل عمل پوه شو ، نو اړینه ده چې د درز یوه نمونه د کوږوالي (انحنایي) مومنټ له امله وڅېړو. څکه همدا په (6.8 - شکل) کې ښودل شوي ګاډر له څېړنې لاندې نیسو. په څلورم فصل کې پرې بحث وشو ، چې د کوږوالي تشنجات د ګاډر په پاسنۍ او لاندېنۍ برخو کې اعظمي او د غیر فعال محور (N.A.) سره صفر وي. کششي تشنجات د کوږوالي یا انحناء له امله رامنځته کېږي او د ګاډر په لاندېنۍ برخه کې تمرکز کوي ، چې د کششي ساحې په نوم یادېږي او په کانکریټو کې د درزونو د پیدا کېدو لامل کېږي. فرض کوو چې په ګاډر کې وړ او مناسب سیخان د څلورم فصل د اساساتو په کارولو سره ځای په ځای شوي وي ، خو په دې باید اعتراف وشي ، چې د ګاډر په کششي ساحه کې د کوږوالي له امله د درزونو نښې لیدل

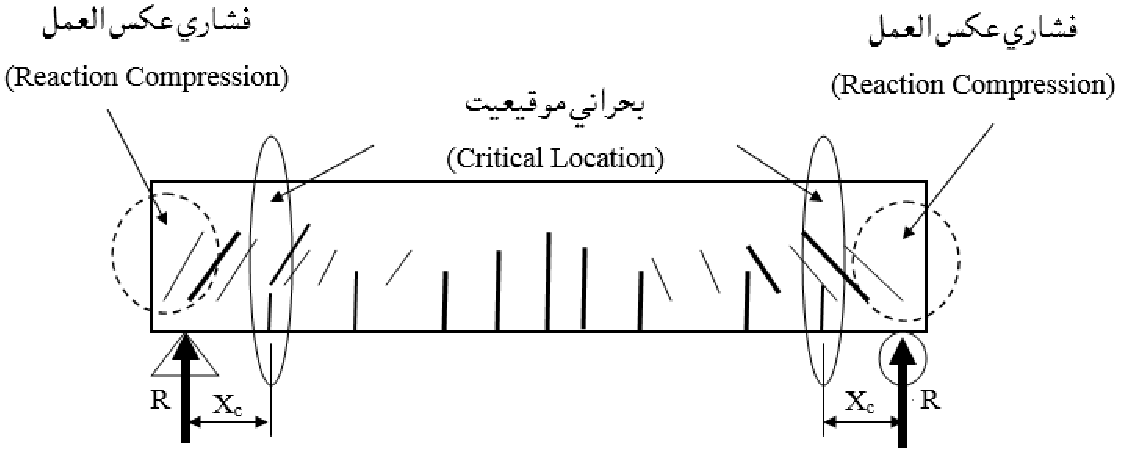
کېږي. د درزونو ژوروالی ، عرض او شدت یا ډېرېدنه ، د کوږوالي مومنټ او په پایله کې د کششي تشنجاتو د ډېریدنې د اندازی له امله رامنځته کېږي. وېشلی بار د ګاډر په مرکزي لیکه کې د اعظمي کوږوالي مومنټ لامل کېږي، په داسې حال کې چې په اتکاګانو کې د کوږوالي (انحنایي) مومنټ قیمت صفر وي. د دې په پایله کې څرګندېږي ، چې په ګاډر کې د عرضاني درزونه او په کششي ساحه کې درزونه یو له بله سره ، چې د کوږوالي له امله د وایې منځنۍ برخې ته نژدې ډېر او د ګاډر په اوږدو کې بدلون مومي ، توپیر لري ،چې په لاندینی (7.8 - شکل) کې ښودل شوي دي [20:266-249].



7.8 - شکل: په ټیپیک اوسپنیزکانکرېټي ګاډر کې د کوږوالي له امله د درزونو د پیدا کېدلو شیما[158:10].

په ګاډر کې د کوږوالي مومنټ او د عرضاني قوو له امله درزونه او درزونو ډېریدنه په (8.8 - شکل) کې ښودل شوې ده. کله چې د کوږوالي (انحنایي) مومنټ د ګاډر د وایې په منځ کې اعظمي او په اتکاګانو کې صفر وي ، نو عرضاني قوې د دې پر خلاف د وایې په منځ کې صفر او په اتکاګانو کې اعظمي وي. د عرضاني قوو او کوږوالي مومنټ په یو ځایي ډول عمل په حالت کې بحراني موقیعیت ، د هرې اتکاء د اړخ څخه د (X_c) په فاصله ، چېرته

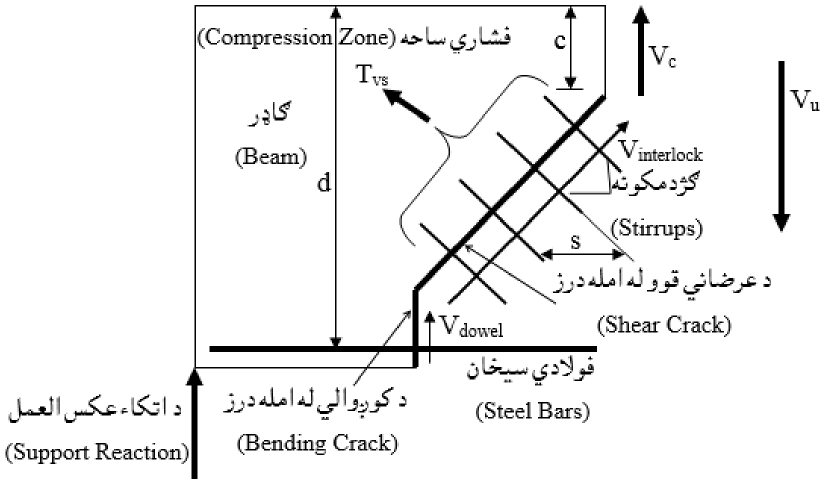
چې عرضاني قوې په لوړ مقدار وي او د کوږوالي مومنټ په مناسبه توګه لوړ وي. د مومنټ پارابولیک معادله له ومخې د وایې د منځ څخه په لنډو فاصلو په تدریجې توګه یې قیمت کمیږي. د (Xc) په فاصله کې د کوږوالي (انحنایي) مومنټ په کانکرېټو کې د درزونو د پیدا کېدنې لامل کېږي (په څلورم فصل کې د خواصو دویمه مرحله). دا کششي درزونه یو د بل سره په (45°) درجو زاویې یا په مایل ډول یو ځای کېږي، چې د عرضاني قوې پواسطه رامنځته کېږي او په پایله کې بحراني ویجاړېدونکي یا تخریبي سطحه پیدا کېږي، لکه په (8.8 - شکل) کې چې ښودل شوي دي. د (Xc) د فاصلې اندازه د بارېدنې، د ځای په ځای شویو سیخانو او د وایې او ارتفاع د نسبت پورې تړلې ده [15:90-85].



8.8 - شکل: د کوږوالي مومنټ او عرضاني قوو له امله درز شوی ګاډر [158:10].

په ګاډر کې د اتکاء د اړخ څخه د (Xc) فاصله د عرضاني قوو لاندې د تخریبېدنې بحراني موقیعیت دی. دا هغه موقیعیت دی، چې د اتکاء له اړخ سره عرضاني قوې اندازه اعظمي او د کوږوالي مومنټ اندازه صفر وي. سره له دې چې د اتکاګانو عکس العملونه په ګاډر کې د فشاري تشنجاتو لامل کېږي، خو د اتکاګانو سره د عرضاني قوو په واسطه دهغې د کششي لامل کېدنې اغېزه خنثی کېږي، نو له دې امله اتکاګانو ته نژدې د عرضاني قوو اغېزه په پام کې نیول کېږي، لکه په (8.8 - شکل) کې چې ښودل شوي دي. په ټیپیک ډول سره په څرګنده توګه ښکارې، چې د اتکاء د اړخ د مقطعې د (Xc) فاصلې په پرتله لږه بحراني ده. د عرضاني قوو او کوږوالي مومنټ له امله د درزنو د سطحو یو ځای کېدنه،

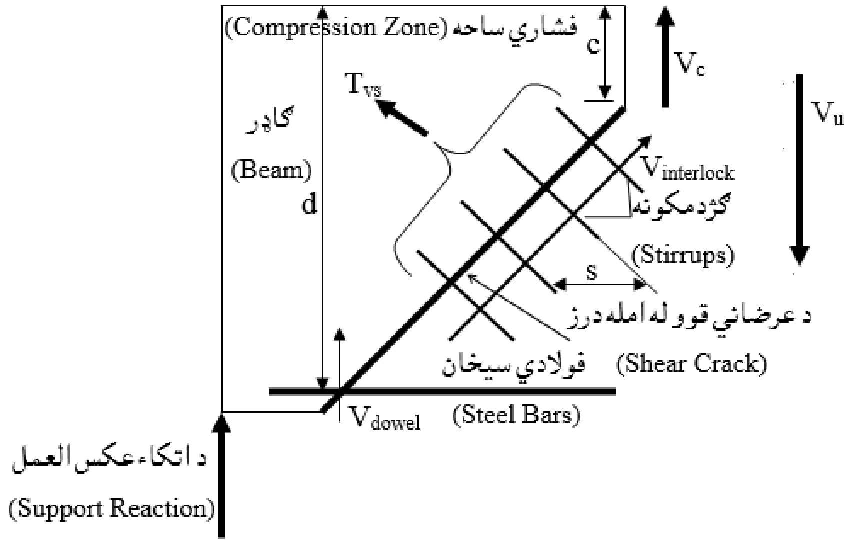
بحراني   ويجاړېدنې يا تخريبې حالت منځته راوړي ، چې په (9.8 - شکل) کې چې ښودل شوي دی. د بحراني ويجاړېدنې يا تخريبي سطحې يا ښکارېدنې په پايله کې د غير فعال محور (.N.A) سره د عرضاني درزونو او د کوږوالي (انحناء) د غير فعال محور (.N.A) د څخه لاندې د درزونو د پيدا کيدلو لامل کېږي.



9.8 - شکل: په اوسپنيز کانکرېټي ګاډرکې د کوږوالي مومنټ په شتون کې د عرضاني قوود کششي درزونو له امله بحراني تخريبيدونکی سطحه[159:10].

سربېره پر دې ، د لومړنيو عرضاني قوو له امله د ويجاړېدنې يا تخريبېدنې بل ډول حالت په (10.8 - شکل) کې چې ښودل شوی دی. د ويجاړېدنې يا تخريبېدنې دا ډول شرايط د هغه درزونو له امله ، چې د ګاډر ټولې ارتفاع ته غځېږي (پرته له کانکرېټو د فشاري ساحې څخه) پرته له د کوږوالي د درزونو د شتون څخه ،د عرضاني قوو په واسطه رامنځته کېږي.

که څه هم د تخريبېدنې د حالتونو تر منځ د توپير په اړه مخکې يادونه وشوه ، خو په بنسټيزه توګه دواړه د تخريبېدنې حالتونه سره يو شانته دي. لومړنی درز په (°45) درجو زاويې واقع شوي درز د کششي عرضاني قوې له امله رامنځته کېږي او د کانکرېټو فشاري ساحه روغه رمټه پاتې کېږي. ګژدمکونه (Stirrups) يا (هغه فولادي سيخان چې د (°45) درجو زاويې درزونو مخه نيسی) همدا راز د ويجاړېدنې يا تخريبېدنې دواړو حالتونو لپاره په پام کې نيول کېږي [13:245-243].



10.8 - شکل: په اوسپنيز کانکرېټي ګاډر کې د عرضاني قوو له امله ،د کوږوالي مومنټ په نه شتون کې د کششي درزونو تخريبېدونکی سطحه[160:10].

د مقاومت له محاسبوي طرېقې سره سم اړينه ده، چې د نهايي ويجاړېدنې يا تخريبېدنې شرايط خواص مطالعه شي ، چېرته چې نوميناله عرضاني قوې (ϕV_n) مقاومت کوي او حتماً بايد د بيروني ډېرې شوی نهايي عرضاني قوې (V_u) څخه لويه وي . نو په داسي حالت کې د ګاډر په بحراني مقطعې کې د بيروني عرضاني عاملو قوو په وړاندې دا قوې د ګاډر د مقاومت سره تر نهايي ويجاړېدنې يا تخريبېدنې شرايطو پورې مرسته کوي ، چې په لاندې ډول ترې يادونه کېږي:

1- د بې له درز شوي کانکرېټو فشاري ساحې مقاومې عرضاني قوې (V_c).

2- د عرضاني سيخانو (ګڼدمکونو) د عرضاني قوو مخه نيوونکې مقاومې عرضاني قوې (T_{vs}) .

3- له ډکوونکو سره د يو ځای کېدنې او نښلېدنې عرضاني قوې ($V_{interlock}$).

4- د ولاړو سيخانو عرضاني قوه (V_{dowel}) .

د ډکوونکو سره د یو ځای کېدنې او نښلېدنې عرضاني قوې ($V_{interlock}$) هغه قوې دي ، چې د کوچنې درزکېدنې پر مهال د درزونو دواړو لورو ته د ډکوونکو سره د یو ځای کېدنې او نښلېدنې د اصطکاک له امله رامنځته کېږي. هرڅومره چې د درزونو عرض غټېږي ، په هماغه اندازه د هغې درزونه دواړو لورو ترمنځ پراخېږي او د ($V_{interlock}$) اندازه کمېږي.

د (ACI 318) کود د ډکوونکو سره یو ځای کېدنې او نښلېدنې عرضاني قوې ($V_{interlock}$) دبیروني عرضاني قوو په وړاندې د ګاډر د مقاومو قوو د منبع په څېر په پام کې نیسي.

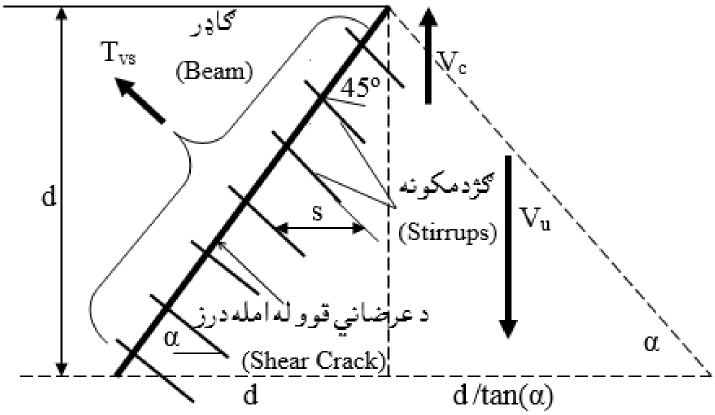
همداراز د د ولاړو سیخانود عمل له امله عرضاني قوو مقاومت،چې د کششي فولادي سیخانو سره د نژدې کانکرېټي سطحې د عرضاني قوو له امله د شکل بدلېدنې په وړاندې مقاومت کوي ، چې په پایله کې یې کششي فولادي سیخان د کانکرېټو پر چاپیر یو له بله بېلوي. نو ځکه یې د (ACI 318) کود په ګاډر کې د عرضاني قوو په وړاندې د ولاړو سیخانو عرضاني قوه (V_{dowel}) د مقاومو قوو په ترکیب کې په پام کې نه نیسي.

په پایله کې د (ACI 318) کود پر بنسټ په کانکرېټي ګاډرونو کې د عرضاني قوو په وړاندې مقاومت د دوو منبعو او سرچینو د کانکرېټو د فشاري ساحې او عرضاني سیخانو (Stirrups) یا ګڼږمکونو په واسطه حاصلیږ ي . د دې دواړو عرضاني قوو مجموعه د عرضاني قوو په وړاندې د ګاډر د محاسبې لپاره په پام کې نیول کېږي [14:245-219].

4.8 - د ګاډرونو لپاره د (ACI) کود د عرضاني قوې د محاسبې معادله

(ACI Code Shear Design Equation for Beams)

د اوسپنیزکانکرېټي ګاډرونو د ویجاړېدونکي یا تخریبېدونکي سطحې یا دمقطعې د عرضاني قوو په وړاندې تحلیل او یا محاسبه ،پرته له کوږوالي کششي درزونو څخه د عرضاني قوو له امله په (9.8 او 10.8) شکلونو کې او دهغې ساده شوي حالت په (11.8 - شکل) کې ښودل شوي دي.



11.8 - شکل: د عرضاني قوو له امله ساده شوي تخریبیدونکی سطحه [161:10].

د بېلا بېلو تجربو د پایلو له مخې په کانکرېټي مقطعې کې د عرضاني قوو په وړاندې مقاومت د لاندېنۍ معادلې په واسطه ټاکل کېږي:

$$\frac{V_c}{bd\sqrt{f_c'}} = 0.16 + 17\frac{\rho}{\sqrt{f_c'}}.\frac{Vd}{M} \leq 0.30 \text{ .... } (6.8)$$

د(ACI 318) د گاډرونو د مقطعې د عرضاني قوو په وړاندې د مقاومت (V_c) د ارزونې لپاره په بېلابېلو حالتونو کې د لاندېنیو معادلو لارښوونه کوي:

1- د هغو گاډرونو د مقطعو لپاره چې یوازې د عرضاني قوو او کوږوالي مومنټ لاندې واقع شوي وي لاندېنۍ معادله پیشنهاد بېږي:

$$V_c = [\sqrt{f_c'} + 120\rho\left(\frac{V_u.d}{M_u}\right)].\frac{b_w.d}{7} \leq 0.30\sqrt{f_c'}.b_w.d \text{ .... } (7.8)$$

د پورتنۍ معادلې ساده شکل په لاندې ډول لیکلی شو:

$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}.b_w.d \text{ .... } (8.8)$$

2- د هغه اجزاوو لپاره چې یوازې د عرضاني قوو او کوږوالي مومنټ سربېره د محوري فشاري قوو لاندې واقع شوي وي لاندېنۍ معادله پیشنهاد بېږي:

$$V_c = [\sqrt{f'_c} + 120 \left(\frac{V_u.d}{M_m}\right)].\frac{b_w.d}{7} \leq 0.30\sqrt{f'_c}.b_w.d \left(\sqrt{1 + \frac{0.3N_U}{A_g}}\right) \ldots\ldots (9.8)$$

په پورتنۍ معادله کې (M_m) تعدیل شوې انحنايي مومنټ دی ، چې په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$M_m = M_u - N_u \left(\frac{4h-d}{8}\right)$$

د (9.8) معادلې ساده شکل په لاندې ډول لیکلی شو:

$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f'_c} \cdot \left(1 + \frac{N_u}{14A_g}\right) b_w.\ d \ldots\ldots (10.8)$$

3 - د هغه اجزاوو لپاره چې یوازې د عرضاني قوو او کوږوالي مومنټ سربېره د محوري کششي قوو لاندې واقع شوي وي لاندېنۍ معادله پیشنهاد ېږي:

$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f'_c} \cdot \left(1 + \frac{0.3N_u}{A_g}\right) b_w.\ d \geq 0 \ldots\ldots (11.8)$$

همدارازد دارنګه اجزاوو لپاره کولی شو د ($V_c = 0$) ساده معادله فرض کړو او اړین عرضاني مقاومت د د عرضاني فولادي سیخانو په واسطه تأمین کړو:

په پورتنیو معادلو کې:

V_c - د کانکرېټو مقاوم عرضاني قوه ده.

f'_c - د کانکرېټو محاسبوې فشاري مقاومت دی.

b_w - دکانکرېټي کاډر د مستطیلي مقطعې عرض او یا د T - ډوله ګاډر د وتلې برخې عرض دی.

d - د کانکرېټي ګاډر فعاله ارتفاع ده.

h - د کانکرېټي ګاډر ټوله ارتفاع یا ضخامت دی.

A_s - د کششي فولادي سیخانو مساحت دی.

$\rho = A_s /(b_w.d)$ - د فولادي سیخانو د سیخبندۍ نسبت دی.

M_u - نهایي یا ډېر شوي کوږوالي (انحنايي) مومنټ دی.

V_u - نهایي یا ډېره شوې عرضاني قوه ده.

N_u - نهایي یا ډېره شوې محوري قوه ده (مثبت فشاري قوې لپاره او منفي کششي قوې لپاره).

$A_g = b_w.h$ - د ګاډر د مقطعې ټول مساحت دی.

په پورتنیو دوو (6.8) او (8.8) معادلو کې د(≤) نښه یا علامه د پاسنۍ نښلېدنې قیمت باید له (V_c) څخه ډېر نه شي په پام کې نیول کېږي. د سپکو یا لږ وزنه کانکرېټو لپاره له (6.8) څخه تر (8.8) معادلو پورې کار اخیستل کیږي، خو په هغې کې د شګو لرونکو لږ وزنه کانکرېټو لپاره د ($\sqrt{f'_c}$) سره (0.85) ضریب، ضربېږي او د نورو ټولو لږ وزنه کانکرېټو لپاره په (0.75) ضریب کې ضربېږي [325-327:7].

د یادولو وړ ده چې د کانکرېټوټولې مقاومې عرضاني قوې د($\sqrt{f'_c}$) پورې تړلې دي. په تیرو فصلونو کې داجوته شوه ،چې د کانکرېټو کششي مقاومت هم د ($\sqrt{f'_c}$)پورې تړلی دی. دا په دې دلالت کوي ،چې د کانکرېټو عرضاني مقاومت (Shear Strength) او کششي مقاومت (Tension Strength) یوله بل سره اړیکي لري. د دې تړاو څخه څرګندېږي ، چې عرضاني قوې ،کششي تشنجات منځته راوړي او په کانکرېټي ګاډر کې مایل درزونه پیدا کوي.

د کانکرېټو مقاومه عرضاني قوه دکانکرېټو بې له درزه فشاري ساحې ، چې د هغې عرض (b) او ارتفاع یې (c) وي، خو($c = a/ \beta_1$) او ($a = A_s.f_y / 0.85f'_c.b$) په ترتیب سره د ویجاړېدنې اویا تخریب شرایطو ته نه وي رسیدلی. نو د کانکرېټو د فشاري ساحې د کچې یا سایز د کششي فولادي سیخانو (A_s) له مخې محاسبه کېږي. محاسبه کوونکی انجنیر باید د دې لامل له اغېزې د سیخانو د سیخبندۍ نسبت ($\rho = A_s/bd$) لږ تر لږه (1.2%) سلنه وکاروي. د فولادي عرضاني سیخانو سیخبندي د هغه عرضاني قوو په وړاندې چې سیخان په مایل او یا په (45°) درجو زاویه قطعه کوي ، مقاومت کوي چې په(8.8- شکل)کې ښودل شوي دي. د سیخانو شمېر د هغوي تر منځ دافقي فاصلې (s) سره ،چې د مایلو درزونو مخه ونیسي له ($\frac{d+d\tan(\alpha)}{s}$) مساوي کېږي[630,631:1].

په مایلو سیخانو یا ګڼډمکونو کې نهایي کششي قوه (T_{sv}) په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$T_{sv} = [\frac{d+d\tan(\alpha)}{s}].\ a_v.f_y$$

د عرضاني قوې په وړاندې د مقاومو مایلو سیخانو یا ګڼډمکونو عرضاني قوه (V_s)کولی شو په لاندې توګه په لاس راوړو:

$$V_s = T_{sv} \cdot \text{Sin}(\alpha) = \left[\frac{d + d\tan(\alpha)}{s}\right] \cdot a_v \cdot f_y \cdot \text{Sin}(\alpha)$$

$$V_s = [1 + \text{Sin}(\alpha)] \cdot a_v \cdot f_y \cdot \left(\frac{d}{s}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (12.8)$$

که ($\alpha = 90^o$) شي ، نو په هغه حالت کې عمودي ګڼډمک په پام کې نیول کېږي او مقاومه عرضاني قوه یې د لاندینی فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$$V_s = \frac{a_v f_y d}{s} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (13.8)$$

دلته:

T_{sv} - په عرضاني سیخبندي شویو سیخانو (ګڼډمکونه یا مایل سیخان) کې نهایي کششي قوه ده.

Vs - د عرضاني سیخبندي شویو سیخانو مقاومه نهایي عرضاني قوه ده.

α - د عرضاني سیخبندي شویو سیخانو او د ګاډر د مرکز تر منځ د انحراف زاویه ده.

f_y - د عرضاني سیخبندي شویو سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت دی.

s - د عرضاني سیخبندي شویو سیخانو تر منځ افقي فاصله ده.

a_v - د مایلو یا په (45°) درجو زاویه درزونو د مخنیوي لپاره د عرضاني سیخبندي شویو سیخانو د عرضاني مقطعې مساحت دی.

په (12.8) او (13.8) شکلونو کې د عرضاني سیخبندي شویو سیخانو(ګڼډمکونو) مساحت (a_v) ښودل شوی دی. په (8.12- شکل) کې په دریو بعدونو کې او درز د لیکې پر ځای په دوو بعدونو کې د سطحې په څېر ښودل شوي دي. د (ABCD) په سطحه کې مایل عرضاني درز ښودل شوی دی. دا درز د ګادر د مقطعې په واسطه د (EFGH) سطحه قطعه کوي او په منقطع لیکې ښودل شوی دی. همدا راز په (8.12- شکل) کې عرضاني سیخبندي شویو سیخان د عمودي ګڼډمکونو په څېر د(s) په فاصله یو له بل څخه لرې ځای په ځای شوي دي. فعال طولاني سیخبندي شوې سیخان د سیخانو د تراکم د کموالی لپاره نه دي ښودل شوي. د یادولو وړ ده چې د مایل درز (ABCD) سطحه دا سې ښودل شوی ده ،چې د ګاډر د عرضاني مقطعې سره د افقي لیکې (IJ) په څېر ښکاري. د عمودي ګڼډمکونو په

واسطه ددې افقي ليکې په دوو نقطو کې مخنيوي کېږي. د پورتنۍ بحث پايله د(a_v) لپاره د لاندېنۍ عمومي معادلې په واسطه ارائه کېږي:

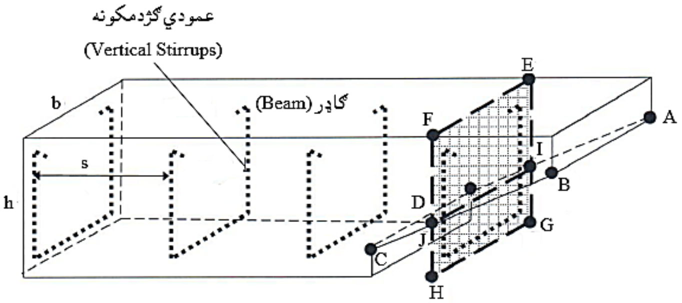
$$a_v = n.a_s \quad (14.8)$$

دلته:

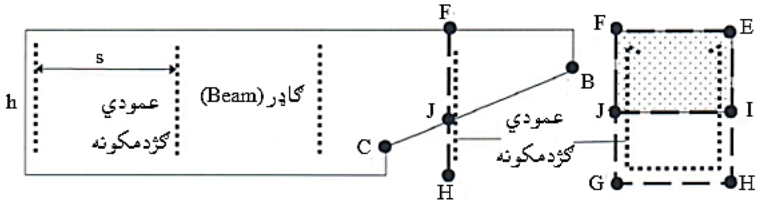
a_v - د عرضاني سيخانو لپاره دګژدمکونو اغېزمن مساحت دی.

n - په يوه ګژدمک کې د د عمودي يا ولاړو سيخانو شمېر دی.

a_s - د ګژدمکونو د سيخانو د عرضاني مقطعې مساحت دی.



12.8 - شکل: په په قطعه کې عرضاني درزونه او عمودي ګژدمکونه.

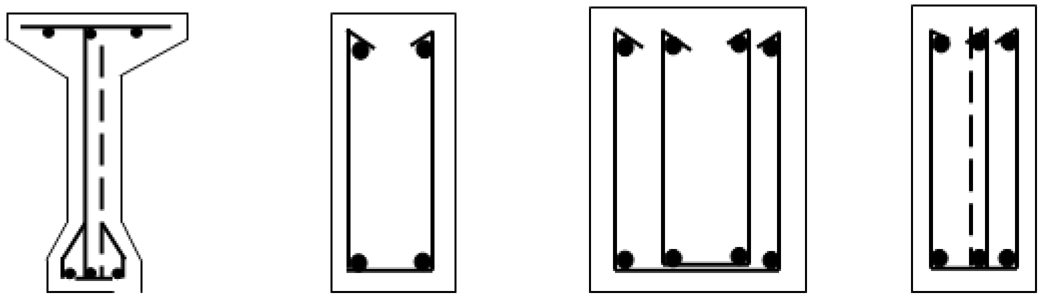


په پورتني شکل کې:

(EFGH) - د ګاډر عرضاني مقطعه ده.(BC) - عرضاني درز دی.(IJ) - د عرضاني سيخانو د تقاطع افقي ليکه ده.(FG)- د ګاډر مقطعه ده .(b)- عرضاني مقطعه ده . (a)- د ګاډر اړخېزه نما ده.

13.8 - شکل: په دوه بعدي قطعه کې دعرضاني درزونو او عمودي ګژدمکونو ښودنه[164:10].

په ټوله کې د ګڼډمکونو لپاره (10 mm) ملي متره قطر لرونکي سیخان چې د عرضي مقطعې مساحت یې ($a_s = 78\ mm^2$) کېږي ، کارېږي او همدا راز (12 mm) ملي متره قطر لرونکي سیخان چې د عرضي مقطعې مساحت یې ($a_s = 113\ mm^2$) کېږي ، هم کارول کېږي، خو کله کله (14 mm) ملي متره قطر لرونکي سیخان چې د عرضي مقطعې مساحت یې ($a_s = 154\ mm^2$) کېږي ، هم کارېږي. (U) ډوله ګڼډمکونه چې دوه ولاړ سیخان لري ، ډېر مشهور دي او ډېر کارول کېږي. په (14.8 - شکل) کې د ګڼډمکونو نور ډولونه ، چې د ولاړو سیخانو شمېر سره توپېر لري ، ښودل شوي دي. ځیني مهال ګڼډمکونه د فعالو اوږدو سیخانو د محکم ساتلو لپاره هم کارول شکل) کې درېمه ګڼه (n =3) کې په یوه عرضي مقطعه کې دوه ګڼډموکونه ښودل شوي دي. د 4.)کېږي ، چې په (14.8 - شکل) کې د یو ولاړ سیخ په څېر ښودل شوی دی. په (14.8 - 8) معادلې په واسطه کولی شو چې ($a_v = a_{v1} = a_{v2}$) په لاس راوړو ، چې په ترتیب سره د (a_{v1}) لومړي او (a_{v2}) د دویم ګڼډمک لپاره اغېزمن مساحت دی.



14.8 - شکل: د ګڼډمکونو بېلا بېل ډولونه [165:10].

په ګڼډمکونو کې د سیخانو چنګک کول د (ACI 18) کود د لارښونې له مخې سرته رسېږي. دا موضوع به د نښلېدنې او پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالې تر عنوان لاندې په نهم فصل کې تشریح او توضیح شي [10:166-161].

5.8- د اوسپنیزکانکریټي ګاډرونو په پرېکېدنه کې تحلیل او محاسبه
(Shear Design of Reinforced Concrete Beams)

دعرضاني یا پرېکېدنې قوو د محاسبې لپاره د (ACI 318) کود د لاندینی و شرایطو او محدودیتونو لاربښوونه کوي:

$\phi V_n \geq V_u$ .... (14.8)

$V_n = V_c + V_s$ .... (15.8)

دلته:

ϕ- د عرضي قوې د محاسبې لپاره د ظرفیت کموونکی ضریب دی ، چې (0.75) قبلېږي.

V_n- د ګاډر نومینالي مقاومه عرضي قوه ده ، چې د کود په واسطه محدودېږي.

V_u - د ګاډر له پاسه نهایي عامله عرضاني قوه ده.

V_c - د کانکریټو په واسطه مقاومه عرضاني قوه ده.

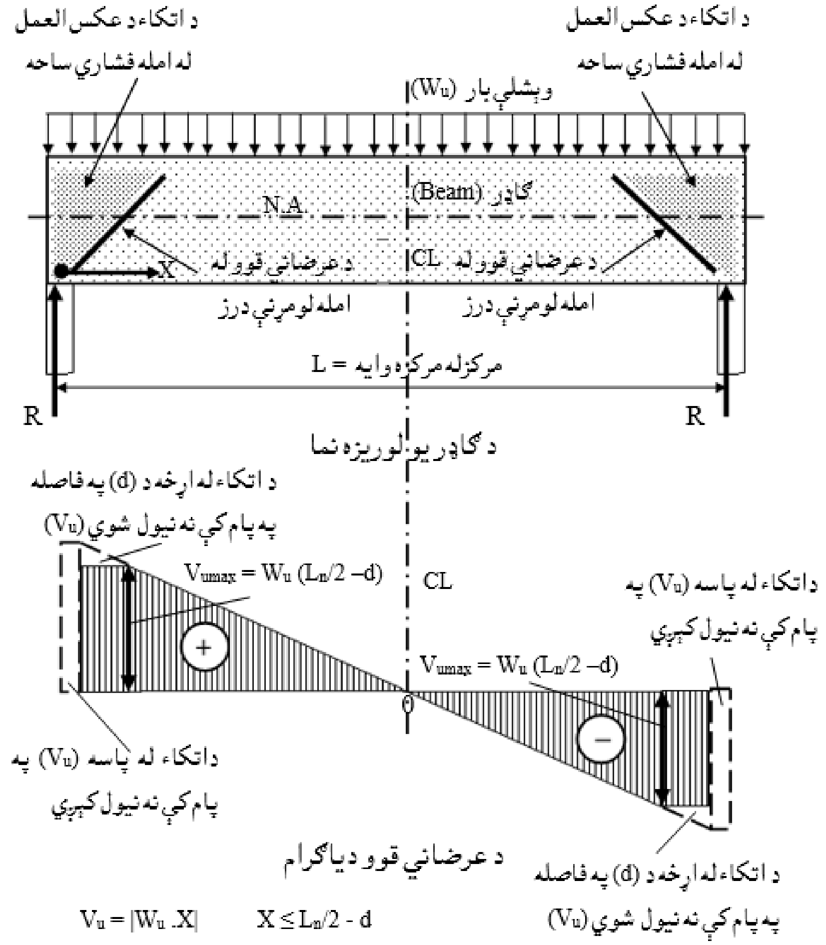
V_s - د سیخبندي شویو سیخانو په واسطه مقاومه عرضاني قوه ده.

د کانکریټو د عرضاني مقاومې قوې لپاره باید چې $(\sqrt{f_c'})$ د(0.70 MPa) څخه ډېر ونه نیول شي. دا ځکه چې د عرضاني قوو په وړاندې د کانکریټو د مقاوم کېدنې لپاره لوړ مقاومت اټکل نه شي.

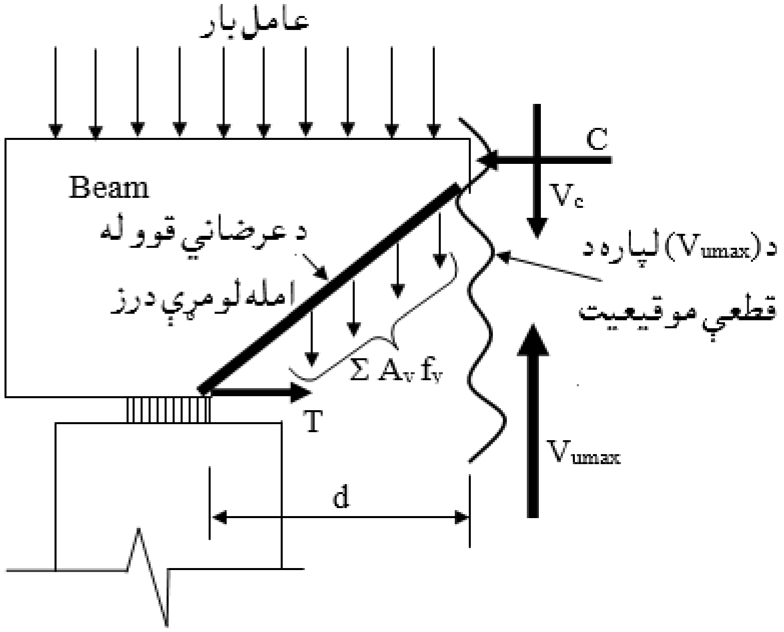
د فولادي سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت او د ګاډر د پرېکېدنې له امله درز یوله بله مستقیمې اړیکې لري ، نو ځکه د ګڼډمکونو او یا نورو سیخان د سیخبندۍ لپاره د کارېدونکو سیخانو مقاومت باید له (420 MPa) څخه لوړ نه شي. دا محدودیت او شرط د عرضاني تشنجاتو له امله د (45°) درجه زاویه منځته راتلونکو مایلو درزونو د عرض د کموالي لامل کېږي. که لېنګ شوي سیخان جالۍ (Welded Wire Fabric) د سیخبندۍ لپاره وکارېږي ، نو د سیخانو مقاومت ممکن (f_y = 550 MPa) ته لوړ شي[92-103:4].

د عرضاني قوو په وړاندې محاسبه کې اعظمي ضریبي شوې عرضاني قوه (V_{umax}) په پام کې نیول کېږي. په لاندینی (18.8 - شکل) کې د اوسپنیزکانکریټي ګاډر لپاره چې د یو شانته وېشلي بار لاندې واقع دی ، اعظمي ضریبي شویو عرضاني قوو (V_u) دیاګرام ښودل شوې دی. د اتکاء عکس العمل د فشار لامل کېږي ، چې د عرضاني قوو په واسطه د

کشش د عکس العمل څرګندونه کوي. دا ځکه چې دا فشاري درز کېدنه د ګاډر په مقطعې کې مستقیاً د اتکاء له پاسه نه رامنځته کېږي ، بلکې د عرضاني تشنجاتو له امله رامنځته کېږي. تجربو ښودلې ده ، چې د لومړنۍ ممکنه عرضاني درز موقیعیت د اتکاء د اړخ سره وي. د عرضاني قوو (V_u) دیاګرام څخه ښکارې ، چې د اتکاء له پاسه د ګاډر په مقطعې کې د عرضاني قوواغېزه په پام کې نه ده نیول شوی. همداراز د لومړنې ممکنه عرضاني درز لپاره ضریبې شوې عرضاني قوې موقیعیت د اتکاء د اړخ څخه د فعالی ارتفاع د (d) په فاصله واقع دی او همدا د ګاډر اغېزمنه ، اعظمي ضریبې شوې عرضاني قوه (V_{umax}) ده (د نورو څرګندونو لپاره دې 19.8- شکل وګورئ) [61-70:2].



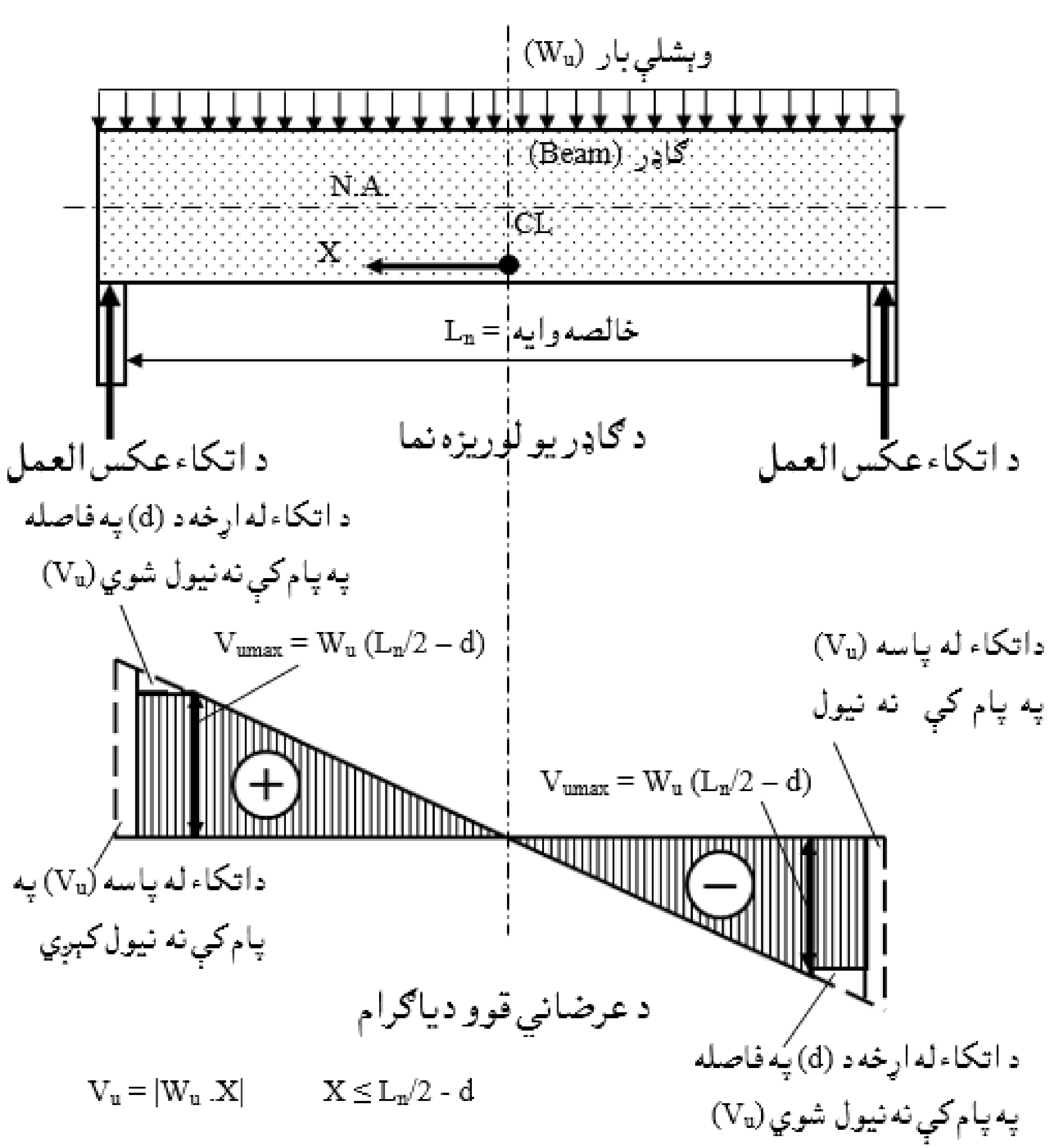
18.8 - شکل: د ټیپیک کانکرېټي ګاډر لپاره د لومړني عرضاني درز او (V_u) دیاګرام [169:10].



19.8 - شکل: په ټيپيک کانکرېټي ګاډر کې د (V_{umax}) د محاسبې لپاره د بحراني مقطعې موقيعيت [170:10].

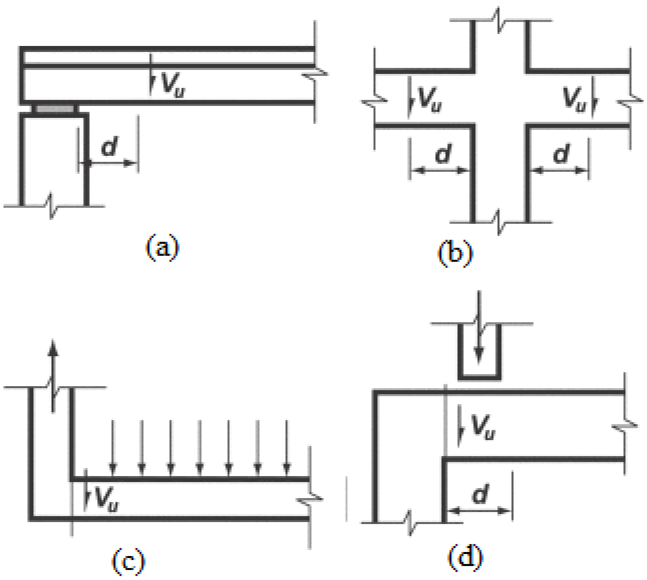
په (19.8- شکل) کې: C - د کانکرېټو فشاري قوه ده ، T- د فولادي سيخانو کششي قوه ده ، V_c - د کانکرېټو دفشاري ساحې مقاومه عرضاني قوه ده ، $\Sigma A_v f_v$ -د عمودي ګژدمکونو د کششي قوو مجموعه ده ، V_{umax} - اعظمي ضريبې شوې عرضاني قوه ده. لومړې درز د اتکاء د اړخ څخه پيل کېږي. عامل بار د اتکاء د اړخ څخه د (d) په فاصله مستقيماً د فشار په واسطه اتکاء ته انتقالېږي. په (19.8 - شکل) له مخې د (V_{umax}) قيمت د پيدا کولو لپاره د اتکاء د اړخ څخه د (d) په فاصلې موقيعيت ، ښودل شوی دی. د ګاډر په ټولو مقطعو کې د (V_{umax}) قيمت د اتکاء د اړخ څخه د (d) په فاصله کې د ډاډ من قيمت دی.

د (ACI 318) کود د لارښوونې له مخې د عرضاني قوو په دياګرام کې د اتکاء له پاسه برخه په پام کې نه نيول کېږي. سربېره پر دې د (ACI 318) کود د لارښوونې له مخې د اتکاء د اړخ څخه د (d) په فاصله کې ضريبې شوې عرضاني قوه، د ګاډر په محاسبه کې د اعظمي ضريبې شوې عرضاني قوې (V_{umax}) په توګه په پام کې نيول کېږي. د کود د دې محدوديت پربنسټ په (19.8- شکل) کې د عرضاني قوو دياګرام سمون په (20.8- شکل) کې ښودل شوی دی [5:90-84].



20.8 - شکل: د (ACI 318) کود د شرایطو له مخې د (V_u) دیاګرام [171:10].

همداراز په ښېلا ښېلو حالتونو کې د (ACI 318) کود د عرضاني قوو دپيداکولو لپاره بحراني مقطعې د لاندينی (21.8- شکل) په څېر پيشنهادوي:



21.8 - شکل: د نهايې ضريبې شوې عرضاني قوې (V_u) د موقيعيت لپاره ټيپيک اتکايې شرايط [133:8].

6.8- د عرضاني سيخانو اړتيا (Shear Reinforcement Requirements)

د (ACI 318) کود د لارښوونې پر بنسټ ، عرضاني سيخانو ته هغه مهال اړيتا پېښېږي ، کله چې لاندې حالت واقع شي :

$$V_u > \phi V_c/2 \text{ .... } (16.8)$$

د (ACI 318) کود په محدوديتونو کې داسې فرضېږي ، چې کانکرېټ کولی شي هغه عرضاني قوه، چې د ($\phi V_c/2$) وي ،بې له عرضاني سيخانو څخه په اسانۍ سره وزغمي ، نو له دې امله د عرضاني سيخانو شتون ته اړتيا نه ليدل کېږي. خو عملاً په ګاډر کې که (V_u) له ($\phi V_c/2$) څخه لږ هم وي ، د احتياط له مخې په اصغري اندازه عرضاني سيخان په پام کې نيول کېږي. دا ډول احتياط د نه اټکل شوی درزکېدنې په وړاندې د ډادمنتيا لپاره په پام کې نيول کېږي، چې د غيرمعمولي او غير نارملي بارېدنې د شرايطو له امله پيداکېږي . د (ACI 318) کـود د هغه پوښښ تختو او تهـدابونو لپاره چې په هغې کې

($V_u \le \phi V_c/2$) وي. د عادت او رواج له مخې د دې ډول عناصرو لپاره د عرضاني سيخانو محاسبه دساختمان د ممکنه مغلقيت او پيچلتيا له امله په ټيپيک ډول سرته نه رسېږي[249-252:20].

7.8- د عرضاني سيخانو تر منځ اعظمي فاصله

(Maximum Space of Shear Reinforcements)

سره له دې، چې د (ACI 318) کود له مخې په ګاډرونو کې د عرضاني قوو په وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره بېلابېل ډول عرضاني سيخبندي سرته رسېږي، خو په دې فصل کې بحث يوازې عمودي يا ولاړو ګڼدمکونو ته ځانګړې شوې دی. هر څومره چې د عرضاني قوو په وړاندې د ګادرونو په محاسبه کې د عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو تر منځ فاصله ډېرېږي، په هماغه اندازه د عرضاني قوو په وړاندې سيخبندي کمزورې کېږي او هر څومره چې د عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو تر منځ فاصله نژدې کېږي يا کمېږي، په هماعه اندازه د عرضاني قوو په وړاندې سيخبندي ځواکمنه کېږي. د سيخانو تر منځ په ډېره اندزه فاصله کې د لږو ګڼدمکونو يا عرضاني سيخبندۍ سپارښتنه کېږي، خو د دې پر خلاف د سيخانو تر منځ په لږه اندزه فاصله کې د ډېرو ګڼدمکونو يا عرضاني سيخبندۍ سپارښتنه کېږي. د(14.8) او (15.8) معادلو پر بنسټ دهغو عرضي قوو اندازه چې د اړيتا له مخې دعرضاني سيخانو په واسطه يې مقاومت وشي، په لاندې ډول پيدا کېږي:

$$V_s = V_u/\phi - V_c \quad (17.8)$$

د عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو لپاره محدود يت (ښکتنۍ بريد يا پورتنۍ بريد) ټاکل شوی دی، چې د (ACI 318) کود د لارښونې سره سم د عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو تر منځ فاصله د(V_u) د قيمت پورې تړلې ده، چې د عرضاني قوو له امله دمايل درز کېدنې د کمېدنې لپاره په پام کې نيول کېږي. دا محدوديتونه په لاندې ډول دي:

که ($V_s \le \frac{1}{3}(\sqrt{f'_c}).b_w.d$) يا ($V_s \le 2V_c$) وي او يا ($V_u \le 3V_c = \frac{1}{2}\phi(\sqrt{f'_c}).b_w.d$) وي، نو د عرضاني سيخانو تر منځ فاصله ($S \le d/2$) او يا د (600 mm) ملي متروڅخه کوچنۍ په پام کې نيول کېږي.

که $(V_s > \frac{1}{3}(\sqrt{f'_c}).b_w.d)$ یا $(V_s > 2V_c)$ اویا $(V_u > 3V_c = \frac{1}{2}\phi(\sqrt{f'_c}).b_w.d)$ وي ، نو د عرضاني سیخانو تر منځ فاصله $(S \le d/4)$ او یا د (300 mm) ملي متروڅخه کوچنۍ وي.

دلته: (b_w) د ګاډر تنې عرض او (d) د ګاډر فعاله ارتفاع ده. د (45°) درجو زاویې یا مایل درز ، افقي مرتسم نژدې له (d) سره مساوي کېږي ، د کود د شرایطو له مخې که د عرضاني سیخانو تر منځ فاصله $(S \le d/2)$ وي،نو د هر درز د مخنیوي د ډاډمنتیا لپاره لږ تر لږه یو عرضاني سیخ یا ګڼډمک په پام کې نیول کېږي. همداراز د کود د شرایطو له مخې که د عرضاني سیخانو تر منځ فاصله $(S \le d/4)$ وي ،نو ګاډر د عرضاني قوو د لوړ قیمت او اندازې سره د ممکنه پراخه درز کېدنې په وړاندې باید خوندي شي[126-138:18].

8.8- د اوسپنیزکانکرېټي ګاډرونو لپاره اعظمي عرضاني قوې
(Maximum Shear Force for Reinforced Concrete Beams)

د اوسپنیزکانکرېټي ګاډرونو له پاسه عاملي عرضاني قوې د دوو اجزاو ، د کانکرېټو مقاومې عرضاني قوې او د فولادي سیخانو مقاومې عرضاني قوې په واسطه زغمل کېږي . تجربو ښودلې ده ،چې بې له حده ډېرې لوړې عرضاني قوې د اغېزې لاندې پراخه درزکېدنې رامنځته کېږي ، چې مخنیوي یې د ځای په ځای شویو فولادي سیخانو په واسطه کېږي. د (ACI 318) کود دعرضاني قوو لپاره محدودیت ټاکلی دی ،چې په ګاډرونو کې یې د ځای په ځای شویو عرضاني سیخانو او کانکرېټو په واسطه یې مقاومت کېږي ، د لاندېنیو معادلو په واسطه تر مطالعې لاندې نیول کېږي:

که $(V_s \le \frac{2}{3}(\sqrt{f'_c}).b_w.d)$ یا $(V_s \le 4V_c)$ وي او یا $(V_u \le 5V_c = \frac{5}{6}\phi(\sqrt{f'_c}).b_w.d)$ وي ، نو ګاډر دعاملې عرضاني قوو په وړاندې د مقاوم کېدنې په وړاندې باید محاسبه شي.

که $(V_s > \frac{2}{3}(\sqrt{f'_c}).b_w.d)$ یا $(V_s > 4V_c)$ اویا $(V_u > 5V_c = \frac{5}{6}\phi(\sqrt{f'_c}).b_w.d)$ وي ، نو دګاډر مقطعه دعاملې عرضاني قوو په وړاندې کافی نه ده ، تر څو د هغې په وړاندې مقاومت وکړي.

که گاډر په داسې حالتونو کې واقع وي چې د عرضاني قوو په وړاندې کافي مقاومت نه شي کولی ، نو اړینه ده چې د ګاډر د عرضي مقطعې ابعاد لوی او یا هم د کانکرېټو د محاسبوي فشاري مقاومت (f'_c) ډېر شي [99-105:16].

د پورتني بحث پر بنسټ د کانکرېټي ګاډر د عرضاني سیخبندۍ لپاره د کود غوښتنې په لاندې ډول په لنډه توګه لیکو :

که لاندینی حالت شتون ولري ، نو عرضاني سیخانو ته په ګاډر کې کومه اړتیا نه لیدل کېږي:

$$V_u \leq \phi V_c/2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17.8)$$

که لاندینی حالت شتون ولري ،نو د عرضاني سیخانو تر منځ فاصله ($S \leq d/2$) او یا د (600 mm) ملي مترو څخه کوچنۍ وي.

$$\phi V_c/2 < V_u \leq 3V_c = \frac{1}{2}\phi\,(\sqrt{f'_c})\,.b_w\,.d \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18.8)$$

که لاندینی حالت شتون ولري ، نو د عرضاني سیخانو تر منځ فاصله($S \leq d/4$) او یا د (300 mm) ملي مترو څخه کوچنۍ وي.

$$\frac{1}{2}\phi\,\sqrt{f'_c}\,.b_w\,.d = 3V_c < V_u \leq 5V_c = \frac{5}{6}\phi\,\sqrt{f'_c}\,.b_w\,.d \ldots\ldots (19.8)$$

که لاندینی حالت شتون ولري، نو دګاډر مقطعه دعاملې عرضاني قوو په وړاندې کافي نه ده ، تر څو د هغې په وړاندې مقاومت وکړي.

$$V_u > 5V_c = \frac{5}{6}\phi\,\sqrt{f'_c}.b_w\,.d \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (20.8)$$

9.8- د عرضاني سیخانو اصغري مساحت

(Minimum Area of Shear Reinforcement)

په اوسپنیزکانکرېټي ګاډرونو کې فقط د لومړنې درز په پیدا کېدنې سره د عرضاني قوویا پرېکېدنې له اغېزې د ناڅاپي ماتېدنې د مخنیوي لپاره ، اړینه ده چې په مقطعې کې اصغري مقاومه عرضاني قوه تأمین شي. د (ACI 318) کود دلارښوونې پر بنسټ د عرضاني سیخان اصغري مساحت د لاندینی فورمول په واسطه پیدا کېږي [327,328:7]:

$$A_{vmin} = \frac{1}{16}\sqrt{f'_c}\ \frac{s.b_w}{f_y} \geq \frac{1}{3}\ \frac{s.b_w}{f_y} \quad \text{......................... (21.8)}$$

په کرېدنه کې د ویجاړېدنې یا تخریبېدنې تدریجي حالت ته په رسیدلو سره عرضاني ویجاړېدنه یا تخریببدنه هم واقع کېږي ،دا کرېدنه یا انحناء د عرضاني قوې له امله ، په اوسپنیزکانکرېټي ګاډر کې تدریجي ویجاړېدنې یا تخریببدنې ته رسیدنه په لاندې ډول ارایه کېږي:

a- کله چې کانکرېټو کې کششي درز کېدنه را منځته شي.

b- کله چې فولادي سیخان د تسلیمېدنې سره یو ځای د درز پراخیدنې او د شکل بدلون ډېریدنې حالت کې واقع شوي وي.

c- کله چې د کانکرېټو فشاري ماتېدنه را منځته شي.

د کوږوالي او انحناء له امله درزونه عمودي وي ، خو عرضاني درزونه په مایل ډول وي. د لوړ کیفیت پاېلې د لاسته راوړنې لپاره د کوږوالي (انحناء) په وړاندې سیخان ، د کوږوالي یا انحناء له امله درزونه په افقي ډول یا د(90°) درجو په زاویه قطعه کوي همدا راز عرضاني سیخان دعمودي ګڅړدمکونو په ډول ،چې عرضاني درزونو په وړاندې د(45°) درجو په زاویه ځای په ځای کېږي ، مناسبې او د قبلېدنې وړ اغېزمنې پاېلې لاسته راوړي[10 : 172].

10.8- د عرضاني سیخانو اعظمي مساحت

(Maximum Area of Shear Reinforcement)

د ډېرو عرضاني سیخانو یا ګڅړدمکونو کارېدنه د خدمتي یا ګټې اخیستنې بارونو لاندې د درزونو دعرض د ډېرېدنې لامل کېږي. د دې په پایله کې کانکرېټو ته د اوبو د ننوتنې (نفوذ) او د عرضاني سیخانو یا ګڅړدمکونو د زنګ وهلو لامل کېږي. تجربو ښودلې ده چې عرضاني سیخان یا ګڅړدمکونه د ($V_s = \frac{2}{3}\ \sqrt{f'_c}\ b_w d$) ظرفیت سره ، د خدمتي یا ګټې اخیستنې بارونو (بې له ضریبه) لاندې د فولادي سیخانو د تشنجاتو اندازه (240 MPa) میګاپاسکال ته رسېږي او د درزونو عرض تر (0.35 mm) ملي مترو پورې ډېرښت مومي.

نو له دې امله هرڅومره چې د عرضاني سيخانو قطر کوچني او تر منځ فاصله يې لږه وي ، نو د درزنو عرض محدودېږي.

د (ACI 318) کود دلارښوونې پر بنسټ د عرضاني سيخان اعظمي ، عرضاني قوه او مساحت د لاندينی فورمول په واسطه پيدا کېږي [328:7]:

$$V_s = \frac{2}{3}\sqrt{f_c'}\, b_w d \quad (22.8)$$

$$V_s \le 4V_c \quad (23.8)$$

$$V_n \le 5V_c \quad (24.8)$$

$$V_u \le 5\phi V_c \quad (25.8)$$

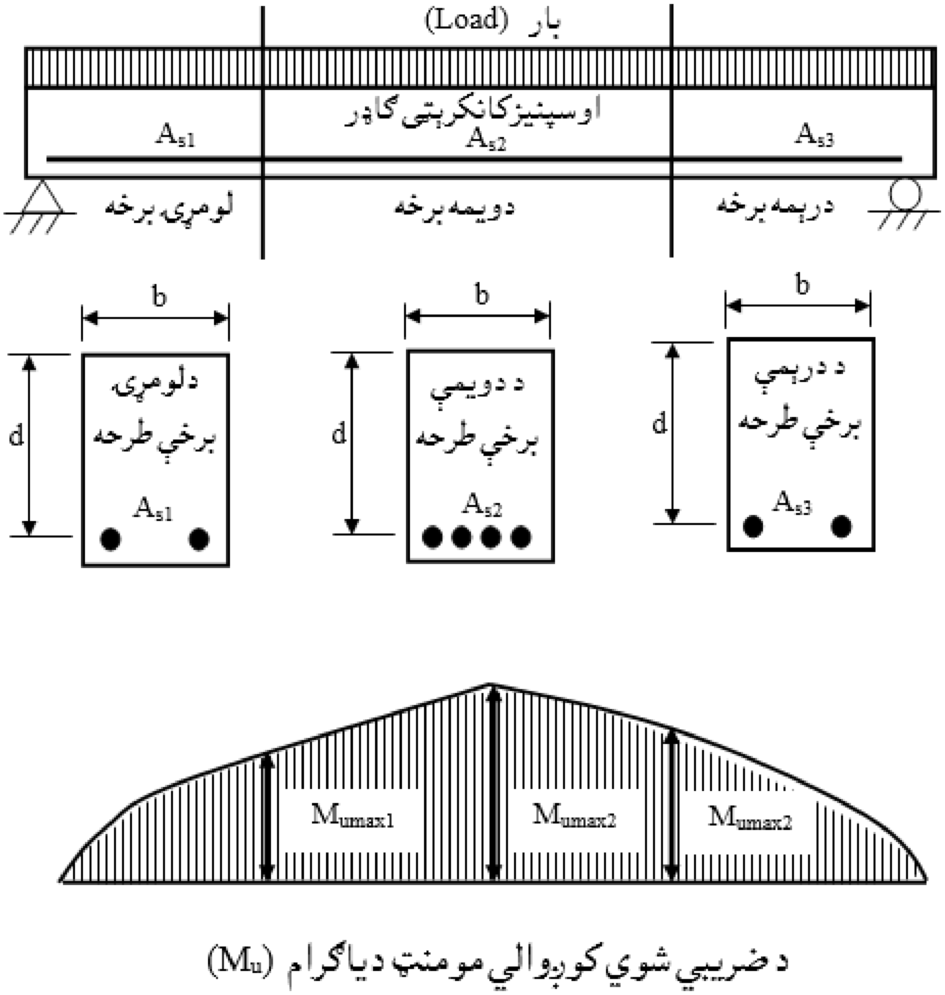
$$A_{vmin} = \frac{2}{3}\sqrt{f_c'}\,\frac{s.b_w}{f_y} \quad (26.8)$$

11.8 - د عرضاني قوو په وړاندې د محاسبې کړنلاره

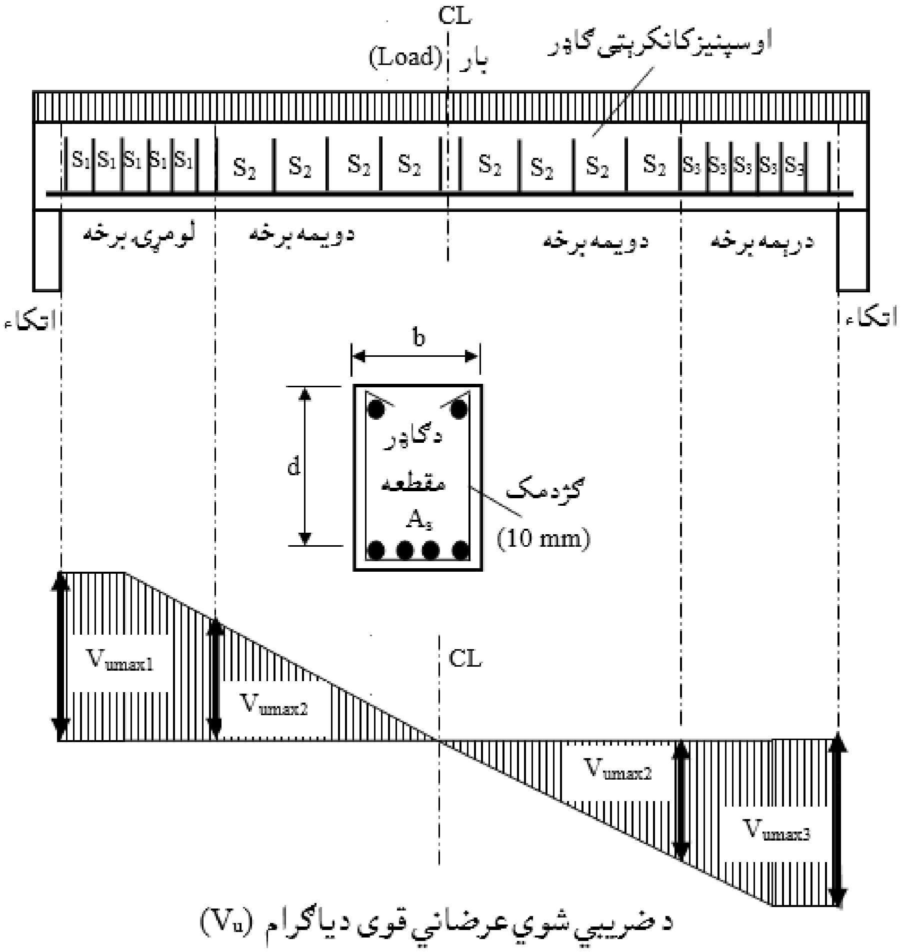
د کوږوالي (انحناء) محاسبې په واسطه د اوسپنيز کانکرېټي ګاډرونو د عرضي مقطعې دابعادو سمون، په لاس راځي. په لنډه توګه په کوږوالي کې د ګاډر د محاسبې لاسته راوړنه د عرض (b) ، فعالي ارتفاع (d) او د سيخبندی نسبت (ρ) پيدا کول دي. په پايله کې په کوږوالي کې د ګاډر محاسبه ، په ځانګړې توګه لکه په (22.8- شکل) کې د مقطعې د (M_u) او د موادو دخواصو پر بنسټ سرته رسېږي. لومړي د ګاډر د مقطعې ابعاد (b) او (d) او په انحناء کې د ګاډر د مقطعې د ابعادو او د نورو پاتې ثابتو ارقامو د پيدا کولو پربنسټ د ګاډر لپاره محاسبه بشپړېږي. دا چې د کوږوالي (انحنايي) مومنټ د ټيپيک کانکرېټي ګاډر په اوږدو کې بدلېږي ، نو په ګاډر کې برخې ټاکو ،چې د هرې ټاکلې شوې برخې لپاره (M_{umax}) څرګند دی. نو دا هره يوه برخه د (M_{umax}) پر بنسټ محاسبه کېږي. همدارازد ګاډر د مقطعې ابعاد غوره شوې دي ، خو د هرې بر خې محاسبه د دې لپاره سرته رسېږي چې د هغې له مخې د(ρ) قيمت پيدا او سيخان ځای په ځای شي . دا محاسبه د ټولو برخو لپاره سرته رسېږي.

لکه په (22.8- شکل) کې ګاډر په څو برخو وېشلو سره ، د څو عرضاني مقطعو په انحناء کې محاسبه سرته رسېږي . اړينه ده چې ګاډر بايد داسې په برخو ووېشل شي ، چې عملاً په جوړلو کې ستو نزې رامنځته نه شي. همدارنګه د سيخانو منظمول او لري کول بايد

د (ACI) کود د شرایطو سره سم سرته ورسېږي ، چې په راتلونکی کې به پر ي په تفصیل سره بحث وشي . د عرضاني قوو په محاسبه کې د ګڼدمکونو او د هغوی تر منځ د فاصلو پر پیداکولو فوکس کېږي او په کوږوالي کې د ګاډر د مقطعې د ابعادو او د نورو پاتې ثابتو ارقامو په پیداکولوکې سره د ګاډر لپاره محاسبه بشپړېږي . د عرضاني قوو په محاسبه د ګڼدمکونو منظمول ، په انحناء کې د ګاډر لپاره د ثابتو ارقامو دپیداکولو سره یو شانته ده . په کانکرېتي ګاډرونو کې په عام ډول سره د ګڼدمکونو له پار د (U) په شکل د سیخبندي (10 mm) سیخانو څخه سرته رسېږي . دا ډول ګڼدمکونه دوه ولاړ سیخان یا څانګی ($n = 2$)لري ، د هرې څانګې د سیخ د عرضي مقطعې مساحت ($a_s = 78\ mm^2$) او د دواړو څانګو د سیخانو د عرضي مقطعې مساحت ($A_v = 156\ mm^2$)کېږي . په انحناء کې محاسبه د کششي سیخانو مساحت (A_s) بدلون د ګاډر د وایې په اوږدو کې د (M_u) د قیمت پورې اړه لري او د عرضاني قوو په محاسبه کې د ګڼدمکونو تر منځ فاصلې د(V_u) له قیمت پورې اړه لري . لکه په کېږدنه یا انحناء کې د محاسبې لپاره ګاډر په بېلابېلو برخو وېشل کېږي او په هره برخه کې اعظمي عرضاني عامله قوه (V_{umax}) پیداکېږي او د هرې برخې د محاسبې لپاره ترې ګټه اخیستل کېږي [8:152-148].



22.8 - شکل: د کوږوالي (انحنايي) مومنټ لپاره د ګاډر محاسبه [176:10].



23.8 - شکل: د عرضاني قوو لپاره د ګاډر محاسبه [177:10].

دګاډر د هرې برخې محاسبه باید د (ACI) کود د شرایطو سره سم سرته ورسېږي ، چې د دې فصل اصلي موضوع جوړوي او په (23.8 - شکل) بڼه واضح شوې دی.

د کوږوالي د محاسبې لپاره د ګاډر په برخو وېشنه ، د عرضاني قوو د محاسبې لپاره په برخو وېشنې سره مطابقت نه کوي. دا ځکه یو له بل سره باید مطابقت و نه کړي ، چې د دې دواړو د محاسبې اصول او کړنلاره پر بنسټ‌ېزه توګه یو له بله سره توپیر لري. د بیلګې په توګه د یوه ساده اتکاء لرونکي ګاډر په محاسبه کې یوازې یوې برخې ته پاملرنه کېږي ، چې په هغې کې د سیخانو مساحت (A_s) څخه د (M_{umax}) پر بنسټ د ګاډر لپاره کار‌ېږي. خو د عرضاني قوو په محاسبه کې د ساده اتکاء لپاره هم لازمې ده ، چې ګاډر په درېو برخو وو ېشل شي ، چې دوه سره ورته برخې اتکاء ته نژدې او بله برخه په منځ کې په پام کې نیول کېږي [155-158:9].

(الف) - د ګاډر د عرضاني قوو محاسبې ته کتنه : په(23.8 - شکل) کې ښودل شوې عرضاني قوو اغېزې لاندې او سپنیزکانکرېټي ګاډر د عرضاني قوو محاسبې ته د کتنې موخه هغه کافي او عملي (مناسبه جوړونه) محاسبې لاسته راوړنه ده. چې په دې اړه ځېنې پاملرنې په لاندې ډول په ګوته کېږي:

1- د اتکاء له پاسه دګاډر برخې د ګڼډمکونو ځای په ځای کولو ته اړیتا نه لري، دا ځکه چې د اتکاء له پاسه د عرضاني قوو اغېزه په پام کې نه نیول کېږي.

2- د ګاډر په پېل کې د ګڼډمکونو وېشنه د موقیعیت له مخې داسې سرته رسېږي ، چې لومړي ګڼډمک د ګاډر د اتکاء له اړخ څخه له(50 mm) څخه تر (75 mm) پورې لیري ځای په ځای کېږي ،تر څو د اتکاء په اړخ کې د لومړي مایل درز مخنیوي وشي [19:264-258].

3-د وایې منځ ته نژدې د عاملې عرضاني قوې (V_u) د ټیټ قیمت دبدې اغېزې ، د مخنیوي لپاره د ټول ګاډر په اوږدو کې ګڼډمکونه په ډېر احتیاط سره باید محاسبه شي ، تر څو د ناڅاپي عرضاني قوو په وړاندې مقاوم شي ، لکه چې په مخکې چې ترې یادونه وشوه.

4- په هره برخه کې په منظمه توګه د ګڼډمکونو ځای په ځای کول او کله داسې هم پېښېږي چې په نژدې برخې کې هم ځای په ځای شي. د دوو ګڼډمکونو تر منځ فاصله مستقیماً د جدا شویو برخو تر منځ د لیکې په څېر په پام کې نیول کېږي. د دې فاصلو لپاره د دوو نژدې جدا شویو برخو تر منځ د ګڼډمک فاصله تر ټولو کوچنۍ اندازه په پام کې نیول کېږي. د دې حل له مخې د ګڼډمکونو د کارېدنې اندازه ډېرېږي او په پایله کې په ګاډر کې د عرضاني قوو په وړاندې مقاومت لوړېږي.

5- د ګڼډمکونو وېشنه او ځای په ځای کېدنه د ګاډر د دواړو اتکاء ګانو د اړخ څخه پېل کېږي او د ګاډر په اوږدو کې ادامه پیدا کوي او د ګاډر مرکزی لیکې ته په متناظر ډول ځای په ځای کېږي. که دګڼډمکونو شمېره طاق وي، نو سره له دې چې د عرضاني قوو په وړاندې د ګاډر په محاسبه کې داسې نه پېښېږي او که پېښ شو ، نو ګڼډمکونه د سره بیا وېشل کېږي او یا د سره بیا ګاډر د عرضاني قوو په وړاندې محاسبه کېږي ، تر څو د هغې مخنیوي وشي او ګاډر اغېزمن جوړ شي [12:245-187].

(ب) - **د جدا شویو برخو لپاره د ګڼدمک محاسبه:** د جدا شویو برخو لپاره د عرضاني سیخانو یا ګڼدمکونو محاسبه په لاندې ډول سرته رسېږي:

1- د عرضاني قوو په وړاندې د ګاډر د بېلوا شوو برخو لپاره د ، د ګاډر د عرضاني مقطعې ابعاد او د جدا شویو برخو اعظمي محاسبوي عرضاني قوې (V_{umax}) شتون اړین دی . د ګاډر د عرضاني مقطعې ابعاد په انحناء کې د ګاډر د محاسبې څخه په لاس راځي. د ګاډر د جدا شویو برخو اعظمي محاسبوي عرضاني قوې (V_{umax}) د ګاډر د ضریبې شویو عرضاني قوو د ساختمان د تحلیل د لارې په لاس راغلي دیاګرام څخه پیدا کېږی.

2- ګڼدمک داسې فرضوو ، چې د (a_s) او (A_v) قیمتونه په اسانۍ سره په لاس راوړو . لکه په عام ډول سره د ګڼدمک لپاره (U) په شکل (10 mm) قطر لرونکي سیخان چې د یو ولاړ سیخ د عرضي مقطعې مساحت ($a_s = 78\ mm^2$) او د دوو ولاړو سیخانو د عرضي مقطعې مساحت یې ($A_v = 156\ mm^2$) کېږي او په اسانۍ سره کړېږي ، کارول کېږي. همداراز په عامه توګه په یوه موقیعیت کې کېدی شي ، چې څو (U) په شکل (10 mm) قطر لرونکي سیخانو ګڼدمکونه په پام کې ونیول شي ، تر څو د (A_v) اندازه ډېره شي. د لوړ قطر لرونکي سیخان ډېر ستونزمن دي ، چې د شکل ورکولو لپاره کارېږ شي ، نو له همدې امله د ګڼدمکونو لپاره د (10 mm) قطر لرونکي سیخانو څخه ، چې د (U) په شکل وي ، فرضېږي. د ګاډر د عرضاني قوو په وړاندې او په ځانګړې توګه د ګڼدمکونو تر منځ د محاسبې پر بنسټ ، دا فرضېدنه د قبلېدنې وړ ده .

3- د ګاډر د جدا شویو برخو لپاره ($V_u = V_{umax}$) او د (17.8) څخه تر (20.8) معادلو پورې کارېږي ، چې:

- a- که عرضاني سیخانو ته اړتیا وي ، نو د (17.8) معادلې پر بنسټ پیدا کېږي. خو سره له دې هم د لا خوندي کېدنې او ښې جوړېدنې لپاره د (ACI 318) کود د ګاډر په اوږدو کې د عرضاني سیخانو د ځای په ځای کېدنې په هکله لارښوونه کوي .
- b- که د ګاډر مقطعه مناسبه او وړ وي ، نو د عاملې عرضاني قوې (V_u) په وړاندې مقاومت د (20.8) معادلې پر بنسټ پیدا کېږي.
- c- د ګڼدمکونو تر منځ اعظمي فاصله د (18.8) او د (19.8) معادلو پر بنسټ پیدا کېږي.

4- د (V_s) قیمت د (16.8) معادلې پر بنسټ پیدا کېږي. سر بېره پر دې ، د عاملې عرضاني قوې (V_u) په وړاندې د مقاومت لپاره ، د اړینو عرضاني سیخانو تر منځ فاصله د (27.8) معادلې پر بنسټ پیدا کېږي ، چې په لاندې ډول یې بیا لیکو:

$$S = a_v.f_y.d/V_s \dots\dots (27.8)$$

5- د درېم او څلورم قدم پر بنسټ ، د جدا شویو برخو لپاره د ګڼډمکونو تر منځ فاصله ټاکل کېږي. دا انتخاب شوې فاصله باید په درېم قدم کې له پیدا کېدونکې فاصلې څخه کوچنۍ او یا مساوي وي ، تر څو د درزکېدنې په هکله د کود غوښتنو ته دقبلېدنې وړ وي او یا هم په څلورم قدم کې د پیدا کېدونکې فاصلې څخه کوچنۍ او یا ورسره مساوي وي ، تر څو د درزکېدنې په هکله د کود د غوښتنې ته دقبلېدنې وړ وي ، چې د عاملې عرضاني قوې په وړاندې مقاومت وکړي. سربېره پر دې ، دټاکل شویو ګڼډمکونو تر منځ فاصله (s) باید په (50 mm) ملي متره یا (75 mm) ملي متره کې د ګاډر د ښې جوړېدنې او محاسبې لپاره ضرب شي.

6- دا باید دقېقه شي ، چې په دویم قدم کې فرض شوي ګڼډمکونه د (A_{vmin}) لپاره د (ACI) کود د غوښتنو سره یو شانته دی او که نه ، نو په پنځم قدم کې د ټاکل شوې فاصلې لپاره د (26.8) معادله کارېږي.

د هرې ځانګړې شوې برخې لپاره د عرضاني سیخانو په وړاندې محاسبه سرته رسېږي، په لاس راغلي ګڼمکونه او په ګاډر کې د هغې ځای په ځای کېدنه باید د هرې جدا شوې برخې لپاره د محاسبې او د عرضاني سیخانو یا ګڼډمونو د ځای په ځای کېدنې له پلوه د مخکنیو د(15.8) او (16.8) بر خو کې د بحث له مخې د قناعت او قبلېدنې وړ وي.

د عرضاني قوې په وړاندې ولاړیا عمودي ګڼډمکونه ډېر مناسب او وړ دي ، دا ځکه چې د عاملې عرضاني قوې (V_u) علامه (مثبت یا منفی) پر ې کومه اغېزه نه کوي. ولاړیا عمودي ګڼډمکونه د مثبتو او یا منفی عرضاني قوو له امله د دواړو مسطحو یا (45°)درجو زاویې بحراني عرضاني درز په وړاندې وړتیا ښیي لکه په (19.8- شکل) کې چې ښودل شوې دی[10:209-185].

1.8- مثال: یوا وسپنـــیزکانکـــرېټي ګاډر چې د مقطعې ابعـــاد يې (b = 300 mm) ، (h = 500 mm) په پام کې ونیسۍ ، کـه په دې ګاډر کې عـرضاني فولادي سیخانو د (U) په شکل ، چې قطر يې (10 mm) او تر منځ فاصله يې (80 mm) وي. که (f'_c = 35 MPa) او (f_y = 400 MPa) وي ،نو د دې ګاډر د عرضاني قوو په وړاندې د مقاوم کېدنې ظرفیت په لاس راوړئ.

حل: دا مثال د ګاډر د مقطعې د عرضاني قوو په وړاندې تحلیل په اړوند دی ، دا چې په ګاډر باندې د وارده بارونو له اغېزې د کوږوالي مومنټ په اړ څه معلومات نه شته ، نو د (V_c) د محاسبې لپاره د ساده طرېقې څخه ګټه اخلو:

$$d = 500 - 65 = 435 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f'_c}\, b_w d = \frac{1}{6} \times \sqrt{35} \times 300 \times 435 = 128.7 \times 10^3 \text{ N} = 128.7 \text{ KN}$$

$$2V_c = \frac{1}{3}\sqrt{f'_c}\, b_w d = 2 \times 128.7 \times 10^3 = 257.4 \times 10^3 \text{ N} = 257.4 \text{ KN}$$

$$A_v = 2 \times \left(\frac{\pi d^2}{4}\right) = 2 \times \left(\frac{\pi \times 10^2}{4}\right) = 157 \text{ mm}^2$$

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s} = \frac{157 \times 400 \times 435}{80} = 341.5 \times 10^3 \text{ N} = 341.5 \text{ KN}$$

$$V_s = 341.5 \times 10^3 \text{ N} > 2V_c = 257.4 \times 10^3 \text{ N}$$

دا چې ($V_s > 2V_c$) دی ، نو د ګڼ د مکونو تر منځ اعظمي فاصله له ($d/4 = 435/4 = 108$ mm) او یا (300 mm) دواړو قیمتونو کې چې هریو کوچني وي (100 mm) قبلېږي. نو د پورتنۍ محاسبې څخه جوته شوه چې په پام کې نیول شوې فاصله (s = 80 mm) له (S_{max} = 100 mm) څخه کوچنۍ ده ، نو درسته ده.

د عرضاني قوو په وړاندې د مقطعې د مقاومت ظرفیت په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$V_n = V_c + V_s = 128.7 + 341.5 = 470.2 \text{ KN.}$$

$$\phi V_n = 0.75 \times 470.2 = 352.7 \text{ KN.}$$

2.8- مثال :یــو ســاده اتکاء لــرونکي اوسپنیزکانکــرېټي ګاډر په اوږدو کې عرضاني سیخان محــاسبه کړئ ،که د وايې اوږدوالی يې (10 m) او د مقطعې ابعاديې (b_w=350mm) ، (d = 520 mm) او (h = 600 mm) وي او همـــدارازلـــه پــاسه يې د ګاډر د وزن سره (W_D = 35 KN/m) مړ بار او (W_L = 18 KN/m) ژوندي بار عمل کړې وي ، که که (f'$_c$ = 21 MPa) او (f_y = 300 MPa) وي.

حل: د هر څه نه وړاندې د ګاډر له پاسه ضريبي شوي بار او د هغې له اغېزې په اتکاګانو کې عرضاني قوې پيداکېږي:

W_u = 1.2 W_D + 1.6 W_L = 1.2 x 35 + 1.6 x 18 = 70.8 KN/m.

V_A = V_B = W_u (L/2) = 70.8 x (10/2) = 354 KN.

او س د هري جدا شوې برخې اوږدوالی او عرضاني قوې په لاس راوړو:

لومړی او دريمه برخه له اتکاګانو څخه د (d = 520 mm) په فاصله کې موقيعيت لري ، چې په ترتيب سره يې اندازې مساوي کېږي په:

د لومړۍ برخې اوږدوالی له چپ لوری اتکاء څخه د (0.52 m) په اندازه موقيعيت لري ، چې عرضاني قوه يې مساوي کېږي په:

$$V_u = W_u\left(\frac{L}{2} - d\right) = 70.8 \times \left(\frac{10}{2} - 0.52\right) = 317.2 \text{ KN.}$$

د دويمې برخې اوږدوالی له ښي لورې اتکاء څخه په (0.52 m) فاصله موقيعيت لري ، چې عرضاني قوه يې مساوي کېږي په:

$$V_u = W_u\left(\frac{L}{2} - d\right) = 70.8 \times \left(\frac{10}{2} - 0.52\right) = 317.2 \text{ KN.}$$

د دريمې برخې اوږدوالی له چپې او هم د ښې لوری اتکاءڅخه په (L/4 = 10/4 = 2.5 m) په فاصله موقيعيت لري، چې عرضاني قوه يې مساوي کېږي په:

$$V_u = W_u\left(\frac{L}{2} - \frac{L}{4}\right) = 70.8 \times \left(\frac{10}{2} - \frac{10}{4}\right) = 177 \text{ KN.}$$

هغه عرضاني قوه چې کانکرېټ يې زغمي مساوي کېږي په:

$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f'_c}\, b_w d = \frac{1}{6} \times \sqrt{21} \times 350 \times 520 = 139 \times 10^3 \text{ N} = 139 \text{ KN}$$

$$2V_c = \frac{1}{3}\sqrt{f'_c}\, b_w d = 2 \times 139 \times 10^3 = 278 \times 10^3 \text{ N} = 278 \text{ KN}$$

له اتکاګانو څخه د فعالې ارتفاع په فاصله کې عرضاني قوه (V_u = 317.2 KN) د کانکرېټو د ($\phi V_c/2$ = 0.75 x 139/2 = 52.13 KN) څخه لویه ده ، نو د عرضاني سیخان د ځای په ځای کولو لپاره اړینه محاسبه تر سره شي . همدا راز د کانکرېټو د مقاومې عرضاني قوې (ϕV_c) او د اغېزې فاصلې که په (X_c) او (X_m) وښودل شي ، په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$X_c = \frac{V_u@support - \phi V_c}{W_u} = \frac{354 - 104.25}{70.8} = 3.53 \text{ m}$$

$$X_m = \frac{V_u@support - \phi V_c/2}{W_u} = \frac{354 - 52.13}{70.8} = 4.26 \text{ m}$$

نو د عرضاني سیخانو لپاره (12 mm) قطر لرونکي سیخان چې د (U) شکل ولري په پام کې نیول کېږي ، چې په یو ګڼدمک کې د دوو ولاړو سیخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_v = 2 \text{ x } \left(\frac{\pi d^2}{4}\right) = 2 \text{ x } \left(\frac{\pi \text{ x } 12^2}{4}\right) = 266 \text{ mm}^2$$

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} = \frac{\left(\frac{V_u}{\phi}\right) - V_c}{f_y d} = \frac{\left(\frac{317.2 \, x \, 10^3}{0.75}\right) - 139 \text{ x } 10^3}{300 \, x \, 520} = 1.82 \text{ mm}$$

اوس د ګاډر د مقطعې په تنه کې اعظمي او اصغري عرضاني سیخان یا ګڼدمکونه محاسبه کوو:

$$V_s = \left(\frac{V_u}{\phi}\right) - V_c = \left(\frac{317.2}{0.75}\right) - 139 = 283.9 \text{ KN} < 4V_c = 4 \text{ x } 39 = 556 \text{ KN.}$$

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{min} = \frac{1}{16}\sqrt{f_c'}\,\frac{b_w}{f_y} \geq \frac{1}{3}\,\frac{b_w}{f_y}$$

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{min} = \frac{1}{16}\sqrt{21}\,\frac{350}{300} = 0.4 \text{ mm} < \frac{1}{3}\,\frac{b_w}{f_y} = \frac{1}{3} \text{ x } \frac{350}{300} = 0.39 \text{ mm}$$

د پورتنۍ محاسبې له مخې $\left(\frac{A_v}{s}\right)_{min}$ = 0.39 mm قبلېږي.

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} = 1.82 > \left(\frac{A_v}{s}\right)_{min} = 0.39 \text{ mm}$$

$$S_{req} = \frac{A_v}{\left(\frac{A_v}{s}\right)req} = \frac{226}{1.82} = 124 \text{ mm}$$

دا چې (V_s = 283.9 KN > 2 V_c = 278 KN) دی ، نو د ګڼدمکونو ترمنځ اعظمي فاصله له ($d/4$ = 520/4= 130 mm) ، یا (300 mm) دواړو او په لاس راغلې (S = 124 mm) قیمتونو کې کوچنۍ قیمت (124 mm) قبلېږي. نو په پایله کې اتکاګانو ته د فعالې ارتفاع

په فاصلې سره د ګاډر تر (L/4 = 2.5m) اوږدوالي پورې د عرضاني سیخانو یا ګژدمکونو لپاره (12 mm@124 mm C/C) ځای په ځای کېږي.

د ګاډر له اتکاګانو څخه له (L/4 = 2.5m) اوږدوالي څخه تر نیمایې پورې عرضاني سیخانو لپاره محاسبه په لاندې ډول سرته رسوو:

هغه عرضاني قوه چې په (L/4 = 2.5m) فاصله کې له اتکاء څخه واقع ده (V_u = 177 KN) له د کانکریټو د ($\phi V_c/2$ = 0.75 x 139/2 = 52.13 KN) څخه لویه ده ، نو د عرضاني سیخان د ځای په ځای کولو لپاره اړینه محاسبه تر سره شي.

نو د عرضاني سیخانو لپاره (12 mm) قطر لرونکي سیخان چې د (U) شکل ولري په پام کې نیول کېږي ، چې په یو ګژدمک کې د دوو ولاړو سیخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_v = 2 \times \left(\frac{\pi d^2}{4}\right) = 2 \times \left(\frac{\pi \times 12^2}{4}\right) = 266\ mm^2$$

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} = \frac{\left(\frac{V_u}{\phi}\right) - V_c}{f_y d} = \frac{\left(\frac{177 \times 10^3}{0.75}\right) - 139 \times 10^3}{300 \times 520} = 0.62\ mm$$

اوس د ګاډر د مقطعې په تنه کې اعظمي او اصغري عرضاني سیخان یا ګژدمکونه محاسبه کوو:

$$V_s = \left(\frac{V_u}{\phi}\right) - V_c = \left(\frac{177}{0.75}\right) - 139 = 97\ KN < 4V_c = 4 \times 139 = 556\ KN.$$

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{min} = \frac{1}{16}\sqrt{f'_c}\ \frac{b_w}{f_y} \geq \frac{1}{3}\ \frac{b_w}{f_y}$$

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{min} = \frac{1}{16}\sqrt{21}\ \frac{350}{300} = 0.4\ mm < \frac{1}{3}\ \frac{b_w}{f_y} = \frac{1}{3} \times \frac{350}{300} = 0.39\ mm$$

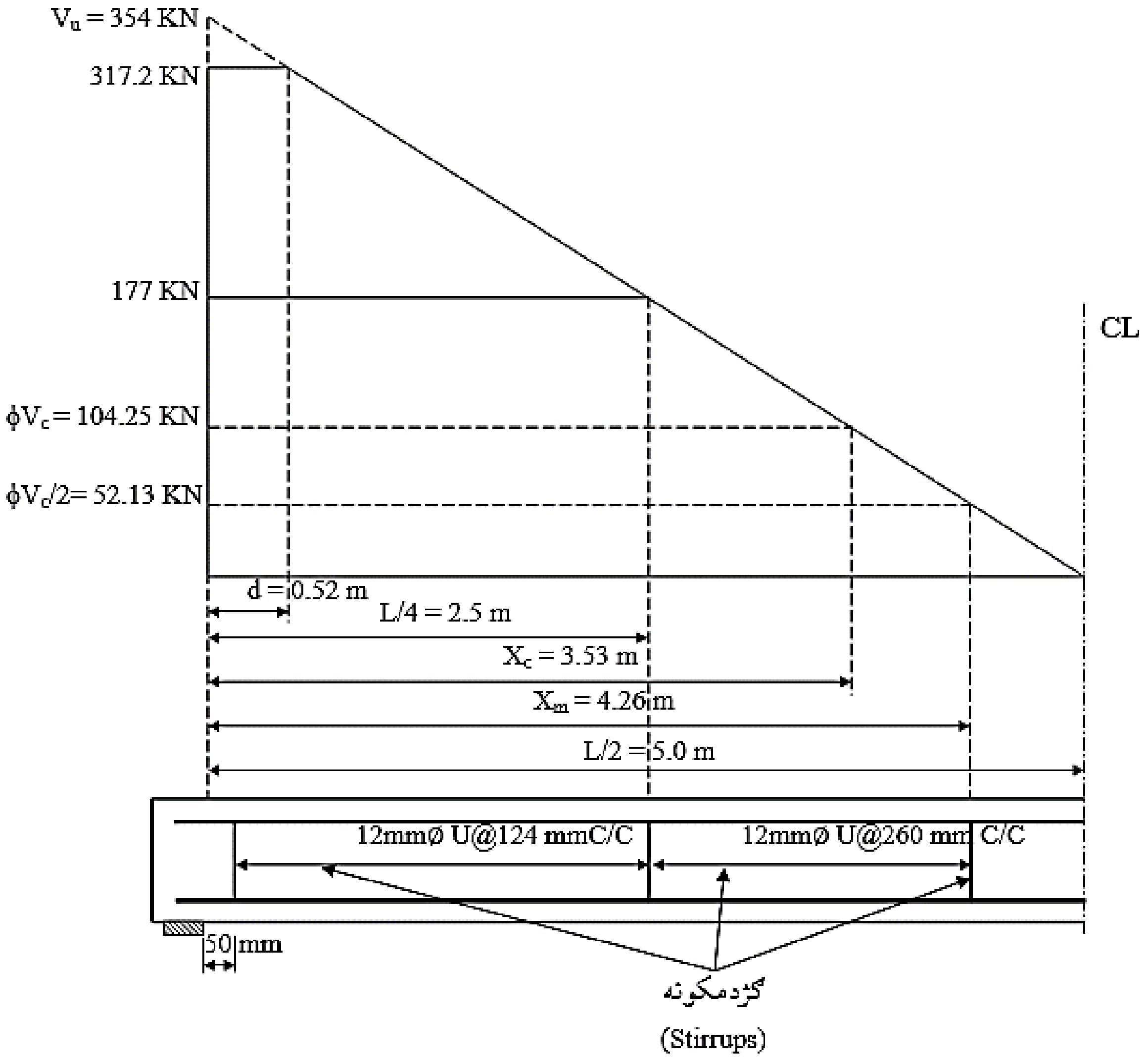
د پورتنۍ محاسبې له مخې $\left(\frac{A_v}{s}\right)_{min}$ = 0.39 mm قبلېږي.

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} = 0.62\ mm > \left(\frac{A_v}{s}\right)_{min} = 0.39\ mm$$

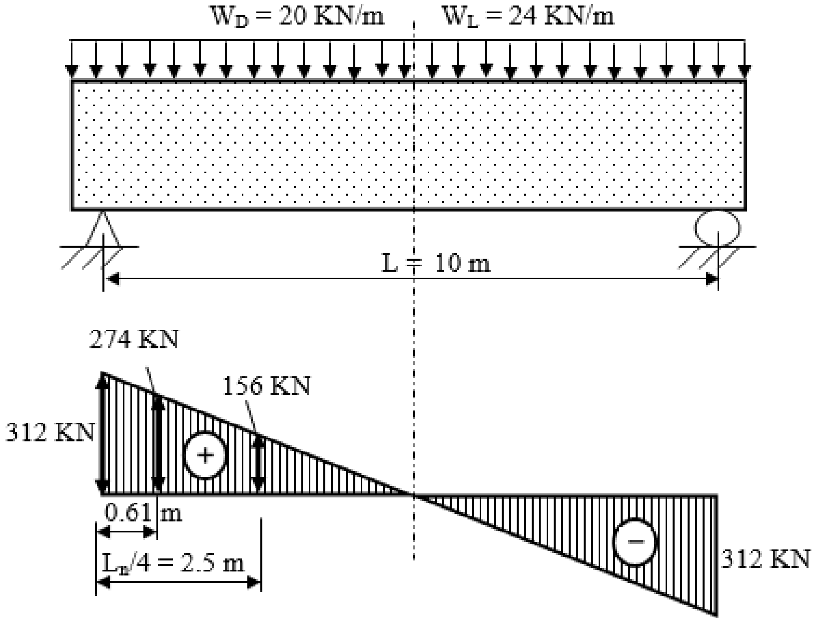
$$S_{req} = \frac{A_v}{\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req}} = \frac{226}{0.62} = 579\ mm$$

دا چې (V_s = 97 KN < 2 V_c = 278 KN) دی ، نو د ګژدمکونو ترمنځ اعظمي فاصله له (d/2 = 520/4= 260 mm) ، (600 mm) او په لاس راغلی (S = 579 mm) قیمتونو کې کوچنی قیمت (260 mm) قبلېږي . نو په پایله کې اتکاګانو ته له (L/4 = 2.5m)

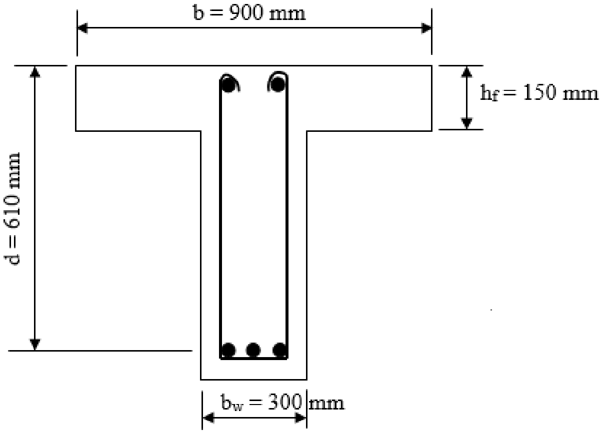
فـاصلــې سره د ګاډر په منځنۍ فاصلـه کـې د عـرضـاني سيخـانـو يا ګــژدمکــونو لــپاره (12 mm@260 mm C/C) ځای په ځای کېږي.



3.8- مثال: په لاندینی شکل کې ښودل شوي ساده اتکاء لرونکې T- ډوله او سپنیزکانکرېتي ګاډر له پاسه یو شانته د خپل وزن په ګډون (W_D = 20 KN/m) مړ بار او (W_L = 24 KN/m) ژوندي بار واقع دي. د دې ګاډر لپاره چې د وایې اودوالی یې (L = 10 m) دي ، عرضاني سیخان یا ولاړ ګڼډمکونه محاسبه کړئ ، که د کانکرېټو فشاري مقاومت (f'_c = 25 MPa) او په کوږوالي کې د فولادي سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت (f_y = 420 MPa) وي.



د عرضاني قوو دیاګرام (V_u)



حل:

1- په لومړي قدم کې د ګاډر له پاسه نهايې ضريبې شوې بار په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$W_u = 1.2 \text{ x } W_D + 1.6 \text{ x } W_L = 1.2 \text{ x } 20 + 1.6 \text{ x } 24 = 62.4 \text{ KN/m.}$$

2- له اتکاء سره عرضاني قوه د عرضاني قوو د دياګرام له مخې مساوي کېږي په:

$$V_u = W_u.\ L/2 = 62.4 \text{ x } (10/2) = 312 \text{ KN} \Rightarrow V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{312}{0.75} = 416 \text{ KN.}$$

3- له اتکاء څخه د فعالې ارتفاع (d = 0.61 m) په فاصله عرضاني قوه مساوي کېږي په:

$$V_u \text{ at } d = \frac{312}{5.0}(5.0 - 0.61) = 274 \text{ KN/m}$$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{273.94}{0.75} = 365.25 \text{ KN.}$$

4- اوس معلوموو چې ايا د (ACI 318) کود د لارښوونې له مخې د عرضاني سيخانو اړتيا شته که نه، د دې لپار په لاندې ډول کړنه تر سره کوو:

که $(V_n \leq V_c/2)$ نو د عرضاني سيخانو محاسبې ته اړتيا نه ليدل کېږي. اوس د (V_c) قيمت په لاندې ډول پيدا کوو:

$$V_c = \lambda\left(\frac{\sqrt{f_c'}b_w d}{6}\right) = 1 \text{ x } \left(\frac{\sqrt{25} \text{ x } 300 \text{ x } 610}{6}\right) = 152{,}500 \text{ N} = 153 \text{ KN.}$$

$$V_n = 365.25 \text{ KN} > V_c/2 = 153/2 = 76.5 \text{ KN}$$

نو له دې امله اړينه ده، چې عرضاني سيخان محاسبه تر سره شي.

5- اوس معلوموو چې مقطعه کولي شي اعظمي نومينالي عرضاني قوه وزغمي يا نه، نو د دې لپاره په لاندې ډول کړنه تر سره کوو:

$$V_{nmax} = \left(\frac{V_u}{\phi}\right)_{max} = V_c + V_{smax} = \left(\frac{2}{3} + \frac{1}{6}\right)\sqrt{f_c'}b_w d$$

$$V_{nmax} = 5V_c = 5 \text{ x } 153 = 765 \text{ KN.}$$

له اتکاء څخه د فعالې ارتفاع په فاصله کې $\left(V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{273.94}{0.75} = 365.25 \text{ KN}\right)$ کېږي، داچې $(V_n = 365.25 \text{ KN} < V_{nmax} = 765 \text{ KN})$ نو د ګاډر مقطعه کافي ده.

6- د عرضاني سيخانو يا ګژدمکونو تر منځ فاصله د پيدا کولو لپاره د عرضاني سيخانو قطر (10 mm) ملي متره، چې $(f_y = 300\text{MPa})$ دی غوره کوو، (U) شکله او يا تړلي شکله ګژدمک کې دوه ولاړ سيخان د عرضاني قوو په وړاندې کارکوي، نو مساحت يې (A_v) په لاندې ډول پيدا کوو:

$A_v = 2 \text{ x } (\frac{\pi d^2}{4}) = 2 \text{ x } (\frac{3.14 \text{ x } 10^2}{4}) = 157 \text{ mm}^2.$

اوس هغه عرضاني قوه په لاس راوړو چې د عرضاني سيخانو په واسطه زغمل کېږي:

$V_s = 2V_c = \frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\, b_w d = \frac{1}{3} \text{ x } \sqrt{25} \text{ x } 300 \text{ x } 610 = 305{,}000 \text{ N} = 305 \text{ KN}.$

خو د فعالې ارتفاع په فاصله د عرضاني سيخانو په واسطه زغمېدونکې عرضاني قوه په لاندې ډول په لاس راوړو:

$V_s = V_n - V_c = (\frac{V_u}{\phi}) - V_c = 365.25 - 153 = 212.25 \text{ KN}.$

دا چې ($V_s = 212.25 \text{ KN} < 2V_c = 305 \text{ KN}$) ده ، نو دعرضاني سيخانو تر منځ فاصله (d/2 = 610/2 305 mm) او يا (600 mm) خو په دې دواړو قيمتونو کې چې کوم يو کوچنی قيمت وي هماغه قبلېږي ، نو د عرضاني سيخانو تر منځ فاصله (s = 305 mm) قبلوو.

$S \leq \frac{A_v f_y d}{(\frac{V_u}{\phi}) - V_c} = \frac{157 \text{ x } 300 \text{ x } 610}{(\frac{156}{0.75} \text{ x } 1000) - (153 \text{x } 1000)} = 522 \text{ mm}$

7- د عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو اصغري مساحت په لاندې ډول پيدا کوو:

$A_{vmin} = \frac{1}{16}\sqrt{f_c'}\, \frac{s.b_w}{f_y} \geq \frac{1}{3}\, \frac{s.b_w}{f_y}$

$A_{vmin} = \frac{1}{16}\sqrt{25}\, \frac{305\, x\, 300}{420} = 68 \text{ mm}^2$

$\frac{1}{3}\, \frac{s.b_w}{f_y} = \frac{1}{3} \text{ x } \frac{305 \text{ x } 300}{420} = 72 \text{ mm}^2$

دا چې ($A_{vmin} = 68 \text{ mm}^2 < \frac{1}{3}\, \frac{s.b_w}{f_y} = 72 \text{ mm}^2$) دی ، نو دعرضاني سيخانو اصغري مساحت ($A_{vmin} = 72 \text{ mm}^2$) ، خو په ګاډر کې د ځای په ځای کېدونکو عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونوکې د دوه ولاړو سيخانو مساحت ($A_v = 157 \text{ mm}^2$) له اصغري مساحت څخه ډېر دی. نو په پایله کې په ګاډر کې له اتکاء څخه دفعالې ارتفاع په فاصله تر ($L_n/4 = 10/4 = 2.5$ m) فاصلې پورې (10mm @ 305 mm) په فاصله عرضاني سيخان يا ګڼدمکونه ځای په ځای کېږي.

8- اوس له اتکاء څخه د (2.5 m) په فاصله نهايي عرضاني قوه (V_u) په لاندې ډول پيدا کوو:

$V_u \text{ at } (2.5 \text{ m}) = \frac{312}{5.0}(5.0 - 2.5) = 156 \text{ KN/m}$

$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{156}{0.75} = 208 \text{ KN}.$

$$V_s = V_n - V_c = \left(\frac{V_u}{\phi}\right) - V_c = 208 - 153 = 55 \text{ KN}.$$

دا چې ($V_s = 55$ KN < $2V_c = 305$ KN) ده ، نو دعرضاني سيخانو تر منځ فاصله (d/2 = 610/2 305 mm) او يا (600 mm) خو په دې دواړو قيمتونو کې چې کوم يو کوچنی قيمت وي هماغه قبلېږي ، نو د عرضاني سيخانو تر منځ فاصله (s = 305 mm) قبلوو.

$$S \le \frac{A_v f_y d}{\left(\frac{V_u}{\phi}\right) - V_c} = \frac{157 \text{ x } 300 \text{ x } 610}{\left(\frac{156}{0.75} \text{ x } 1000\right) - (153 \text{x } 1000)} = 522 \text{ mm}$$

9- د عرضاني سيخانو يا ګژدمکونو اصغري مساحت په لاندې ډول پيدا کوو :

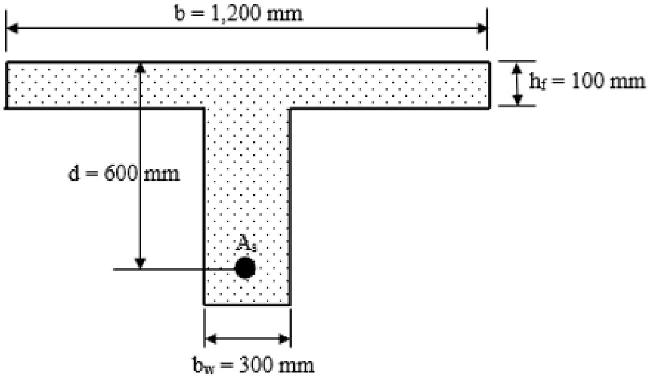
$$A_{vmin} = \frac{1}{16}\sqrt{f_c'}\,\frac{s.b_w}{f_y} \ge \frac{1}{3}\,\frac{s.b_w}{f_y}$$

$$A_{vmin} = \frac{1}{16}\sqrt{25}\,\frac{305\, x\, 300}{420} = 68 \text{ mm}^2$$

$$\frac{1}{3}\,\frac{s.b_w}{f_y} = \frac{1}{3} \text{ x } \frac{305 \text{ x } 300}{420} = 72 \text{ mm}^2$$

دا چې ($A_{vmin} = 68 \text{ mm}^2 < \frac{1}{3}\frac{s.b_w}{f_y} = 72 \text{ mm}^2$) دی ، نو دعرضاني سيخانو اصغري مساحت ($A_{vmin} = 72$ mm^2) ، خو په ګاډر کې د ځای په ځای کېدونکو عرضاني سيخانو يا ګـژدمکـونوکې د دوه ولاړو سيخانو مساحـت ($A_v = 157$ mm^2) لــه اصغـري مساحـت څخــه ډېــر دي. نــو پــه پابلــه کــې پــه ګاډر کې له اتکاء څخه د (2.5 m) په فاصله تر ($L_n/2 = 10/2 = 5$ m) فاصلې پورې (10mm @ 305 mm) په فاصله عرضاني سيخان يا ګژدمکونه ځای په ځای کېږي.

4.8- مثال : په لاندیني ښودل شوي ګاډر مقطعې کې د ګاډر د محاسبې لپاره د اړینو ګڅږدمکونو تر منځ فاصله وټاکئ ، په داسې حال کې ،چې د(V_u) قیمتونه په لاندې ډول ورکړل شوي او ($f'_c = 25$ MPa) او($f_y = 420$ MPa) وي.



V_u
50 KN
60 KN
85 KN
110 KN
180 KN
220 KN
310 KN
400 KN
530 KN
580 KN

حل: لاندیني جدول د ګاډر د محاسبې لپاره په لنډه توګه د کود کارېدونکې غوښتنې ښیي:
په ګاډر کې د ګڅږدمکونو تر منځ فاصلو د محاسبې لپاره لاندینی معلومات په پام کې نیول شوی دی:

1. د ګڅږدمک لپاره (10 mm) سیخان قبول شوی دی ، چې شکل یې (U) ډوله او مساحت یې د ($A_v = 78\ mm^2$) سره مساوي کېږي.
2. د (V_c) او(ϕV_c) قیمتونه دا رنګه پیدا کېږي:

$$V_c = \lambda \left(\frac{\sqrt{f'_c} b_w d}{6}\right) = 1 \text{ x } \left(\frac{\sqrt{25} \text{ x } 300 \text{ x } 610}{6}\right) = 152{,}500 \text{ N} = 153 \text{ KN.}$$

$$\phi V_c = \phi\ \lambda \left(\frac{\sqrt{f'_c} b_w d}{6}\right) = 0.75 \text{ x } 153 = 114.75 \text{ KN.}$$

نوټ: د($V_u \le \phi V_n = \phi\ (V_c + \frac{A_v f_y d}{S_{max}}$ لپاره د (ACI 318)کود پر بنسټ د اړینو عرضاني سیخانو تر منځ فاصله د (d/2) څخه ډېره او یا (600 mm) څخه کوچنۍ په پام کې نیول کېږي. نو له دې امله د ګاډر په وېشلو یا جدا شویو برخو کې د(V_u) قیمت په لاندینی جدول کې پرتله کوو.

لړوي (V_u)	$\phi V_c/2 = \frac{1}{12}\phi\sqrt{f'_c}.b_w.d$	$3\phi V_c = \frac{1}{2}\phi\sqrt{f'_c}.bw.d$	$5\phi V_c = \frac{5}{6}\phi\sqrt{f'_c}.b_w.d$
	56.25 KN	337.5 KN	562.5 KN
د کود دغوښتنې له مخې (S_{max})	ګڑدمکونو ته اړتیا نه شته	d/2 = 600/2 = 300 mm یا600 mm	d/4 = 600/2 = 150 mm یا300 mm
	300 mm	300 mm	150 mm

فرض کوو چې د ګڑدمکونو لپاره (10 mm) قطرلرونکي، (U) ډوله سیخان په پام کې نیسو چې د عرضي مقطعې مساحت یې $(A_v = 157\ mm^2)$ کېږي.

$$V_c = \lambda\left(\frac{\sqrt{f'_c}b_w d}{6}\right) = 1 \text{ x } \left(\frac{\sqrt{25} \text{ x } 300 \text{ x } 600}{6}\right) = 150{,}000 \text{ N} = 150 \text{ KN}.$$

$$\phi V_c = \phi\left(\frac{\sqrt{f'_c}b_w d}{6}\right) = 0.75 \text{ x } 150 = 112.5 \text{ KN}.$$

د محاسبې لپاره د پورتني مرسته کوونکی جدول له مخې $(S_{max}= 300\ mm)$ قبلوو.

د $V_u = \phi V_n = \phi(V_c + \frac{A_v f_y d}{S_{max}})$ لپاره اړینه فاصله ، د کود د درزکېدنې د معیار له مخې دعاملې عرضاني قوې په وړاندې دمقاومت لپاره د عرضاني سیخانوتر منځ فاصلی سره مساوي ده.

$$\phi V_n = \phi\left(V_c + \frac{A_v f_y d}{S_{max}}\right) = 0.75 \text{ x } \left(150 \text{ x } 10^3 + \frac{157 \text{ x } 420 \text{ x } 600}{300}\right)$$

$$\phi V_n = 281{,}880 \text{ N} = 281.88 \text{ KN}.$$

$$A_{vmin} = \frac{1}{16}\sqrt{f'_c}\,\frac{s.b_w}{f_y} = \frac{1}{16}\sqrt{25}\,\frac{300\,x\,300}{420} = 67 \text{ mm}^2 < \frac{1}{3}\,\frac{s.b_w}{f_y} = 71 \text{ mm}^2$$

د پورتنۍ محاسبې له مخې د عرضاني سیخان لپاره اصغري مساحت $(A_{vmin} = 71\ mm^2)$ قبلوو.

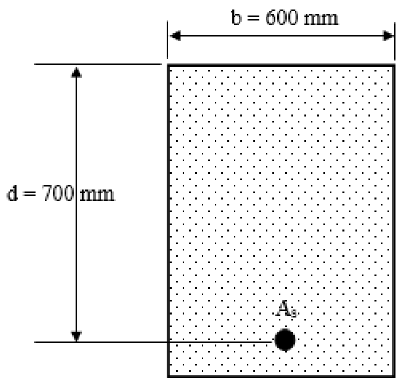
د(4.8) مثال حل لپاره محاسبې په لاندینی جدول کې په لنډ ډول ښودل شوې دي:

V_u (KN)	(S_{max}) له جدول څخه (mm)	$V_s = (\frac{V_u}{\phi} - V_c)$ (KN)	$S = \frac{A_v f_y d}{V_s}$ (mm)	د ګڼرد مکونو تر منځ قبولې شوې فاصلې (mm)	$A_{vmin} = 71mm^2$
50	300	عرضاني سيخانو محاسبې ته اړتيا نه شته	$V_s < 0$	300	$A_v = 157$ mm^2
60	300	عرضاني سيخانو محاسبې ته اړتيا نه شته	$V_s < 0$	300	$A_v = 157$ mm^2
85	350	عرضاني سيخانو محاسبې ته اړتيا نه شته	$V_s < 0$	300	$A_v = 157$ mm^2
110	300	عرضاني سيخانو محاسبې ته اړتيا نه شته	$V_s < 0$	300	$A_v = 157$ mm^2
180	150	90	439.6	300	$A_v = 157$
220	300	143.33	276	270	$A_v = 157$
310	150	263.33	150	150	$A_v = 157$
400	150	383.33	103	100	$A_v = 157$
520	150	543.33	72	70	$A_v = 157$
580		$V_u > 5V_c = \frac{5}{6}\phi\sqrt{f'_c}.b_w.d = 562.5$ KN د کود د غوښتنې له مخې د عاملې عرضاني قوې په وړاندې د ګاډر عرضاني مقطعه مناسبه او کافی نه ده ، نو اړينه ده چې د ګاډرعرضاني مقطعه لويه شي.			

د(4.8) مثال د حل لنډيز په لاندينی جدول کې ښودل شوی دی.

V_u (KN)	د ګڼدمکونو طرحه او محاسبه	د کود د غوښتنې له مخې دمعياري درز کېدنې لپاره (S_{max})
50	10 mm U stirrups @ 300 mm C/C	300 mm
60	10 mm U stirrups @ 300 mm C/C	300 mm
85	10 mm U stirrups @ 300 mm C/C	300 mm
110	10 mm U stirrups @ 300 mm C/C	300 mm
180	10 mm U stirrups @ 300 mm C/C	300 mm
220	10 mm U stirrups @ 270 mm C/C	270 mm
310	10 mm U stirrups @ 150 mm C/C	150 mm
400	10 mm U stirrups @ 100 mm C/C	100 mm
520	10 mm U stirrups @ 70 mm C/C	70 mm
80	د عرضاني سيخانو له پاره اړينه ده، چې د ګاډر عرضاني مقطعه لويه شي.	

5.8- مثال: په لاندیني شکل کې د ښودل شوي ګاډرد مقطعې په محاسبه کې د اړینو عر ضاني سیخانو ترمنځ فاصلې پیدا کړئ، چې د (V_u) قیمتونه یې په لاندې ډول ورکړل شوي او همدارنګه د (V_u) د بېلابېلو قیمتونو له مخې لاندېنې دیاګرام هم برابر شوي دی. که چېرې ($f'_c = 30$ MPa) او ($f_y = 420$ MPa) وي.



V_u
220 KN
440 KN
660 KN
850 KN
1,110 KN
1,330 KN
1,430 KN

حل: په درز کېدنه کې د (ACI 318) کود د غوښتنو او د لارښوونو سره یو ځای ، په ګاډر کې د عاملو عرضاني قوو (V_u) له مخې تل اصغري عرضاني سیخبندي کارول کېږي ، چې په لاندېنې جدول کې په لنډ ډول ښودل کېږي:

(V_u) که له دې څخه لږ وي	$3\phi V_c = \frac{1}{2}\,\phi\sqrt{f'_y}.b_w.d$	$5\phi V_c = \frac{5}{6}\,\phi\,\sqrt{f'_y}\,.b_w.d$
	862.68 KN	1,437.80 KN
د کود غوښتنه (S_{max})	600 یا d/2 = 350 mm	300 یا d/4 = 175 mm
	350 mm	175 mm

د ګڼډمکونو لپاره (12 mm) ، (U) ډوله سیخان په پام کې نیسو چې د عرضي مقطعې مساحت یې ($A_v = 226\ mm^2$) کېږي.

$$V_c = \lambda\left(\frac{\sqrt{f'_c}b_w d}{6}\right) = 1 \text{ x } \left(\frac{\sqrt{30}\text{ x }600\text{ x }700}{6}\right) = 383{,}405.79\text{ N} = 383.41\text{ KN.}$$

$$\phi V_c = \phi\,\lambda\left(\frac{\sqrt{f'_c}b_w d}{6}\right) = 0.75\text{ x }383.41 = 287.56\text{ KN.}$$

د محاسبې لپاره د پورتني مرسته کوونکی جدول له مخې (S_{max}= 350 mm) قبلوو.

د $V_u = \phi V_n = \phi(V_c + \frac{A_v f_y d}{S_{max}})$ لپاره اړینه فاصله ، د کود د درزکېدنې د معیار له مخې دعاملې عرضاني قوې په وړاندې دمقاومت لپاره د عرضاني سیخانوتر منځ فاصلې سره مساوي ده.

$$\phi V_n = \phi\ (V_c + \frac{A_v f_y d}{S_{max}}) = 0.75\ x\ (383.41\ x\ 10^3 + \frac{226\ x\ 420\ x\ 700}{350})$$

$$\phi V_n = 429{,}938\ N = 430\ KN.$$

$$A_{vmin} = \frac{1}{16}\sqrt{f_c'}\ \frac{s.b_w}{f_y} = \frac{1}{16}\sqrt{30}\ \frac{350\ x\ 600}{420}$$

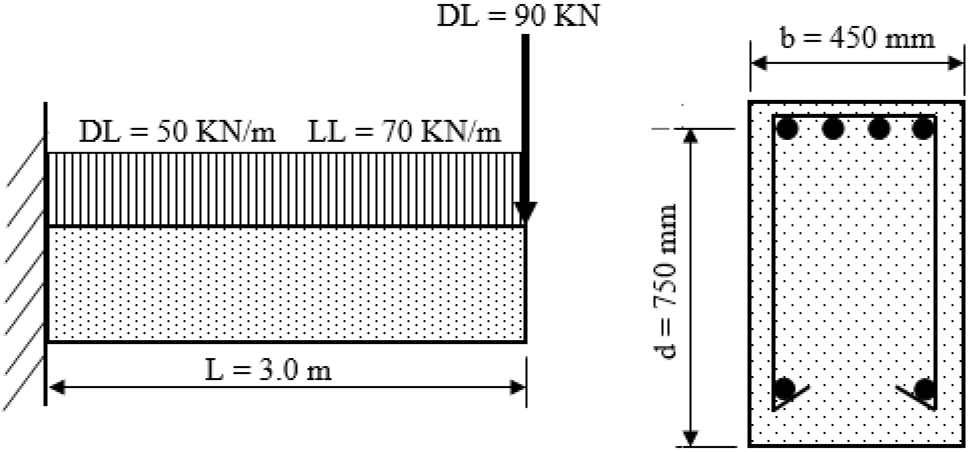
$$A_{vmin} = 171\ mm^2 \geq \frac{1}{3}\ \frac{s.b_w}{f_y} = 167\ mm^2$$

د(5.8) مثال حل په لاندېنی جدول کې په لنډه ډول ښودل شوی دی:

V_u (KN)	S_{max} کود د غوښتنې له مخې (mm)	$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$ (KN)	$S = \frac{A_v f_y d}{V_s}$ (mm)	د(S) محاسبې لپاره کارېدلی (mm)	$A_{vmin} = \frac{1}{16}\sqrt{f_c'}\ \frac{s.b_w}{f_y} \geq \frac{1}{3}\ \frac{s.b_w}{f_y}$ (mm^2)
220	ګڼدمکونو اړتیا نه	$V_s < 0$	اړتیا	350	$171\ mm^2 < A_v$
440	350	203.26	326	320	$156\ mm^2 < A_v$
660	350	496.59	133	130	$63\ mm^2 < A_v$
850	350	749.92	88	85	$41\ mm^2 < A_v$
1,110	350	1,096.59	60	60	$29\ mm^2 < A_v$ OK
1,330	175	1,398.92	47	45	$22\ mm^2 < A_v$ OK
1,430	نوټ: د کود په واسطه د شرایطو له مخې لوي عرضي مقطعې ته اړتیا ده				

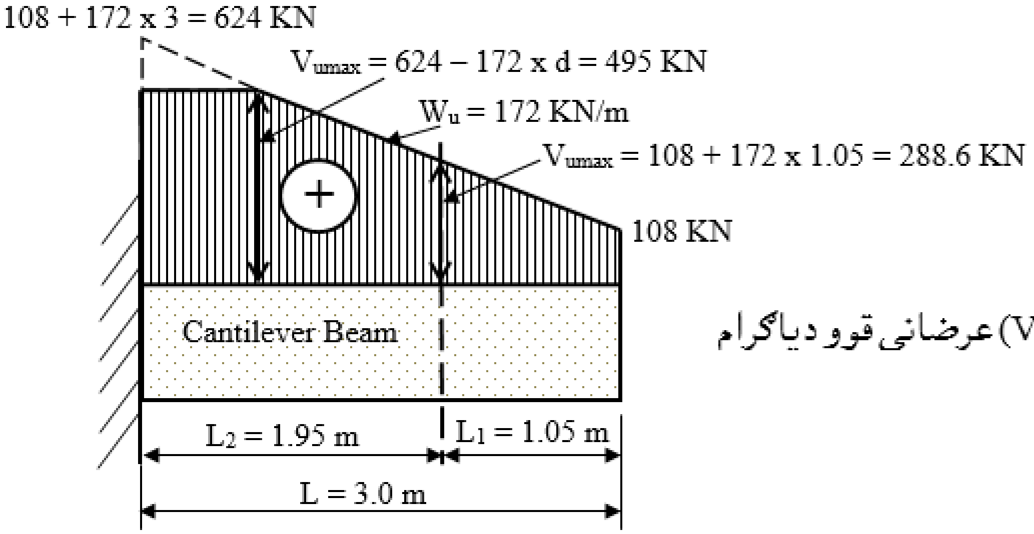
دتېر حالت په څېر ، د عرضاني قوې په وړاندې د محاسبې لپاره ، ګاډر په برخو وېشل کېږي او هره برخه په ځانګړې او انفرادي ډول محاسبه کېږي .

12.7- مثال: په لاندینی شکل کې ښودل شوي کانټليورګاډر د عرضاني قوې په وړاندې محاسبه کړئ، چې په هغې کې $(f_y = 420MPa)$ $(f'_c = 30\ MPa)$ کارېږي.



حل:

$$W_u = 1.2 \times 50 + 1.6 \times 70 = 172\ KN/m \Rightarrow P_u = 1.2 \times 90 = 108\ KN$$



د (V_u) عرضانی قوو دیاګرام

د دې مثال لپاره د محاسبې جدول په راتلونکی پاڼې کې ځای په ځای شوي دي او د عرضاني سیخانو یا ګـڙدمکــونـو لـه پاره (10 mm) سیخان چې (U) شکل لـري او مساحت يې (A_v = 157 mm^2) دی ، فرض شوي دي.

ثخه (لږ V_uد)	$3\phi V_c = \frac{1}{2}\phi\sqrt{f'_y}.b_w.d$	$5\phi V_c = \frac{5}{6}\phi\sqrt{f'_y}.b_w.d$	$\phi(V_c + \frac{A_v f_y d}{s_{max}})$
	924.30 KN	1,540.50 KN	354.71 KN
د کود د غوښتنې له مخې (S_{max})	d/2 = 375 mm یا 600 mm	d/4 = 188 mm یا 300 mm	d/2 or 24 in
	375 mm	188 mm	300 mm
د کود د غوښتنې له مخې (A_{vmin})	0.18 in^2	0.09 in^2	0.18 in^2

د پورتني جدول لپاره د لاندېنیو قیمتونو ثخه ګټه اخیستل شوې ده:

$$V_c = \lambda\left(\frac{\sqrt{f'_c}b_w d}{6}\right) = 1 \text{ x } \left(\frac{\sqrt{30}\text{ x }450\text{ x }750}{6}\right) = 308{,}094 \text{ N} = 308.10 \text{ KN.}$$

$$\phi V_c = \phi\,\lambda\left(\frac{\sqrt{f'_c}b_w d}{6}\right) = 0.75 \text{ x } 308.10 = 231.08 \text{ KN.}$$

د کود د غوښتنې له مخې (d/2 = 375 mm) لپاره ($V_u \le 3V_c = \frac{1}{2}\phi\sqrt{f'_y}.b_w.d$) د ګڙدمکونو تر منځ فاصله (300 mm) ټاکل کېږي او په کاډر کې ویشل کېږي.

په همدې ډول د کود د غوښتنې له مخې ($3V_c < V_u \le 5V_c$) لپاره (d/4 = 188 mm) د ګڙدمکونو تر منځ فاصله خو (150 mm) کاروو.

د ګڙدمکونو تر منځ اعظمي فاصله (S_{max} = 300 mm) ده ، نو له همدې کبله لرو چې:

$$\phi(V_c + \frac{A_v f_y d}{s_{max}}) = 0.75 \text{ x } (308{,}094 + \frac{157\,x\,420\,x\,750}{300}) = 354.71 \text{ KN.}$$

دعرضاني سیخانو یا ګڙدمکونو اصغري مساحت مساوي کېږي په:

$$A_{vmin} = \frac{1}{16}\sqrt{f_c'}\ \frac{s.b_w}{f_y} = \frac{1}{16}\sqrt{300}\ \frac{300 \times 450}{420} = 110\ mm^2$$

$$A_{vmin} = 110\ mm^2 \geq \frac{1}{3}\ \frac{s.b_w}{f_y} == \frac{1}{3}\ \frac{300 \times 450}{420} = 107\ mm^2.$$

اصغري عرضاني سیخبندي: د ګژدمک لپاره (10 mm)سیخان قبول شوي دي چې شکل یې (U) ډوله او مساحت یې د ($A_v = 157\ mm^2 > A_{vmin} = 110\ mm^2$) لپاره مناسبه فاصله په جدول کې په پام کې نیول شوي ده.. نو د (10 mm) سیخانو چې (U) ډوله شکل لري ، مناسبه ده چې تر منځ فاصله یې (300 mm) او یا د هغې څخه لږه په پام کې ونیول شي.

د ګاډر د اغېزمنتیا لپاره هغه په بر خو ویشو. د هرې جدا شوي برخې لپاره د ګژدمکونو تر منځ فاصلی ټاکل کېږي ، چې د دواړو د کود د لاربښونې له مخې د درز کېدنې او د عاملې عرضاني قوې په وړاندې د مقاومت کولو د غوښتنې لپاره د اندازو څخه کوچنۍ ده.

په لومړۍ جدا شوې برخه کې:

$$V_{max} = 288.60\ KN \Rightarrow V_{smax} = V_n - V_c = (\frac{V_u}{\phi}) - V_c$$

$$V_{smax} = (\frac{288.60}{0.75}) - 308.10 = 76.7\ KN.$$

د عاملو عرضاني قوې په وړاندې د مقاومت لپاره د اړینو ګژدمکونو تر منځ فاصلې مساوي کېږي په:

$$S = \frac{A_v f_y d}{V_{max}} = \frac{157 \times 420 \times 750}{76{,}700} = 644\ mm.$$

نو په پایله کې د لومړۍ جدا شوې برخې لپاره د پورتنیو دریو قیمتونو څخه د سیخانو تر منځ فاصله (s = 300 mm) قبلووو چې (10 mm – Ustirrups@300 mm C/C) کاروو.

په دویمه جدا شوو برخو کې:

$$V_{max} = 495\ KN \Rightarrow V_{smax} = V_n - V_c = (\frac{V_u}{\phi}) - V_c$$

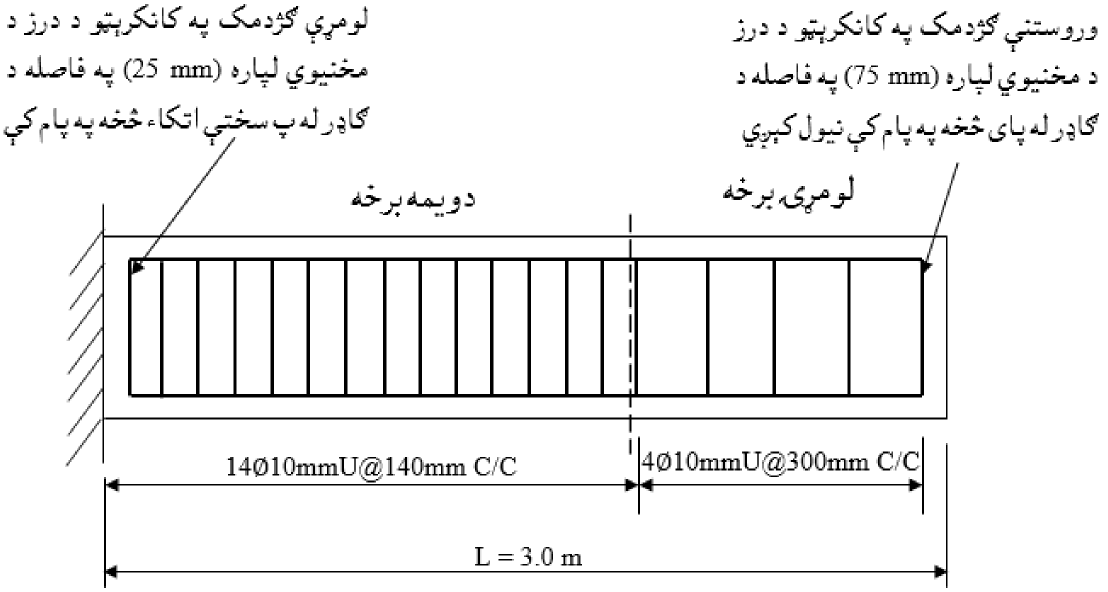
$$V_{smax} = (\frac{495}{0.75}) - 308.10 = 351.90\ KN.$$

د عاملې عرضاني قوې په وړاندې د مقاومت کولو لپاره داړینو عرضاني سیخانو یا ګژدمکونو تر منځ فاصله مساوي کېږي په:

$$S = \frac{A_v f_y d}{V_{max}} = \frac{157\ x\ 420\ x\ 750}{351{,}900} = 140\ mm.$$

نو په پایله کې د لومړۍ جدا شوې برخې لپاره د پورتنیو دریو قیمتونو څخه د سیخانو تر منځ فاصله (s = 140 mm) قبلووو چې (10 mm – Ustirrups@140 mm C/C) کاروو.

د عرضاني سیخانو یا ګڼډمکونو وېشنه په لاندیني شکل کې ښودل شوې ده:

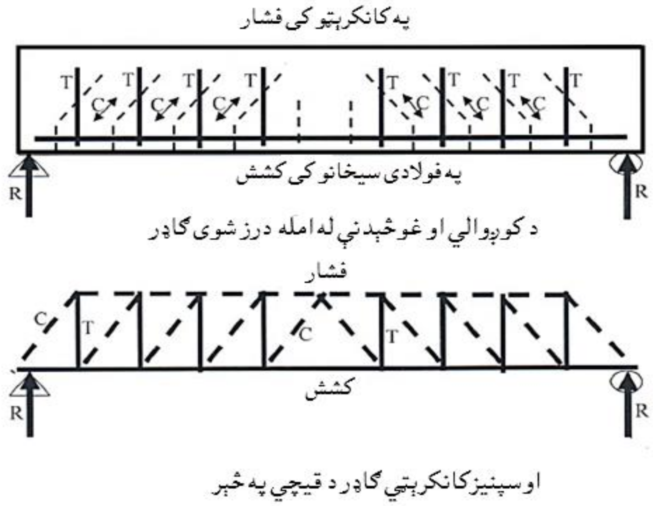


12.8- د قیچي موډل په واسطه د اوسپنيز کانکرېټي ګاډرونو د پرېکېدنې تحلیل
(Shear Analysis in Reinforced Beams by Truss Model)

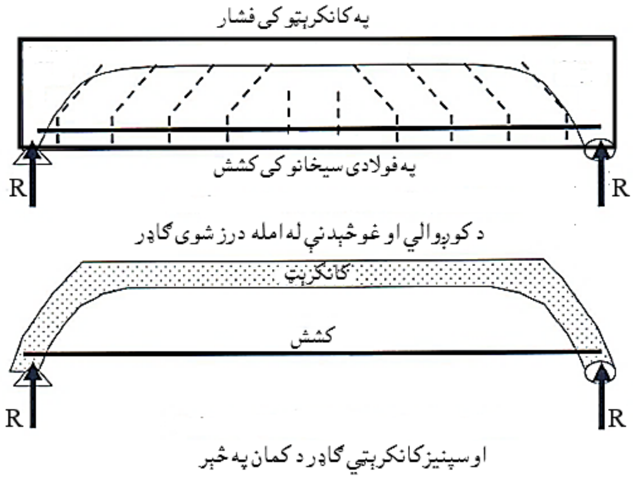
د قیچي موډل په واسطه د اوسپنيز کانکرېټي ګاډرونو د پرېکېدنې تحلیل په (1899) زیږدیزکال کې د سویسي انجنیر ریتر (Ritter) او په په (1902) زیږدیزکال کې د الماني انجنیر مورش (Morsch) د ځانګړو څېړنو په پایلو کې تر سره شو.

د عرضاني قوو او کوږوالي (انحنايي) مومنټ له امله د درز نمونه په (11a.8- شکل) او د هغې ساده شوي ، چې په هغې کې درزونه په منقطع لیکي په څېر په (11b.8- شکل) کې ښودل شوي دي. فعال طولاني سیخان او همدارازګژدمکونه په ضخیمې لیکې ، چې د کششي قوو ښودنه کوي ،ښودل شوي دي. د ګاډر په پاسنۍ برخه کې یې کانکرېټ فشاري قوې او په لاندېنۍ برخه کې د فولادي سیخانو کششي قوې زغمي ، خو په هغې کې یو شمېر عرضاني فولادي سیخان یا ګژدمکونه دي ، چې یو درز قطع کوي. نو له دې امله په یو اوسپنيز کانکرېټي ګاډر باندې چې دعرضاني سیخانو یا ګژدمکونو او کششي سیخانو لرونکی وي ، پر یوه مهال د پرېکېدنې او کوږوالي له اغېزې ، د فشاري او کششي تشنجاتو وېشنه ، د فشاري او کششي اجزا لرونکي یوې قیچي سره ورته ښودل شوې دی [321,322:7].

په عمل کې له افقي محور سره د درز زاویه له (25°) درجې څخه تر (60°) درجې پورې (25° < θ < 60°) ، خو له اقتصادي پلوه دا زاویه (θ = 45°) په پام کې نیول کېږي[231:3].



24.8 - شکل: د او سپنیز کانکرېټي ګاډرونو لپاره د قیچي (Truss) میکانیزم [166:10].



25.8 - شکل: د او سپنیز کانکرېټي ګاډرونو لپاره د کمان (Arch) میکانیزم [166:10].

د قیچي په مودل کې فرضېږي چې ټول ګڼدمکونه د تسلیمېدنې تشنجاتو ته رسېږي ، نو د دې فـرضېدنې له مخې د ګڼدمک عمودي قوه د ($A_v f_{yt}$) سره مساوي کېږي.

د او سپنیز کانکرېټي ګاډرونو د پرېکېدنې خواصودارزونې لپاره د قیچې مودل د قطري فشاري میدان (Diagonal Compression Field) نظریې په نوم یاد ېږي. د دې نظریې اساسات کولی شو د (24.8- شکل) په واسطه تشریح کړو. د (24a.8- شکل) یو او سپنیز کانکرېټي ګاډر دی چې ، د یو شانته بار لاندې د طولاني کوږوالي او د عمودي عرضاني سیخانو په واسطه سیخبندي شوی دی. همداراز په دې ګاډر کې خطونه قطري

اوکم رنګه ښودل شوې دي او کششي درزونه په کې د کانکرېټو په واسطه د زغمېدنې په حالت کې ښودل شوي دي. په (24b.8- شکل) کې په مقطعې کې د دوو ګڼدمکونوتر منځ د (x) په فاصله انتخاب شوې ده ، د مقطعې پرېکېدنه د کانکرېټو د فشاري قطري قوو عمودي مرکبې سره مخامخ کېږي. د دې قوو افقي مرکبه د طولاني کششي فولادي سیخانو سره متعادل کېږي ، د (24b.8 او 24c.8) شکلونو په پام کې نیولو سره د دې کششي قوو مقدار مساوي کېږي په[6:21215-210]:

$$\Delta N = \frac{V}{\tan\theta} \quad (28.8)$$

په پورتنۍ رابطه کې: (V) - د مقطعې عرضاني قوه ،(ΔN) افقي مرکبه او (θ) دافقي محور سره د قطري رابطو زاویه ده. د(ΔN) قوه باید د کوږوالي له اغېزې کششي قوې سره جمع شي. دفشاري میدان په نظریه کې د پرېکېدنې د محاسبو لپاره د مقطعې فعاله ارتفاع د طولاني قوو تر منځ فاصله (d_v) وي او په پایله کې دګاډر د تنې د عرض (b_v) په پام کې نیولو سره قطري فشاري تشنجات مساوي کېږي په:

$$f_d = \frac{V}{b_v d_v \mathrm{Sin}\theta \mathrm{Cos}\theta} \quad (29.8)$$

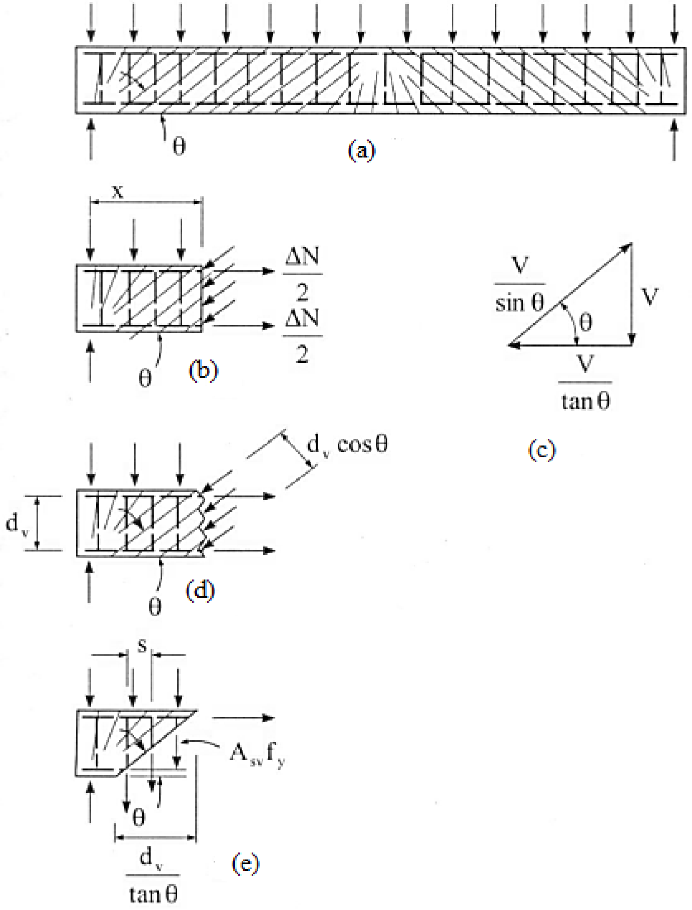
اوس که د (24b.8- شکل) څخه چې په هغې کې د ګڼدمکونو قوه له ($A_v f_{yt}$) او تر منځ فاصله یې فرض کړو ، نو په عمودي امتداد باندې د قوو تعادل مساوي کېږي په:

$$A_v f_{yt} = \left(\frac{d_v}{\tan\theta} \times \frac{1}{s}\right) = V \quad (30.8)$$

اویا هم دا رابطه په لاندې ډول لیکلی شو:

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V}{f_{yt} d_v \left(\frac{1}{\tan\theta}\right)} \quad (31.8)$$

په پورتنۍ رابطه کې که د(θ) زاویه د (45°) درجو سره مساوي قبوله شي ، نو د فولادو په واسطه د زغم عرضاني قوې لپاره د (ACI 318) کود رابطه په لاس راځي . خو دفشاري میدان په نظریه کې د(θ) زاویه کولی شو له (15°) درجوڅخه تر(75°) درجو پورې غوره کړو. خو له اقتصادي پلوه ښه به دا وي چې د(θ) زاویه د (45°) درجو سره مساوي قبوله کړو. لکه څنګه چې لیدل کېږي د فشاري میدان په نظریه کې د مقطعې عرضاني قوه د کششي او عرضاني سیخانو یا ګڼدمکونو په واسطه زغمل کېږي[17:145-135].



(a)- د عرضاني او طولاني سيخانو لرونکې او سپنيزکانکريټي ګاډر. (b)- د پرېکېدنې (عرضاني قوو) له امله په افقي سيخانو کې کشش. (c)- د ګاډر په تنه کې قطري فشار. (d)- په ګڼډمکونو کې عمودي کشش. (e)- د پرېکېدنې (عرضاني قوو) قوو لپاره د تعادل ګراف.

24.8 - شکل: د اوسپنيزکانکريټي ګاډرونو لپاره د فشاري ميدان نظريه [230:3].

د پلونو د محاسبې لپاره د اشتو (AASHTO) ستندرد ، د مقاومت محاسبوي طرېقې (LRFD) له مخې ، د عرضاني قوو په وړاندې د اوسپنيزکانکريټي ګاډرونو په طرحه او محاسبه کې د قيچي مودل څخه ډېره ګټه اخيستل کېږي. د کود له مخې نوميناالي عرضاني قوه مساوي کېږي په:

$$V_n = V_c + V_s \leq 0.25f'_c\, b_v.d_v \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (32.8)$$

په پورتنۍ رابطه کې: (b_v) د ګاډر د تنې عرض دي (چې په همدې فصل کې په b_w ښودل شوې هم دی). (b_v) د ګاډر فعاله ارتفاع ده چې له ($0.9d$) او د ($0.72h$) د لوی قیمت څخه باید لږ نه وي. د (V_c) او (V_s) قیمتونه د لامدېنيو فورمولونو په واسطه په لاس راځي:

$$V_c = 0.265\beta \sqrt{f_c'}\, b_v.d_v \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (33.8)$$

$$V_s = \frac{A_v f_{yt} d_v (\cot\theta + \cot\alpha)\sin\alpha}{s}$$

په پورتنیو رابطو کې: (A_v) د ګڅدمکونو د ولاړو سیخانو د مقطعې مساحت دی. (f_{yt}) د ګڅدمکونو د سیخانو د تسلیمېدنې تشنجات دي. (s) د ګڅدمکونو تر منځ فاصله ده. (α) دګاډر د تنې د عرضاني سیخانو یا ګڅدمکونو او د افق تر منځ زاویه ده. (θ) د درز او د افق تر منځ زاویه ده. (β) د کانکرېټو د کششي تشنج ضریب دی، چې د کشش په وړاندې د قطري درز د مقاومت ښودونکې دی، چې د (θ) زویه هم کنترولوي. د(θ) او (β) زاویې دطولاني کشــشي سیــخانو د نسبتي اوږد بـدنې پوري اړه لري، چې مقدار یې په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$\varepsilon_s = \frac{\frac{|M_u|}{d_v} - 0.5N_u + |V_u|}{E_s A_s} \le 0.006 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots.. (34.8)$$

په پورتنۍ رابطه کې: (N_u) محوري قوه ده، که چیرته فشاري وي په مثبته علامه او که چیرته کششي وي په منفي علامو ښودل کېږي. (M_u) د کوږوالي مومنټ دی، چې قیمت باید له ($V_u d_v$) څخه لږ فرض نه شي. (A_s) د طولاني فولادي سیخانو مساحت دی، چې د پام وړ مقطعې څخه د پیوند اودوالي په اندازه په پام کې نیول کېږي، که چېرته د پورتنۍ رابطې قیمت منفي په لاس راشي، نو په هغه حالت کې (ε_s) د صفر سره مساوي قبلېږي. که د (M_u) قیمت په پوره اندازه ډېر وي، چې د مقطعې د فشاري برخې د درز کېدنې لامل شي نود (ε_s) قیمت باید دوه ځلې شي. د هغو مقطعو لپاره چې د (d_v) د تکیه څخه واقع وي، نو (ε_s) د (d) فاصلې پورې اړه لري.

د هغه اجزاوو لپاره چې په هغې کې عرضاني سیخان په اضغري اندازه ځای په ځای شوي وي، د هغې لپاره د(β) او (θ) قیمتونه د لاندینی و فورمولونو په واسطه پیدا کېږي:

$$\beta = \frac{4.8}{1+750\varepsilon_s}, \qquad \theta = 29 + 3500\,\varepsilon_s$$

د شکل سره سم طولاني فولادي سیخان د پرېکېدنې له اغېزې د اضافي قوو د انتقال لپاره باید کافي وي ، یانې:

$$A_v f_{yt} \geq \frac{|M_u|}{\phi_f} - \frac{0.5N_u}{\phi_c} + \left(\frac{|V_u|}{\phi_v} - 0.5V_s\right) \cot\theta \ \ldots\ldots\ldots\ (35.8)$$

په پورتنۍ رابطه کې:

ϕ_f، ϕ_c او ϕ_v - په ترتیب سره د کوږوالي ، محوري قوې او عرضاني قوې د مقاومت د کمېدنې ضریبونه دي. د (V_s) عرضاني قوه باید له (V_u/ϕ) څخه لویه په پام کې نیول شي.

د هغه اجزاوو لپاره چې په هغې کې عرضاني سیخان لروي ، د (θ) زاویه باید لږ تر لږه د مخکنۍ رابطې په وسطه په لاس راوړل شي ، خو (β) د زاویه د لاندېنۍ رابطې په واسطه پیدا کېږي:

$$\beta = \frac{4.8}{1+750\varepsilon_s} \times \frac{51}{39+S_{xe}}$$

په پورتنۍ رابطه کې (S_{xe}) د درز د فاصلې پارامتر دی ، چې په لامدې ډول پیدا کېږي:

$$S_{xe} = S_x \frac{51}{a_g+0.63} \quad , 30\text{ mm} \leq S_{xe} \leq 200\text{ mm}$$

S_x- د پرېکېدنې کوچني ژوروالی دی او(d_v) - د سیخانو ترمنځ د طولاني درز د کنترولوونکې دی ، چې هرې لایې د مقطعې سطحه باید لږ تر لږه ($0.003b_vS_x$) وي. (a_g)- د ډکوونکو د دانې اعظمي اندازه ده. ($S_{xe} = S_x$) سره قبلېږي[7:340-335].

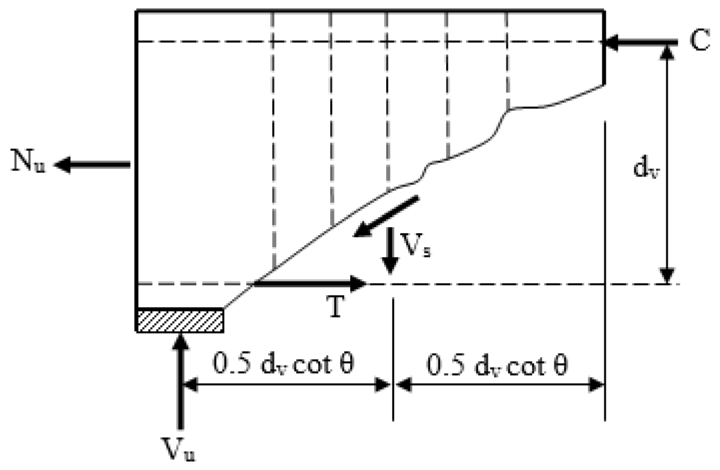
څرنګه چې (θ) زاویه له (45°) سره نه مساوي ، نو د پرېکېدنې لپاره بحراني فاصله ، په هغه حالت کې چې د اتکاء عکس العمل فشار ولري او له ($d_v \cot\theta$) سره مساوي په لاس راشي ، خو مخکې په څېر بحراني مقطعه له اتکاء څخه د (d) په اندازه قبلېږي. کله چې ($V_u > 0.5\phi V_c$) شي ، نو لږ تر لږه عرضاني سیخان باید د لاندینی فورمول له مخې وټاکل شي:

$$\frac{A_{vmin}}{s} = 0.27\sqrt{f'_c}\,\frac{b_v}{f_{yt}} \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (36.8)$$

$V_u < 0.125\ f'_c\ b_v\ d_v \Rightarrow s \leq 0.8\ d_v \leq 600$ mm

$V_u \geq 0.125\ f'_c\ b_v\ d_v \Rightarrow s \leq 0.4\ d_v \leq 600$ mm

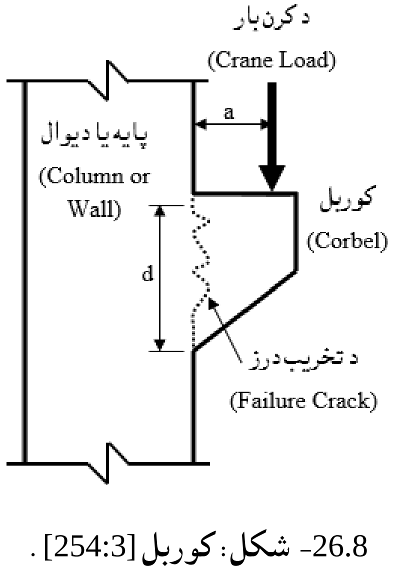
دا طریقه د (ACI) له طریقې څخه ډېره دقیق ده ، همدا راز د (AASHTO) په طریقه کې د (ϕ) کمېدونکي ضریب قیمت (0.9) فرضېږي.



25.8 - شکل: د اوسپنیزکانکرېټي ګاډرونو لپاره د فشاري میدان نظریه [233:3].

13.8- کوربلونه او د اصطکاک عرضاني قوه (Corbels and Shear Friction)

کوربل یا لنډ کانټیلیور عنصر یا ګاډر دی ، چې د پایو (ستنو) او یا دیوالونو سره نښتی وي . چې په صنعتي ودانیو کې ترې ګټه اخیستل کېږي او په صنعتي ودانیو کې کرن دهغې له پاسه تکیه کوي ، چې په لاندیني (26.7- شکل) کې ښودل شوی دی.



26.8- شکل: کوربل [254:3] .

په کـوربـل کې د تشنجات حالت پیچلی او مغلق وي او د معمولي ګاډر سره توپیر لري. د همدې پیچلي او مغلقو تشنجاتو له امله کوربل د پایو یا ستنو او دیوالونو سره په نښتې برخه کې د عمودي درز له لارې تخریبېږي. په کوربل کې د تخریبېدونکې درز سره د عرضاني قوې په وړاندې مقاومت د ډکوونکو (Aggregate) د یو ځای کېدنې په واسطه برابرېږي. د ډکوونکو دا یوځای کېدنه په ګاډر کې د عرضاني قوې په وړاندې محاسبه کې په پام کې نه نیول کېږي. سره له دې ،چې د کوربلونو لپاره د ډکوونکو یو ځای کېدنه د سیخانو سره یو ځای د تخریب او ویجاړېدنې درز قطعه کوي ، خو د عرضاني قوې په وړاندې د مقاوم کېدنې بله طریقه ،چې د اصطکاک د عرضاني قوې په نوم یادېږي په لاندې ډول تشریح کېږي.

د کوربل لپاره د فولادي سیخانو سیخبندي په (27.8- شکل) کې ښودل شوې ده. د کوربلونو لپاره د تخریبېدونکې درز سره د عرضاني قوې په وړاندې د مقاومت لپاره محاسبه د لاندېنۍ معادلې په واسطه سرته رسېږي:

$$V_n = A_{vf}.f_y.\mu \text{ ....}(37.8)$$

دلته:

V_n - د تخریبېدونکي درز سره مقاوم د اصطکاک عرضاني قوه ده.

A_{vf} - د تخریبېدونکي درز سره د اصطکاک د عرضاني قوې په وړاندې د عمودي سیخانو مساحت دی.

f_y - د اصطکاک د عرضاني قوې په وړاندې سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت دی.

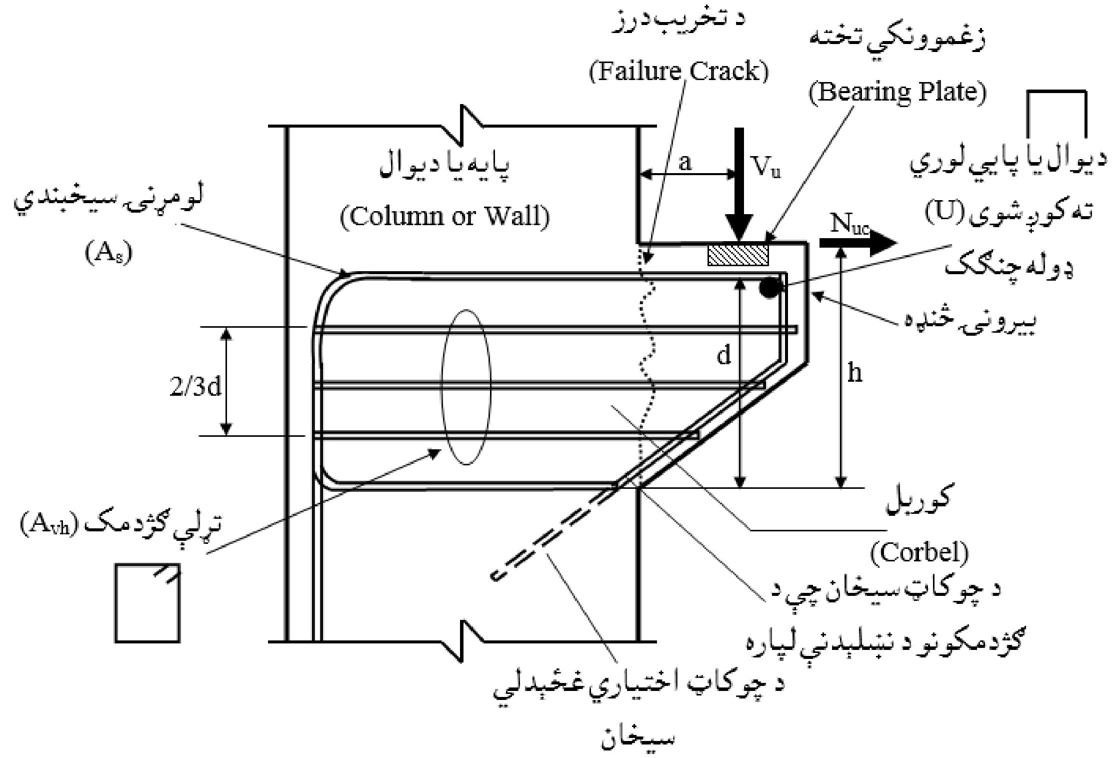
μ - د تخریبېدونکي درز سره د اصطکاک ضریب دی ،چې قیمتونه یې په لاندې ډول قبلېږي:

$\mu = 1.4\lambda$ - د یو ریخت او په قالب کې اچوونکو کانکرېټو لپاره.

$\mu= 1.0\lambda$ - د سخت شویو کانکرېټو په وړاندې د ځای په ځای کېدونکو کانکرېټو له پاره، چې عمداً یې ځیږوالی نږدې د (6 mm) ملي متره په اندازه په تقریبي ډول ډېرېږي.

$\mu = 0.6\lambda$ - د سخت شویو کانکرېټو په وړاندې د ځای په ځای کېدونکو کانکرېټو له پاره، چې ځیږوالی یې عمداً نه ډېرېږي.

$\lambda = 1.0$ - د نارمل درنو کانکرېټو له پاره، (0.85) د شګلنو سپکو کانکرېټو لپاره او (0.75) سپکو کانکرېټو لپاره په پام کې نیول کېږي.



27.8- شکل: د کوربل د سيخبندی تفصيل [256:3] .

د محاسبې د طريقې لپاره (37.8) معادله د (ACI 318)کود د شرايطو لپاره لاندېنی غوښتنې په پام کې نيول کېږي:

1- د(V_n) قيمت بايد په هيڅ وجه له ($0.2f'_c.A_c$) ، ($(33.6 + 0.08f'_c)A_{cv}$) او ($112A_{cv}$) قيمتونو څخه ډېر ونه نيول شي . دلته (A_{cv}) د کانکرېټو د مقطعې هغه سطحه ده چې د پرېکېدنې په وړاندې مقاومت کوي.

2- د عرضاني اصطکاک لپاره سيخبندي کېدونکو سيخانو مقاومت بايد له (420 MPa) بايد ډېر نه شي ($f_y \leq 420$ MPa).

1- (a/d) بايد د يو څخه ډېر نه شي ($a/d \leq 1.0$).

2- (N_{uc}) بايد د (V_u) څخه بايد ډېر نه شي ($N_{uc} \leq V_u$).

3- د کوربل بيرونی څنډې ارتفاع بايد د(d/2) څخه لږې نه شي .

4- $\phi = 0.75$

5- A_f - دانحنايي يا د کږو سيخانو مساحت دي ، چې د کوږوالي يا انحناء په وړاندې د اړخ د مقطعې د مقاومت لپاره په پام کې نيول کېږي. د کوږوالي يا انحنايي مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_u = A_{ua}\, a_v + N_{uc}\,(h - d) \quad (38.8)$$

6- A_n- محاسبوي کششي سيخانو مساحت دی ، چې دضريبې شوي يا نهايي کششي قوې (N_{uc}) په وړاندې مقاومت کوي ($A_n = N_{uc}/ \phi f_y$) . د(A_n) د محاسبې لپاره بايد چې (N_{uc})د ($0.2V_u$) څخه لږ نه وي ($N_{uc} \geq 0.2V_u$) . نو له دې امله ($A_{nmin} = 0.27V_u/f_y$) . کشش د ژوندي يا مؤقت بارپه واسطه اغېزمن کېږي، حتی که چېرې د ځکېدنې (Creep)، انقباض او د تودوخې د بدلون له امله هم وي.

7- A_s - د لومړنيو سيخانو مساحت دی ، چې د ($A_f + A_n$) او ($2A_{vh}/3 + A_n$) څخه بايد لوي او يا ورسره مساوي وي.

8- A_{sf} - د نژدې عرضاني سيخ يا ګڼډمک يا د(A_s) سره موازی د پايې يا ستنې عرضاني سيخ يا ګڼډمک څخه ترکيب مومي ، چې د(A_s) پورې د ($2/3d$) په اندازه وېشل شوي وي. همداراز د(A_{sf}) بايد د (A_s) دنيمايي څخه لږ نه شي ($A_{sf} \geq A_s$) .

9- $\rho = A_s/bd$ - بايد د($0.04 \frac{f'_c}{f_y}$) څخه لږ نه شي ($\rho \geq 0.04 \frac{f'_c}{f_y}$).

10- د متقابلو سيخانو(Transverse) مساحت بايد لږ تر لږه د لومړنيو سيخانو د مساحت (A_s) په اندازه وي.

11- (A_s) بايد د کوربل د اړخ سره کاږه او چنګک شي د :

a- د ولډېنګ په واسطه چې لږ تر لږه اندازه يې د متقابلو سيخانو(Transverse) سره مساوي وي . ولډېنګ بايد داسې محاسبه او ډيزاين شي ، چې د(A_s) ځانګړې تسليمېدنې مقاومت ته وده او پراختيا ورکړي لکه په (28.8- شکل کې) .

b- ديوې افقي حلقې په شکل بيرته شاته کړېږي.

12-د بار لاندې يا برداشت کوونکي او زغمونکي ساحه بايد د لومړنيو کششي سيخانو د مستقيمې برخې څخه اخوا او همدارنګه د دننني اړخ او يا د متقابلو سيخانو(Transverse) څخه اخوا طرحه يا په پام کې نه نيول شي.

دلته:

(V_n, A_{vf}) او (f_y) د(37.8) معادلې لپاره تعریف شو.

A_c - د کانکرېټي مقطعې مساحت ، چې د عرضاني اصطکاک په وړاندې مقاومت کوي.

a - د اتکاء له اړخ څخه د عرضاني قوې فاصله ده (د عرضاني قوې وایه ده).

d - د اتکاء د اړخ سره د کوربل فعاله ارتفاع ده.

h - د اتکاء د اړخ سره د کوربل ضخامت یا ارتفاع ده.

N_{uc} - په کوربل باندې عامله ضریبي شوي کششي قوه ده.

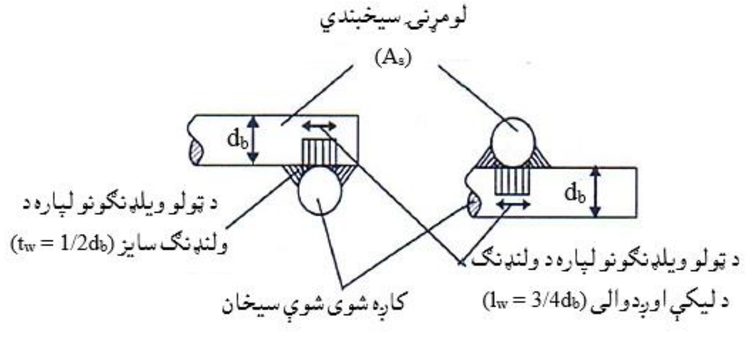
A_f - د اتکاء د اړخ سره د کوربل د مقطعې لپاره د انحنایي سیخبندي شویو سیخانو مساحت دی.

A_n - د اتکاء د اړخ سره د کوربل د مقطعې لپاره د محوری کششي قوې په وړاندې د سیخانو مساحت دی.

A_{nmin} - د (A_n) لپاره د کود له خوا ټاکل شوي اصغري مساحت دی.

A_s - د اتکاء د اړخ سره د کوربل د مقطعې لپاره د لومړنیو سیخانو مساحت دی.

$\rho = A_s/bd$ - د اتکاء د اړخ سره د کوربل د مقطعې لپاره د سیخبندۍ نسبت دی.



28.8- شکل: د کوربل د بیروني څنډې سره د لومړنیو سیخبندي شویو او کږو یا چنګک شویو سیخانو د ولډنګ کېدنې تفصیل [187:12].

د کود د غوښتنې له مخې د پاسنۍ خولۍ لپاره چې (V_n) د هغې له پاسه عمل کوي یوازې د کانکرېټو نارمل وزن په پام کې نیول کېږي. د سپکو کانکرېټو لپاره د درز سره مقاومه عرضاني اصطکاکي قوه (V_n) د $(0.2 - 0.7a/d)f'_c b_w f_y$ او $(800 - 280\ a/d)\ b_w f_y$ (800

څخه ډېره نه نيول کېږي ، دلته (b_w) د اتکاء د اړخ سره د کوربل د مقطعې عرض دی[249-258:3].

14.8- د ژور ګاډرونو د عرضاني قوو د محاسبې لپاره معمولي طريقه

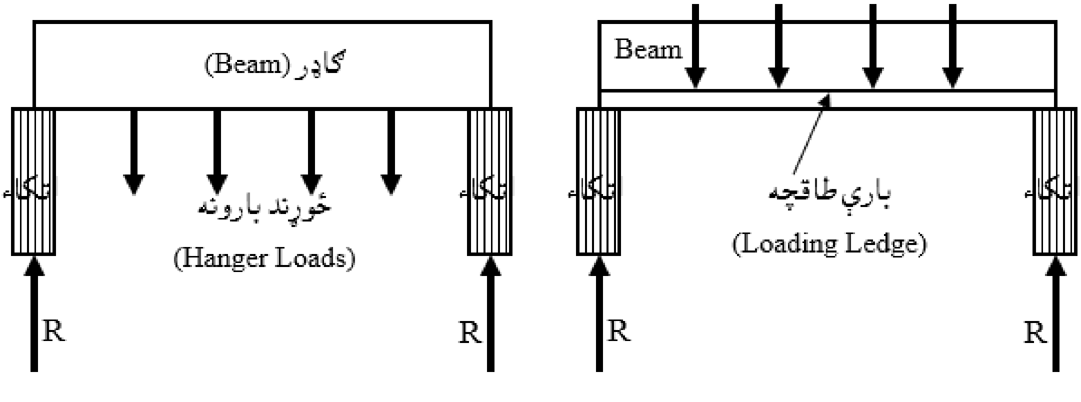
(Conventional Method for Deep Beams Shear Design)

ژورګاډر هغه ګاډر ته ويل کېږي چې د خالصې وايې او فعالې ارتفاع نسبت يې له څلورو سره مساوي اويا کوچنی ($\frac{L_n}{d} \le 4.0$) وي. د ژورو ګاډرونو د عرضاني قوو په وړاندې محاسبې لپاره يو هم معمولي محاسبوې طريقه ده ، چې په لاندې ډول يې يادونه کېږي.

1- د ګاډر لاندېنۍ برخې ته نژدې بارېدنه

(Loads are applied near to the bottom of the beam)

په(29.8- شکل) کې په ګاډرونو عامل بارونه داسې (د ګاډر لاندېنۍ برخې ته نژدې بارېدنه) ښودل شوي دي چې د عرضاني قوې له امله په درزکېدنه او تخريبېدنه په دې ډول بارېدنې په پايله ، د معمولي ګاډرونو (Conventional beams) په څېر ،چې په (45°) درجو زاويې مايل درزو شوي وي ، دي. د کوړوالي يا انحناء سيخبندۍ لپاره اړينه ده ،چې سيخان اتکاء سره په مناسبه او وړ توګه د ولډنګ يا د چنګک په واسطه کاږه شي او هم اړينه ده چې د متمرکزو بارونه لپاره سيخبندي تر سره شي [155-161:9].



29.8- شکل: د ګاډر لاندېنۍ برخې ته نژدې د بارېدنې شيماګانې [208:10].

2- د ګاډر پاسنۍ برخې ته نژدې بارېدنه

(Loads are applied near to the top of the beam)

په عامه توګه ګاډرونه پاسنۍ برخې ته نژدې بارېږي ، خو په دې ډول ګاډرونو کې د عرضاني قوو له امله دد رزکېدنې زاویه د $(45°)$ درجو څخه لږه وي او ځینې یې عمودي حالت ته نژدې غځېږي ، کله چې ګاډرونه لکه د لاندېنۍ (30.8- شکل)په څېر پاسنۍ برخې ته نژدې بار شوې وي ، نو د (ACI 318)کود دې ډول بارېدنې حالت کې ، د ژورو ګاډرونو د محاسبې لپاره لاندېنۍ شرایط پیشهادوي:

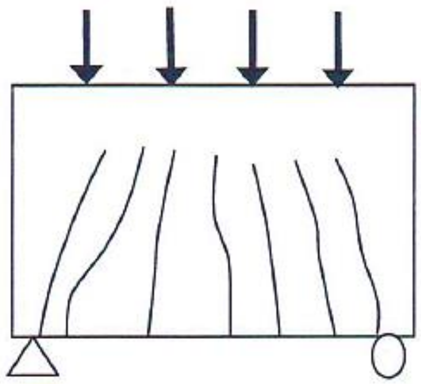
1- د ژورو ګاډرونو لپاره (V_n) باید له $[\frac{5}{6}\sqrt{f_c'}\, b_w . d]$ څخه ډېره نه شي یانې ورڅخه کوچنی یا مساوي وي $V_n \le \frac{5}{6}\sqrt{f_c'}\, b_w d$.

2- په ژورو ګاډرونو کې باید دوه طبقې عرضاني سیخان یو یې د ګاډر د وایې سره عمودي (A_v) او بل یې د ګاډر له وایې سره موازي (A_{vh}) ځای په ځای شي. عمودي عرضاني سیخان مساحت باید له $(0.0025 b_w s)$ څخه لږ نه وي او تر منځ فاصله (s) یې له $(d/5)$ یا $(300\ mm)$ ملي مترو څخه ډېره نه شي ، همدارازد موازی سیخان مساحت باید له $(0.0015 b_w s_2)$ څخه لـږ نه وي او تـر منځ فـاصله (s_2) یې له $(d/5)$ یا $(300\ mm)$ ملي مترو څخه ډېره نه شي [336-338:12].

3- د عمــودي سیخـــبندي کېدونکې طبقې سیخانو مساحت مساوي کېږي په $(A_v \ge 0.0025 b_w s)$ او تر منځ فاصله یې مساوي کېږي په $(s \le d/5)$ او یا$(s \le 300\ mm)$ سره.

4- د موازي سیخبندي کېدونکي طبقې سیخانو مساحت مساوي کېږي په $(A_v \ge 0.0015 b_w s_2)$ او تر منځ فاصله یې مساوي کېږي په $(s_2 \le d/5)$ او یا$(s_2 \le 300\ mm)$ سره.

5- عرضاني او کوږوالي یا انحناء لپاره ځای په ځای کېدونکې سیخان باید په مناسبه توګه را کاږه شي یا د هغې ځای په ځای کېدنه کې چنګک یا ولډنګ شي ، تر څو د دې سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت څخه په بشپړه توګه ګټه واخیستل شي [151,152:8] .



31.8- **شکل**: د ژورو ګاډرونو د درز کېدنې حالت[209:10].

لنډيز

ټول کږېدونکي يا انحنايي اجزاء او په ځانګړې توګه ګاډرونه سربېره پر کوږوالي (Bending) د پرېکېدنې (Shear) د اغېزې لاندې هم راځي . د ګاډر په هره برخه کې چې د کوږوالي له امله بدلون رامنځته کېږي ، هماغلته د پرېکېدنې يا عرضاني قوو له امله بدلون هم رامنځته کېږي.

په ګاډر کې د کوږوالي مومنټ او د عرضاني قوو له امله درزونه چې د کوږوالي مومنټ د ګاډر د وايي په منځ کې اعظمي او په اتکاګانو کې صفر وي او عرضاني قوې د دې پر خلاف د وايي په منځ کې صفر او په اتکاګانو کې اعظمي وي ، رامنځته کېږي. د عرضاني قوو او کوږوالي مومنټ يو ځايي عمل په پايله کې بحراني موقيعيت ، د هرې اتکاء د اړخ څخه د فعالې ارتفاع په فاصله ،چېرته چې عرضاني قوې په لوړ مقدار وي او د کوږوالي مومنټ په مناسبه توګه لوړ وي. نو له دې امله اړينه ده چې ګاډرونه بايد د عرضاني قوو په وړاندې محاسبه شي.

د اوسپنيز کانکرېټي ګاډرونو د عرضاني قوو(V_u) په وړاندې محاسبه کې د ګاډر د کانکرېټي مقطعې د عرضاني قوې (V_c) او د عرضاني سيخانو يا ګڼډمکونو د عرضاني قوې (V_s) په پام کې نيولو سره تر سره کېږي.

نو له دې امله د (ACI 318) کود د لارښوونې په پام کې نيولو سره په اوسپنيز کانکرېټي ګاډرونو کې عرضاني فولادي سيخان يا ګڼډمکونه د عاملو عرضاني قوو له اغېزې د مخنيوي لپاره په بېلابېلو تر منځ فاصلو کې ځای په ځای کېږي.

پـــــوښـــتنـــې

1- د عرضاني قوو په وړاندې د ګاډر په محاسبه کې د کانکرېټو د فشاري مقاومت (f'_c) او د سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت (f_y) لپاره کوم محدودیتونه شته دي ؟

2- اعظمي عرضاني قوه د کوم دلیل له مخې اتکاء څخه د فعالې ارتفاع په فاصله په پام کې نیول کېږي ؟

3- ولې د احتیاط له مخې د ګاډر په لیکه کې عرضاني سیخان یا ګڑدمکونه په پام کې نیول کېږي ، سره له دې چې ضریبې شوې عرضاني قوه له صفر سره مساوي وي ؟

4- د عرضاني سیخانو تر منځ د فاصلې د محدودیتونو په اړه څه معلومات لرئ ؟

5- څه مهال په ګاډرونو کې د عرضاني سیخان یا ګڑدمکونو محاسبې ته اړتیا نه لیدل کېږي؟

6- د عرضاني سیخانو یا ګڑدمکونو د اعظمي مساحت د محدودیت په هکله څه معلومات لرئ ؟

7- د عرضاني سیخانو یا ګڑدمکونو د اصغري مساحت د محدودیت په هکله څه معلومات لرئ ؟

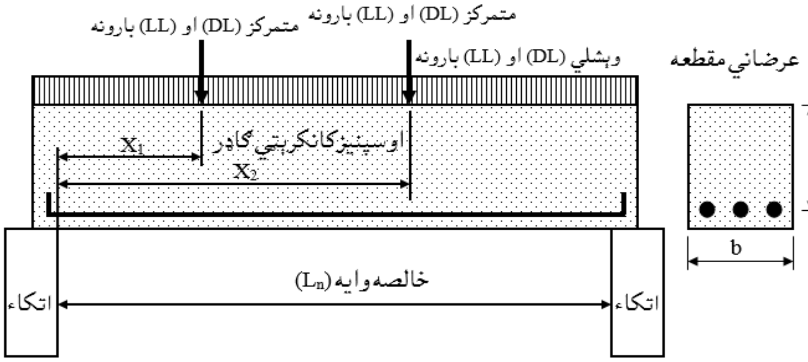
8- ولې د عرضاني سیخانو د محاسبې لپاره ګاډر په دریو برخو وېشل کېږي ؟

9- ژور ګاډر کوم ګاډر ته ویل کېږي ؟

10- د ژور ګاډرونو د عرضاني سیخانو د محاسبې په هکله د (ACI 318) کود غوښتنې کومې دي ؟

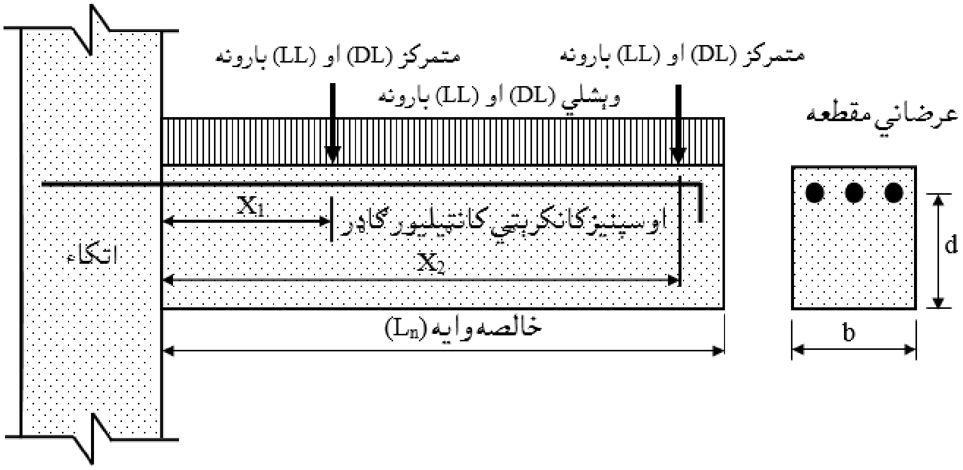
11- د عرضاني سیخانو محاسبه د قیچې موډل په واسطه څرنګه سرته رسېږي ؟

12- په لاندېنی شکل کې د ساده اتکاء لرونکي ګادر او په جدول کې د ورکړل شویو ارقامو له مخې د عرضاني سیخانو لپاره محاسبه تر سره کړئ ؟



متمرکزبارونه (DL / LL) په (KN) او (X2) په (m)	متمرکزبارونه (DL / LL) په (KN) او (X1) په (m)	وېشلي بارونه (DL LL) په (KN/m)	f'c او fy په (MPa)	د ګاډر ابعاد (b x d) په (mm)	خالصه وایه (m)	ګڼه
-	-	27 20	20 او 420	375 x 600	6.00	1
-	-	65 40	25 او 420	300 x 385	3.00	2
-	-	130 100	30 او 420	350 x 540	5.50	3
-	-	105 65	20 او 420	500 x 800	9.00	4
-	-	90 60	25 او 420	450 x 525	7.00	5
-	-	75 50	30 او 420	1,200 x 175	6.00	6
-	-	210 170	20 او 420	900 x 1,600	18.00	7
-	DL = 90 X_1 = 2.70	23 12	25 او 420	300 x 425	4.50	8
-	DL = 90 X_1 = 2.70	65 45	30 او 420	350 x 540	5.40	9
LL = 260 X_2 = 6.50	DL = 90 X_1 = 2.70	7.5 7.5	20 او 420	300 x 425	7.20	10
LL = 350 X_2 = 6.20	DL = 90 X_1 = 2.70	4 3	25 او 420	300 x 550	7.50	11
-	DL = 90 X_1 = 2.70	14.6 4.5	30 او 420	500 x 800	10.50	12
-	DL = 90 X_1 = 2.70	36 30	20 او 420	450 x 425	14.20	13
-	DL = 90 X_1 = 2.70	17.5 19	25 او 420	300 x 300	3.00	14

13- په لاندیني شکل کې د کانټیلیور ګادر او په جدول کې د ورکړل شویو ارقامو له مخې د عرضاني سیخانو لپاره محاسبه ترسره کړئ ؟



ګڼه	خالصه واټه (m)	د ګاډر ابعاد (b x d) په (mm)	f'c او fy په (MPa)	وېشلي بارونه (DL LL) په (KN/m)	متمرکزبارونه (DL / LL) په (KN) او (X_1) په (m)	متمرکزبارونه (DL / LL) په (KN) او (X_2) په (m)
1	6.00	300 x 625	20 او 420	50 16	-	-
2	3.00	350 x 525	25 او 420	20 10	-	-
3	5.50	250 x 425	30 او 420	110 22	-	-
4	9.00	375 x 475	20 او 420	72 26	-	-
5	7.00	300 x 300	25 او 420	99 33	-	-
6	6.00	300 x 425	30 او 420	65 22	-	-
7	7.20	400 x 500	20 او 420	75 85	DL = 90 X_1 = 2.70	LL = 260 X_2 = 6.50
8	7.50	300 x 425	25 او 420	95 110	DL = 90 X_1 = 2.70	LL = 350 X_2 = 6.20
9	3.00	300 x 300	25 او 420	65 75	-	-

مــاخـــــذونــه

1- جمال درانی ، لوګر. (2003). رهنمای انجنیران ساختمان و مهندسین. پاکستان: پبلک آرت پریس، پشاور. ص ص (630-631).

2- حقیار، قسیم محمد. ستاری، محمد اکبر. (1380). د کانکرېټي ودانیو ډیزاین. هرات: م م . (61-70).

3- طاحونی ، شاپور . (1393) . طراحی ساختمان های بتن مسلح . چاپ دوم . ایران : انتشارات علم و ادب. تهران. ص ص (184-258).

4- عالمي ، جان اقا. (1386). د اوسپنیزو کانکرېټي ساختمانونو ډیزاین. کابل: مستقبل خپرندویه ټولنه. م م (92-103).

5- فدا ،سهراب. (1390). مبانی سنجش ساختمان های آهنکانکریتی. کابل: انتشارات سعید. ص ص (84-90).

6- کی نیا ،امیرمسعود . (1389). آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه .اصفهان : جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان مرکز انتشارات. ص ص (157-215).

7- مستوفی نژاد ، داود. (1383). سازه های بتن آرمه جلد اول. اصفهان: انتشارات ارکان اصفهان. ص ص (305-340).

8- ACI Committee 318. (2014). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2014) and commentary on Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318R-2014), American Concrete Institute Farmington Hills, MI48331. Pp (133-152).

9- ACI Committee 318. (2008). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2008) and commentary, American Concrete Institute Farmington Hills, MI. Pp (155-161).

10- Bayasi, M.Z. (2010). Introduction to Reinforced Concrete Design. Montezuma Publishing Aztec Shops Ltd. San Diego State University. San Diego, California 92182-1701. Pp (153-209).

11- Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI). Design Hand Book. (2008). Tenth Edition. Printed in the United State of America. Pp(606-609).

12- International Building Code. (2011). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. Pp (187-338).

13- MacCormac, Jack, C. and Russel, Brown, H. (2014). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (223-245).
14- MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (219-245).
15- MacGinley, T. J. and B. S. Choo. (2003). Reinforced Design Theory and Examples, Second Edition, London. Pp (85-90).
16- Mosly Bill, John Bungy and Ray Hulse. (2007). Reinforced Concrete Design to Euro code 2, sixth edition. Published by Palgrave Macmillan, Hound mills, Biasing stock, Hampshire RG21 6x5 and 175 Fifth Avenue, New York, N.Y.10010. Pp(99-105).
17- Nilson, H., David, Darwin and Charles, Dolan. W. (2010). Design of Concrete Structures. Fourteenth Edition. McGran-Hill, a business unit of The McGran-Hill companies Inc., 1221 Avenue of the America, New York. Pp (120-145).
18- Raju, N. Krishna and Pranesh, R. N. (2006). Reinforced Concrete Design. New Age International (P) Limited, publishers,4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 10002. Pp (126-138).
19- Ramamrutham, S. (2006). Design of Reinforced Concrete Structures. Sixteen Editions. New Delhi – India. Pp (258-264).
20- Wight, K. James and MacGregor. (2009). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Fifth Edition. Pearson Education prentice Hall Inc.Upper Saddle River New Jersey 07458. Pp (249-290).

نهـم فـصل

دفولادي سیخانو او کانکرېټو نښلېدنه او پر اختیایي اوږدوالی یا غځېدنه

(Bond and Development Length of Steel and Concrete)

1.9 - پـــېـــژنـــدنـــه (Introduction)

په تېرو فصلونو کې داوسپنیزکانکرېټي ګاډرونو په تحلیل کې ، د فولادي سیخانو او کانکرېټو تر منځ بشپړه نښلېدنه فرض شوې وه. د کږېدنې او عرضاني قوو د تحلیل د طریقې او پایلو د تصدیقولو لپاره اړینه ده چې دا بشپړه نښلېدنې ازمایښت شي. نو له دې امله په دې فصل کې د (ACI 318) کود د غوښتنو په پام کې نیولو سره ،د فولادي سیخانو او کانکرېټو تر منځ په نښلېدنې پورې ځانګړې بحث ، سرته رسېږي.

د فولادي سیخانو او کانکرېټو ترمنځ نښلېدنه په درېو بېلابېلو ډولونو ویشل کېږي:

1- کیمیاوي نښلېدنه (Chemical Bond) یا چسپېدنه(Adhesion): سمنټي خمېرې قلوي خاصیت لري ، نو د سمنټو د خمېرې (پورټلنډ سمنټ+ اوبه)د (PH)اندازه د(7) او(12) تر منځ وي او ځېنې مهال لاتر دې د لوړ قلویت اندازه هم څرګندېږي. چې د دې په پایله کې د سمنټو د خمېرې او د فولادي سیخانو تر منځ د کیمیاوي تعامل په پایله کې کیمیاوي نښلېدنه یا چسپیدنه رامنځته کېږي.

2- فزیکي نښلېدنه (Phisical Bond) یا اصطکاک (Frection) : د کانکرېټو د انقباض کېدنې سره جوخت، د ځای په ځای شویو فولادي سیخان د منفذونو کچه ، د فولادي سیخانو له پاسه فشار د اصطکاک په پایله کې کمېږي ، چې له امله یې فولادي سیخان د حرکت یا ښوییدنې په وړاندې مقاوم کېږي او د کانکرېټو په دننه کې خوندي کېږي.

3- میخانیکي نښلېدنه (Mechanical Bond)یا چنګک کېدنه (Anchorage) : دا ډول نښلېدنه د متناوبو یا رخې لرونکو فولادي سیخانو په کارولو سره رامنځته کېږي. د فولادي سیخانو رخې لرونکې سطحه د نښلیدنی لامل کېږي ، چې د دې ډول نښلېدنې په

پایله کې د فولادي سیخانو او کانکرېټو تر منځ د حرکت او ښوییدنې په وړاندې اغېزمن مقاومت رامنځته کېږي. د حرکت د مخنیوي لپاره ،په منفذونو کې اړینه ده ، چې سیخان کاږه او یا وغځېږي ،چې د خپلې سطحې د شکل بدلون سره معادل او یو شانته شي. دا ډول غځېدنه او د شکل بدلېدنه یا کږېدنه ، د کانکرېټو په چاپېریال کې دننه د چاودونو یا درزونو د فشار درامنځته کېدنې مخه نیسي او په پایله کې د فولادي سیخانو د ښوییدنې په وړاندې مقاوم کېدنه لاډېرېږي او د نښلېدنې کچه لوړېږي. نوله همدې امله د نښلېدنې تخریب یا ویجاړېدنه د چاودېدنې تخریب یا ویجاړېدنه ده ،چې په کانکرېټو کې د ښوییدنې یا حرکت له امله پېښېږي.

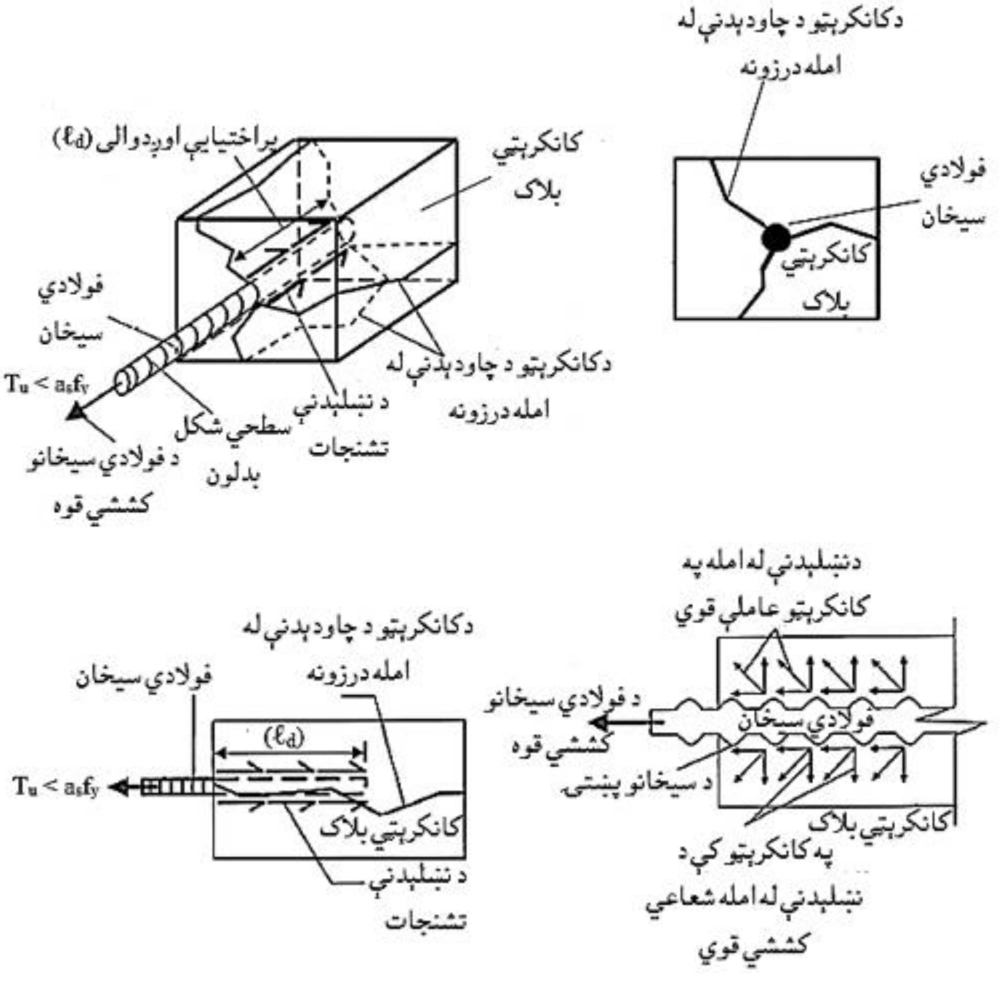
تجربو ښودلې ده ،چې ډېره لږه ښویېدنه د کیمیاوي او فزیکي نښلېدنې د کمېدنې د اټکل لامل کېږي. سره له دې چې میخانیکي نښلېدنه د ډېر غټ خوځښت یا ښویېدنې له امله د مقاومت د کمولو لامل کېږي . نو له همدې کبله میخانیکي نښلېدنه یا کږېدنه او چنګکېدنه په پام کې نیونه، د کیمیاوي او فزیکي نښلېدنې د میکانیزم په پرتله ډېره ډاډمنه ده. د(ACI 318) کود د لومړنۍ میخانیکي نښلېدنې پر بنسټ ، د محاسبې لپاره د ځینو معادلو لارښوونه کړې ده [216,217:7].

2.9- د نښلېدنې او کږېدنې د ښویېدنې له امله د کانکرېټو د چاودیدنې تخریب یا ویجاړېدنه

(Splitting Failure of Concrete due to Bond/Anchorage Slippage)

په(1.9- شکل) کې د کانکرېټو بلاک د رخې لرونکی فولادي دننه شوي سیخ سره ښودل شوې ، چې د ډېریدونکې کششي قوې لاندی واقع شوې دی. هر څومره چې په سیخانو کې کششي قوه ډېرېږي ، په هماغه اندازه په کانکرېټو او سیخانو کې د نښلېدنې تشجات ډېرېږي ، چې په نهایت کې د نښلبدنې ویجاړېدنه رامنځته کېږي . فولادي سیخان په کانکرېټو کې منفذونه پیداکوي، د دې منفذونو ابعادو یاد کچې پراخېدنه او د شکل د بدلون ډول ، دښویېدنې سره دفولادي سیخانو د سطحې د شکل بدلون سره یو شانته وي[187-189:10].

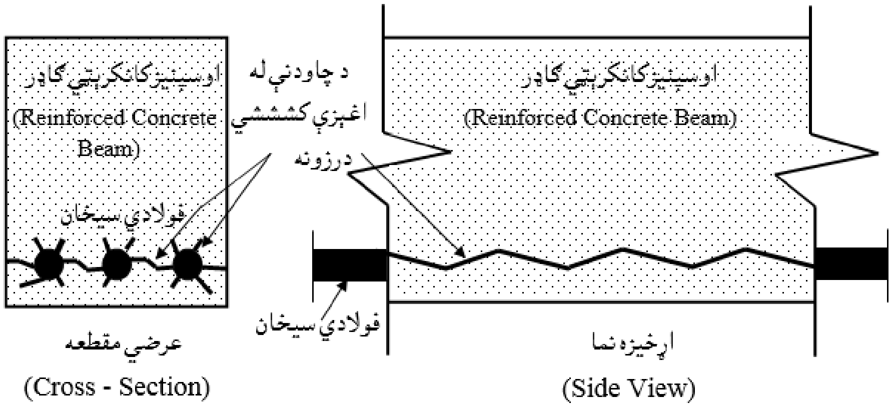
دغځېدنې او د شکل بدلېدنې یا کړېدنې په پایله کې د کانکرېټو په منفذونو یا تشو کې شعاعي تشنجات را پیدا کېږي. همدارازد نښلېدنې له امله د کششي چاودېدنې په واسطه په کانکرېټو کې تخریب او ویجاړېدنه رامنځته کېږي، چې په (1.9- شکل) کې ښودل شوې ده. د ا ډول تخریب او ویجاړېدنه په کانکرېټو کې د فولادي سیخانو د ننوتلو د اوږدوالی د نامناسبوالي له امله د چاودېدنې په وړاندی د مقاومې سطحې د مساحت د کموالي په پایله کې د چاودېدنې په وړاندې د کانکرېټو مقاومت کموي [4:21-2].



1.9- شکل: د رخې لرونکو فولادي سیخانو د ناوړه دننه کیدونکې اوږدالې (ℓ_d) په واسطه د نښلېدنې د تشنجاتو له امله د کانکرېټو د کششي چاودیدنې له امله تخریبېدنه [217:7].

د نښلېدنې د ویجاړېدنې د مخنیوي لپاره ، فولادي سیخان باید په مناسبه توګه په کانکرېټو کې دننه ځای په ځای شي. په کانکرېټو کې د فولادي سیخانو په کافی او مناسبه توګه ځای په ځای کېدنه، د فولادي سیخانو کشش ډېرېږي، چې په پایله کې

کانکرېټ د چاودېدنې څخه مخکې په تسلیمېدنه کې واقع کېږي . ځکه فولادي سیخان کولې شي ، چې په کانکرېټو کې د سیخبندۍ په اړه ښه دنده تر سره کړي . د (1.9- شکل) په اوسپنیزکانکرېټو کې د ښلېدنې یا کړېدنې دتخریب لپاره پرمختللي مثالونه ښیي[99-110:4].



2.9- شکل: په اوسپنیزکانکرېټي ګاډر کې د ښلېدنې یا چنګک کېدنې له امله د کششي چاودونو تخریبېدنه [218:7].

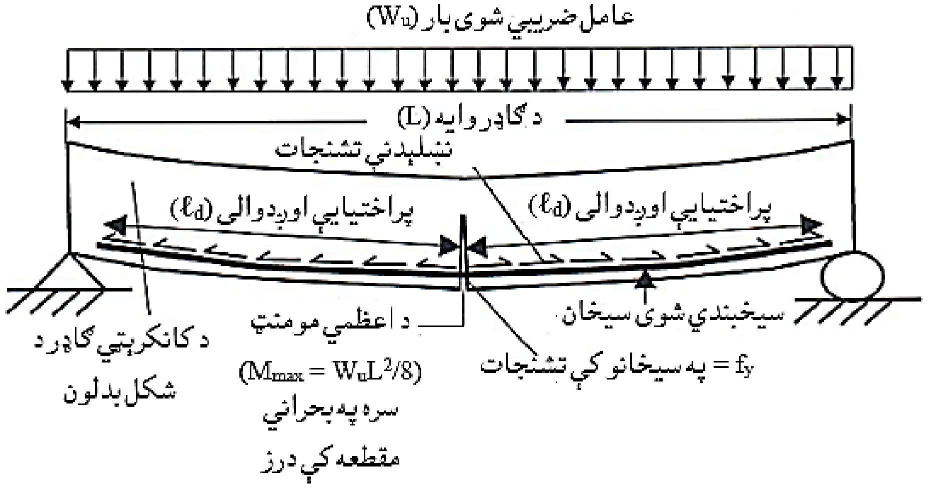
اوسپنیزکانکرېټ په احتمالي توګه د یو ریختې کتلې په څېر عمل کوي ، بې له دې چې د دې دوو ترکیبي اجزاو تر منځ کومه ښویېدنه یا د شکل بدلېدنه پیدا شي . فولادي سیخانو ته باید پاملرنه وشي ، تر څو په کانکرېټو کې پرته له کومه خوځښته په خوندي ډول دننه ځای په ځای شي . په نهایي شرایطو کې اړینه ده ، چې هر یو سیخ د نهایي کششي قوې (T_u) په وړاندې مقاومت وکړي ، چې د مساحت او د فولادي سیخانو د تسلیمېدنې (f_y) مقاومت د ضرب حاصل سره مساوي کېږي . په پایله کې د هر یو سیخ او کانکرېټو تر منځ (د سیخ سطحي مساحت) د ښلېدنې او یا کړېدنې یا چنګک کولو له امله تشنجات بایدد فولادي سیخانو د نهایي کششي قوې مخنیوي او په وړاندې یې مقاومت وکړي ، چې دا د هغې لپاره یوه اغېزمنه متبادله ده لکه په (1.9- شکل)کې چې ښودل شوي دي . هغه اوږدوالی چې د فولادي سیخانو د تسلیمېدنې (f_y)یا د نهایي کششي قوې ($T_u= a_s.f_y$) له اغېزې د کانکرېټو سره د ښلېدنې له امله را پیدا کېږي ، د پراختیایي اوږدوالی (ℓ_d) یا (Development Length) نوم یادېږي . هغه قوه چې د پراختیایي اوږدوالی (ℓ_d) سره د

نښلېدنې د تشنجاتوپه وړاندې مقاومت کوي (T_u) ده . مناسب او وږ پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالی (ℓ_d) ځکه اړین دی ،چې په فولادي سیخانو کې د تسلیمېدنې مقاومت دوړتیا شتون او په کانکرېټو کې د فو لادي سیخانو سیخبندي په بشپړه توګه اغېزمنه وي. په کانکرېټو کې د فولادي سیخانود دننه کېدنې اودوالی یا پراختیایي اوږدوالي کې د سیخانو پوښل باید د (ACI 318) کود د مناسب خوندې توب په اړه غوښتنې او قناعت د نښلېدنې د تخریبېدنې یا ویجاړېدنې په وړاندې په لاس راوړي[7:219-216].

3.9- د فولادي سیخانو د پرېکېدنې نقطو پېژندنه

(Introduction to Steel Bar Cut-off Points)

د اوسپنیزکانکرېټو په محاسبه کې د نښلېدنې، د پراختیایي اوږدوالی او د قبلېدنې په هکله پېژندنه په (3.9) او(4.9) شکلونو کې شوې ده . په (3.9- شکل) کې داسې څرګندونه شوې ده: د دې لپاره چې سیخان په بشپړه توګه پراخیتا وموميي اړینه ده ، چې په مناسبه توګه د درز کېدنې په بحراني مقطعې کې(د اعظمي کوږوالي مومنټ سره په مقطعه کې) دواړو لورو ته وغځېږي ،ترڅو فولادي سیخان د درزسره د نښلېدنې تشنجات خنثی کړي. کله چې د نښلېدنې قوې سیخانو ته انتقال شي ، په سیخانو کې کششي تشنجات د درز کیدونکې بحراني مقطعې ته انتقالېږي او د بار له ډېریدنې سره ، د نښلېدنې تشنجات هم ډېرېږي. د سیخانو د ښې او مناسبېځای په ځای کېدنې له اغېزې ، د سیخانو کششي تشنجات کېدی شي (f_y) ته ورسېږي او د نښلېدنې له امله د تخریبېدنې مخنیوي وکړي [184,185:10].



3.9- شکل: په کشش کې د فولادي سیخانو د تسلیمیدنې تشنجاتو په پراختیا یا غځېدنه کې د ښښلېدنې دنده [219:7].

په (3.9- شکل) کې ښودل شوي ساده اتکاء لرونکې او سپنیز کانکرېټي ګاډر د (L) په وایه د یو شانته وېشلې منظم ضریبي شوې بار(W_u) لاندې واقع دی. د وا یې په منځ (لومړی مقطعه) کې یې ضریبي شوې کوږوالي مومنټ ($M_u = M_{umax} = W_uL^2/8$) یا په ګاډر باندې اعظمي ضریبي شوې عامل انحنايي مومنټ لپاره اړینه ده ، چې د وړ او مناسبه مقاومت د لاسته راوړنې لپاره څلور سیخان د سیخبندۍ (A_{smax}^+) لپاره په پام کې ونیول شي. د ګاډر د وایې په اوږدو کې عرضي مقطعې د (M_{umax}) په پرتله د کوږوالي لږ مومنټ متحمل کېږي ، نو د مناسب مقاومت لپاره د سیخانو لږ مساحت ته اړتیا لري. د دویمې مقطعې سره د(M_u) لپاره یوازې دوه سیخانو ته اړتیا ده[112-116:13].

په تیورتیکی توګه د(II) او (III) سیخانو لپاره د پرېکېدنې نقطې (Cut-Off Point) په نوم یادېږي، چې د دې ځخه یې نور اخوا اوږدېدنې ته اړتیا نه لیدل کېږي. د کود دېلابېلو غوښتنو او شرایطو له مخې په ګاډرونو کې د سیخانو لپاره د پرېکېدنې نقطه په پام کې نه نېسي:

1- هر سیخ باید د تیورتیکي قطعه کېدنې نقطې ځخه اخوا وغځېږي ، چې د و اقعي قطعه کېدنې نقطه د ګاډر د فعالې ارتفاع (d) یا د ($12b_d$) په فاصله (b_d د قطعه کېدونکي سیخ

قطر دی) یا له دې څخه ډېر دنا رسيدلي ننبلېدنې تخريب د مخنيوي او خوندي کېدنې لپاره په پام کې نيول کېږي.
2- د هغه نقطو تر منځ فاصله ، چېرته چې سيخان د بشپړه اغېزې او د واقعی قطعه کېدنې (پرېکېدنې) لاندې راځي بايد د (ACI 318) کود په واسطه دارېنې او لازمې دننه کېدنې اوږدوالی يا د پراختيايي اوږدوالي څخه ډېر په پام کې و نيول شي. د لومړی مقطعې سره ټول سيخان د مومنټ پر وړاندې د مقاومت لپاره د بشپړه اغېزې لاندې وي او د دويمې مقطعې سره (I) او (V) سيخان د بشپړه اغېزې لاندې وي.
3- د عرضاني قوې او مومنټ د بالقوه عمل اړيکوله امله کېدی شي ، چې د سيخانو کشش ډېر ېږي او لکه د (2.9- شکل) په څېر ،مخکې د رسيدلو څخه په مقطعې کې عرضاني تخريببدنه رامنځته کېږي. د (ACI 318) کود د سيخانو د پرېکېدنې يا قطعه کېدنې څخه تر هغه صرف نظر نه کېږي ، تر څو چې لانديني شرايط نه وي تصديق شوي:
(الف) - د سيخانو د پرېکېدنې په موقيعيت کې بايد چې $V_u \leq 2/3(\phi V_n)$ وي ، دلته د ګاډر د مقطعې لپاره د پرېکېدنې نقطې سره (V_u) ضريبې شوې عرضاني قوه ده او(ϕV_n) د عرضاني قوې په وړاندې مقاومه نوميناله عرضاني قوه ده.
(ب) -اضافي عرضاني سيخان (د اضافي عرضاني او څرخېدنې د اړتيا له مخې) لږ تر لږه د پرېکېدنې نقطې څخه اخوا د($2/3d$) په اندازه دواړو لورو ته د اصغري مساحت او د اعظمي تر منځ فاصلې په شرايطو په پام کې نيول کېږي. د عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو اضافي مساحت (A_v) بايد د($60b_ws/f_y$) څخه لږ نه شي ، (d) د ګاډر د مقطعې فعاله ارتفاع او(b_w) د ګاډر د مقطعې د وتلی برخې عرض او(s) د ګڼدمکونو تر منځ فاصله ده او له ($d/8\ \beta_d$) څخه ډېريدلی نه شي ، (β_d) د پامه غورځيدلی سيخانو مساحت دی.
(ج) - له (36 mm) څخه د لويو قطر لرونکو سيخانو لپاره د پامه غورځېدنې په هکله کومه سپارښتنه نه کېږي. خوکه له (36 mm) څخه کوچنی قطر لرونکي سيخان وکارېږي ، نو د پرېکېدنې په نقطه کې د ادامه پيدا کيدونکو(په 4.9- شکل کې I او IV سيخان) سيخانو مساحت بايد د کوږوالي مومنټ په وړاندې د مقاومت لپاره د اړينو سيخانو د مساحت دوه برابره څخه لږ نه شي او همداراز دا $V_u \leq 2/3(\phi V_n)$ شرط هم بايد صدق شي[15:179-172].

(د) - سر بېره د (ACI 318) کود د غوښتنو څخه د سيخانو د پرېکېدنې نقطو سره د(1.9) او (2.9) معادلو شرطونه بايدهم صدق شي . له همدې کبله د پامه غورځيدونکويا قطعه کېدونکو سيخانو کچه محدودېږي ، نو له همدې امله دلاندينېو معادلو له مخې دتاييديدلو سپارښتنه کېږي ، چې په دې وسيله د ګاډر په مقطعې کې د سيخانو ډېره ښه ځای په ځای کېدنه سرته رسېږي او هم د ګاډر د جوړښت خواص لا پسې لوړېږي:

$$\ell_d \leq \frac{M_n}{V_u} + \ell_a \ldots\ldots (1.9)$$

دلته:

M_n - د ګاډر د اتکاء په اړخ کې (په 4.9- شکل کې 2 قطعی) د کږېدنې يا انحنايي مومنټ ظرفيت دی.

V_u - د ګاډر د اتکاء په اړخ کې د ډېر شوې يا ضريبې شوې عرضاني قوه ده .

ℓ_a - د اتکاء د مرکزي ليکي (په 4.9- شکل کې يې ښه واضيح شوې دی) څخه د اخوا غځېدلو سيخانو اوږدوالی دی ،چې په (1.9) معادله کې کارېږي او د ګاډر د فعالې ارتفاع (d) يا د (12b_d) د فاصلې (دلته b_d فولادي سيخ قطر دی) څخه ډېر نه شي . د(1.3) ضريب په (1.9) معادله کې علاوه کېږي او د (2.9) معادلی په ډول يې بيا په لاندې ډول ليکو ، که چېرې فولادي سيخان د اتکاء تر ساحی و غځېږي نو د فشار لاندې واقع کېږي (د اتکاء د عکس العمل له امله):

$$\ell_d \leq 1.3\,\frac{M_n}{V_u} + \ell_a \ldots\ldots (2.9)$$

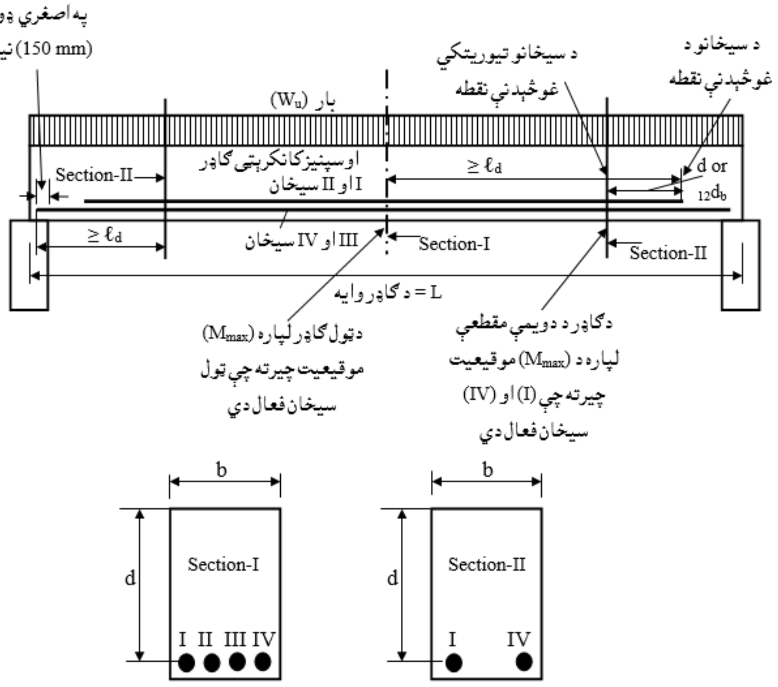
لکه د(4.9- شکل) کې، د(I) او(IV) سيخانو قطر يا مساحت ، اړينه ده ،چې غوڅېدونکو سيخانو نقطې (Cut-Off points) د (ACI 318) کود د شرايطو(لکه په پورته توګه چې د a, b يا c او d شرايط توضيح شو) سره برابر شي . د (ACI 318) کود د اتکاء سره د کږېدونکو يا چنګک کېدونکو په پام کې نه نيوونکو فولادي سيخانو لپاره د (1.9)او(2.9) معادلو کارونه لازمې نه ګڼې [100-105:16].

4- په تيورتيکي توګه له هغو نقطو څخه چې د کږېدنې مومنټ صفر وي ، د سيخانو اوږدېدنه اړينه نه ده . خو ،د (ACI 318) کود د لارښوونې له مخې له دغو نقطو څخه د ساده اتکاء

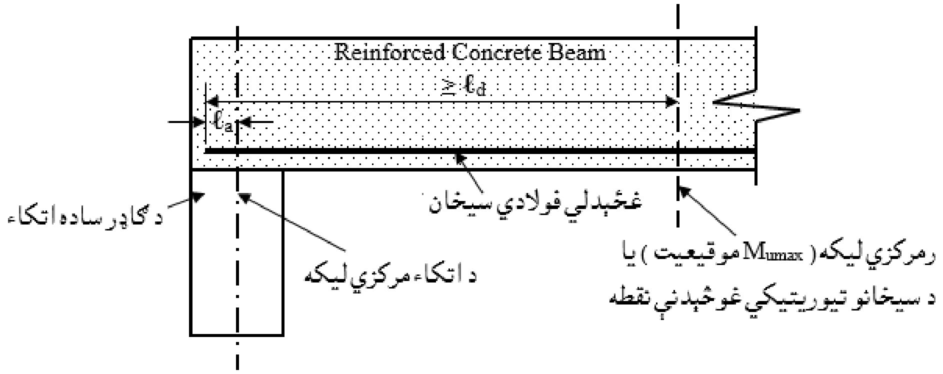
لرونکو او مسلسلو ګاډرونو لپاره په نیمايي (1/2) او څلورمه برخه (1/4) شمېر سیخان اوږدېږي او لږ تر لږه په اتکاء کې د (150 mm) ملي مترو په اندازه ددننه کېږي.

د (36 mm) سیخانو څخه د لوړ قطر سیخانو لپاره ځانګړې پاملرنه په کار ده او د (ACI 318)کود پورتنۍ شرایط په (4.9)او(5.9) شکلونو په څېر له پامه نه غورځول کېږي.خو سره ددې هم محاسبه کوونکې کولی شي د سیخانو د پرېکېدنې په اړه نورې اضافي غوښتنې په پام کې ونیسي . په ساده اتکاء لرونکو ګاډرونو کې دسیخانود پرېکېدنې څخه ډډه کېږي . په ساده اتکاء لرونکو ګاډر ونو کې چې د یو شان وېشلي بارونولاندې واقع وي ، د(M_u) قیمت د منځ په درېمه برخه کې ثابت ته نژدې وي او یوازې اتکاء ته په ډېره لږه فاصله کې د سیخانو پرېکېدنه لازمې ګڼلو له امله سیخان نه غوڅېږي.

تجربو ښودلې ده ، چې یوازې په ساده اتکاء لرونکو ګاډرونو کې د سیخانو د صرف نظر کولو له محدویتونو څخه خوندي دی. بې له دې په ټولو پرله پسې ګاډرونو کې د جوړښت د مغلقیت او پیچلتیا له امله په اتکاء ګانو کې سیخان کمېږي. لاندینې مثال د سیخانو د پرېکېدنې په اړه د کود غوښتنې او شرایط له مخې په پام کې نیول شوې دی.



4.9- شکل: په ساده اتکاء لرونکو ګاډر کې د سیخانو پرېکېدنه [222:7].



9.5- شکل: په (1.9) او (2.9) معادلو کې په ساده اتکاء ګانو کې د پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالی په اړه د (ACI 318) کود د غوښتنو ښودنه [223:7].

9.4- په کشش کې د پراختیایي اوږدوالی یا غځېدنې په اړه د کود غوښتنې (Code Required Bar Development in Tension)

په کانکرېټو کې پراختیایي اوږدوالی یا غځېدنه د سیخانو د ننوتلو اوږدوالی دی ، چې د بحراني مقطعې یا نقطې څخه له هغو سیخانو سره ، چې بشپړه فعالې ت یا په تسلیمېدنې مقاومت کې د هغې په واقعي توګه کارېدنه له پوښتنې لاندې وي، په کانکرېټو کې د سیخانو د ننوتلو اوږدوالی هم د پراختیایي اوږدوالی یا غځېدنې په نوم یادېږي. دا هغه ډېر اوږدوالی دی ، چې سیخان په کې د تسلیمېدنې بشپړه مقاومت پراختیا یا بشپړه ظرفیت حاصلوي. په کشش کې د پراختیایي اوږدوالی د تصدیق کولو لپاره د (ACI 318)کود لاندېنۍ معادله توصیه کوي:

$$\ell_d = \frac{9}{10} \cdot \frac{f_y}{\lambda\sqrt{f'_c}} \cdot \frac{\psi_t \psi_e \psi_s}{\left(\frac{c_b + k_{tr}}{d_b}\right)} d_b \left(\frac{A_{s\,required}}{A_{s\,provided}}\right) \geq 300 \text{ mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.9)$$

په پورتني فورمول کې:

ℓ_d- د (ACI 318) کود له مخې اړین پراختیایي اوږدوالی دی ،چې د سیخانو د بشپړه کارېدنې یا د بحرانی مقطعې څخه په ملي متر اندازه کېږي. په بحراني مقطعه کې لاندیني پارامترونه شامل دي:

(الف) - د اعظمي کرېدنې مومنټ (M_u) موقیعیتونه.

(ب) - په تیورتیکی توګه د سیخانو د پرېکېدنې نقطې.

(ج) - د اتکاې اړخ.

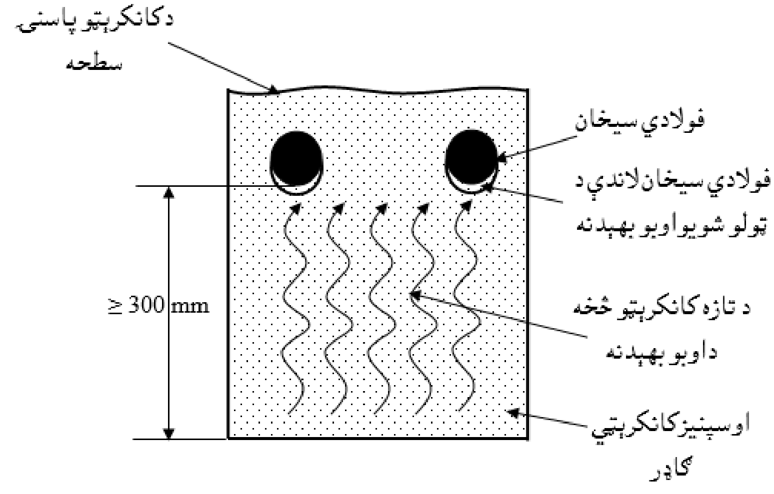
(د) - د کرېدنې نقطې (هغه برخې چې په هغې کې د کوږوالي یا انحنایې مومنټ علامه بدلون مومي).

f_y - د فولادي سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت دی. د تسلیمېدنې مقاومت ډېریدنه د سیخانو د کششي قوې د ډېریدنې په پایله کې اوږد پراختیا یی اوږدوالی ته اړتیا لري.

f'_c - د کانکرېټو ځانګړې فشاري مقاومت دی. د کانکرېټو د مقاومت ډېریدنه د چاودېدنې په وړاندې په مقاوم کېدنې پورې نغښتې ده، نو له دې امله اړین پراختیایي اوږدوالی کمېږي. د (ACI 318) کود د غوښتنې له مخې په (13.9) معادله کې پرته له واقعي قیمت څخه، $\sqrt{f'_c} \leq 0.70MPa$ په پام کې نیول کېږي. دا د (f'_c) لپاره محدیدت نه دی، بلکه دا د نښلېدنې له امله د چاودېدنې په وړاندې د مقاومت لپاره د ($\sqrt{f'_c}$) د کارېدنې محدودیت دی.

ψ_t- د سیخانو د موقیعیت ضریب دی، چې د کانکرېټ اچولو پر مهال د پاسنیو سیخانو پر چاپېر د ناوړه غبرګون د مخنیوي لپاره په پام کې نیول کېږي. د کانکرېټ اچولو پر مهال، په کانکرېټو کې شته اوبه او هوا تر څه بریده پورته لوري ته حرکت کوي، نو د دې امکان وي چې له پاسنیو سیخانو لاندې په افقي ډول باندې پاتې شي. په دې حالت کې له سیخانو لاندې د کانکرېټو او د سیخانو مقاومت کمزوری کېږي، چې د (ACI318) کود ورته لاندینۍ اندازې پیشنهادوي:

که د سیخانو لاندې لکه د (6.9- شکل) په څېرد کانکرېټو خالص ضخامت (≥ 300 mm) وي ،چې په تازه کانکرېټو کې داوبودوتلولامل کېږي. وتوونکې اوبه د سیخانو لاندې خالصه فاصله کې تشې (خلا) جوړوي ،چې د سیخانو د تماس د سطحې سره د کانکرېټو ساحه کموي، نو ($\psi_t = 1.3$) قبلېږي او د نورو ټولو سیخانو لپاره ($\psi_t = 1.0$) قبلېږي.



6.9- شکل: ښايي چې د اوبو توييدنې له اغېزې د فولادي سيخانو د نښلېدنې ساحه کمېږي[224:7].

ψ_e- د سيخانو د پوښلو ضريب دی. دا ضريب د سيخانو پر مخ د اپوکسي (Epoxy) پوښلو له امله چې سيخان د خوړنې او زنګ وهلو او همدا راز په کاربناتي او کلوريني چاپيريال کې د خوندي ساتي. چې د (ACI 318) کود ورته لاندېنۍ اندازې پيشنهادوي:

د هغه سيخان چې د اپوکسي (Epoxy) پوښلو اندازه يې له ($3d_b$) څخه لږه وي او يا هم د سيخانو د مرکز او د کانکرېټو د نږدې سطحې تر منځ فاصله يا د ګاونډيو سيخانو تر منځ خالصه فاصله يې له ($6d_b$) څخه لږه وي ($\psi e = 1.5$) قبلېږي. هغه سيخان چې اپوکسي پوښل شوي وي او په هر حالت کې وي ($\psi e = 1.2$) قبلېږي. بې له اپوکسي پوښلو يا معمولي سيخانو لپاره ($\psi e = 1.0$) قبلېږي. د ا ضريب د سيخانو پراختيايي اوږدوالی يا غځېدنه ډېروي، ځکه نود اپوکسي پوښلو اندازه کموي، چې په پايله کې ميخانيکي کړېدنه يا چنګک کول اغېزمنوي. د (ψ_t) او (ψ_e) د ضرب حاصل بايد له (1.7) څخه ډېر نه شي ($\psi_e.\psi_t \leq 1.7$)، تر څو وکولی شو چې په (3.9) معادله کې ترې کار واخلو.

ψ_s- د سيخانو د سايز او کچې ضريب دی. د هغو سيخانو لپاره چې قطر يې (18 mm) او يا له دې څخه کوچنی وي ($\psi_s = 0.8$) قبلېږي. هغه سيخانو لپاره چې قطر يې (22 mm) او يا له دې لوی وي ($\psi_s = 1.0$) قبلېږي. د کوچنی قطر لرونکو سيخانو لپاره د هغوی د اوږدې يا

ډېرې سطحې (نښلېدونکې) او کوچنۍ عرضي مقطعې (کششي سطحې) د پر تلې یا د لوي قطر لرونکو سیخانو په پرتلنې له امله ،د پراختیايي اوږدوالی اندازه کمه وي[16,17:5].

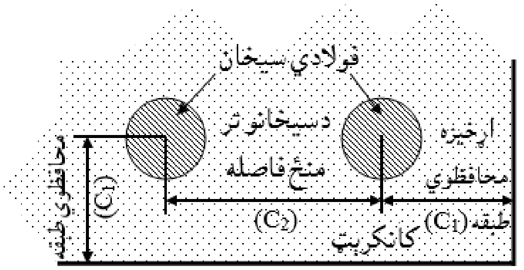
λ- د سپکودانو لرونکو کانکرېټو ضریب دی. که د سپکودانو کانکرېټو د چاودېدنې کششي مقاومت (f_{ct})مجهول وي ($\lambda = 0.75$) ، که د سپکودانو کانکرېټو د چاودېدنې کششي مقاومت (f_{ct}) معلوم وي ($\lambda = \frac{\sqrt{f'_c}}{1.8 f_{ct}} \geq 1.0$) قبلېږي او که د معمولي کانکرېټو څخه ګټه اخیستل شوي وي($\lambda = 1.0$) قبلېږي.

C_b- د کانکرېټو د پوښښ او یا د سیخانو تر منځ فاصله ده ، چې په(7.9- شکل) کې د(C_1) او($C_2/2$) څخه د کوچنۍ قیمت سره مساوي کېږي.

C_1 - د غځېدونکو سیخانو له پاسه د کانکرېټو پوښلو اندازه ده ، چې د سیخانو د مرکز او د نژدې اچول شویو کانکرېټو د سطحې تر منځ فاصلې سره مساوي کېږي.

C_2- د غځېدونکو سیخانو لپاره د هغوې تر منځ د فاصلې نیمایې ده ،چې د ګاونډیو سیخانو د مرکزونو تر منځ فاصلې د نیمایې سره مساوي کېږي.

د پراختیايي اوږدوالی (ℓ_d) په معادله کې د(C_1) او(C_2) د قیمتونو له مخې کولی شو د سیخانو پر چاپیر او د کږو شووسیخانو په واسطه د کششي چوونکو تشنجاتو له امله ،دکانکرېټو د اغېزمنې ساحې مساحت لکه د (2.9- شکل) په څېر محاسبه کړو.



7.9- شکل: د (3.9) معادلې لپاره د کانکرېټو په واسطه د سیخانو پوښل او د سیخانو تر منځ فاصله ښیي [225:7].

K_{tr}- د متقابلو ځای په ځای کېدونکو سیخانو ضریب دی ، چې له ($K_{tr} = \frac{A_{tr} f_y}{10\ sn}$) سره مساوي کېږي ، متقابل ځای په ځای کېدونکو سیخانو د ګاډورونو او د پایو د ګڼډمکونو دي. د متقابلو ځای په ځای کېدونکو سیخانو کارول په کانکرېټو کې د سیخانو د نښلېدنې

يا کرېدنې تشنجاتو او د نښلېدنې د مقاومت د ډېرېدلو له امله ، د کششي چوونکې تخريب اندازه را کموي ، له همدې کبله کوچنې پراختيايي اوږدوالی غواړي. په پورتنۍ معادله کې د (K_{tr}) اصطلاح په لاندې ډول توضيح کېږي:

A_{tr}- د متقابلو ځای په ځای شوو سيخانو مساحت دی، چې د هغې ځانګو د شمېر او د هرې ځانګې سيخانو د مساحت د ضرب حاصل سره مساوي کېږي.

S- د پراختيايي اوږدوالی (ℓ_d) سره د متقابلو ځای په ځای شوو سيخانو تر منځ فاصله ده.

n - د چاوديدونکو کانکرېټو د سطحې په اوږدوکې دهغو سيخانو چې پراختيايي اوږدوالی مومي يا غځېږي ، شمېر دی.

d_b- دهغو سيخانو قطر دی چې پراختيايي اوږدوالی مومي يا غځېږي.

$A_{srequired}$- د کرېدنې يا انحنايي مومنټ په وړاندې د اړينو سيخانو مساحت دی.

$A_{provided}$ - له هغه مقطعې سره چې په هغې کې سيخان پراختيا مومي يا غځېږي ، د ځای په ځای شويو سيخانو مساحت دی.

سربېره پردې، په (3.9) معادله کې د (ACI 318)کود $(\frac{c_b+k_{tr}}{d_b} \leq 2.5)$ پيشنهادوي. د دې کود دا محدوديتونه د متقابلو ځای په ځای شوو سيخانو د پراختيايي اوږدوالي يا غځېدنې د فاصلې په کمولو د اغېزې لپاره په پام کې نيول کېږي. ډېری محاسبه کوونکی انجنير يا ډيزاينر د (1.0) قيمت د$(\frac{c_b+k_{tr}}{d_b})$ پر ځای ، حتی که چېرې متقابل سيخان ځای په ځای شوې هم وي ، د ساده کولو لپاره کاروي[9:210-203].

د ولډنګ شويو سيمانو جاليو لپاره پراختيايي اوږدوالی يا غځېدنه د (3.9) معادله په لاندې ډول تنظيمېږي:

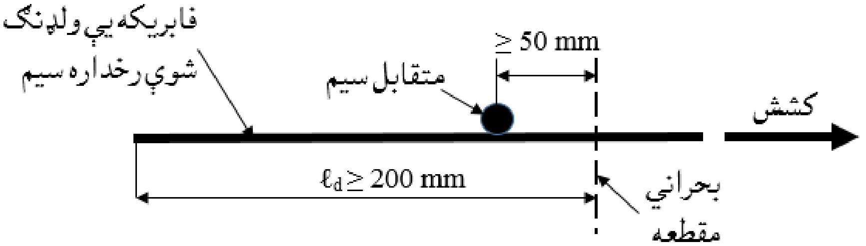
$$\ell_d = \frac{9}{10} \cdot \frac{f_y}{\lambda\sqrt{f'_c}} \cdot \frac{\psi_t \psi_e \psi_s \psi_w}{\left(\frac{c_b+k_{tr}}{d_b}\right)} d_b \left(\frac{A_{srequired}}{A_{sprovided}}\right) \geq 200 \text{ mm} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(4.9)}$$

په پورتني فورمول کې :

ψ_w- د ولډنګ شويو جاليو د سيمانو ضريب دی.

ψ_w- کله چې په (8.9- شکل) کې د قطعه کېدونکې سيمانو شرايط د قناعت وړ وي ، نو په فورمول کې له $(\psi_{w1} = \frac{f_y-35{,}000}{f_y} \leq 1.0)$ او $(\psi_{w2} = \frac{5d_b}{s} \leq 1.0)$ څخه لوی قيمت قبلېږي

او که د قطعه کېدونکې سیمانو شرایط د قناعت وړنه وي ،نو (1.0) قبلېږي، (d_b) د سیمانو قطر او (s) د سیمانو تر منځ فاصله ده. لږ تر لږه دیو سیم قطعه کېدنه ، د پراختیایي اوږدوالی یا غځېدنې د فاصلې سره باید چې د بحراني مقطعې څخه د (50 mm) څخه لږ نه شي لکه په (8.9- شکل) کې چې ښودل شوي دي[75-78:1] .
ψ_e- داپوکسي پو ښلوضریب دی ، که د قطعه کېدونکو سیمانو شرایط د قناعت وړ وي، نو (ψ_e = 1.0) او که د قطعه کېدونکې سیمانو شرایط د قناعت وړنه وي ،نو د (3.9) معادلې په څېر قبلېږي.

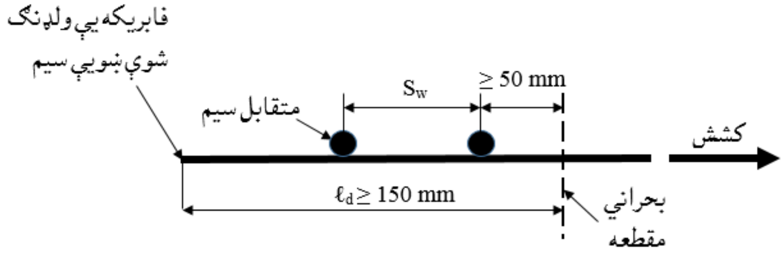


8.9- شکل: د رخې لرونکو ولډنګ شوو سیمانو جالیو لپاره د قطعه شویو سیمانو شرایط [231:9].

لکه د (9.9- شکل) په څېر د ښویې ولډنګ شوو سیمانو جالیو لپاره ، دوه سیمانو یو له بله دارنګه قطعه کړي وي ،چې د پراختیایي اوږدوالي یا غځېدنې اندازه یې یو له بله په بحراني مقطعه کې د (50 mm) څخه لږه نه وي. سربېره پر دې ، دښویې ولډنګ شویو سیمانو جالیو پراختیایي اوږدوالي یا غځېدنه د لاندېنۍ (5.9) معادلې په واسطه د لاسته راغلې اندازې څخه باید لږونه نیول شي[230,231:9] :

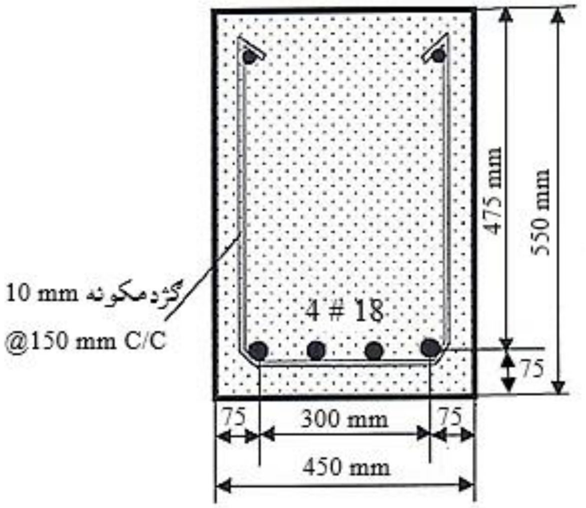
$$\ell_d = 3.3\frac{A_b}{s}\frac{f_y}{\sqrt{f'_c}}\lambda\left(\frac{A_{srequired}}{A_{sprovided}}\right) \geq 150\text{ mm} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5.9)$$

په پورتني فورمول کې (A_b) دمسطحو ولډنګ شویو سیمانو جالیو د ځانګړو سیمانو مساحت دی [306:6].



9.9- شکل: د ښويې ولډنګ شوو سيمانو د جاليو لپاره د قطعه شويو سيمانو شرايط [231:9].

1.9- مثال: په لاندیني شکل کې دګاډر دښودل شوې مقطعې لپاره د کششي سيخانو پراختيايي اوږدوالی یا غځېدنه دلاندينيو شرايطو له مخې محاسبه کړئ. (1) معمولي ساختمان. (2) سيخان په کيمياوي چسپيدونکويا اپوکسي موادو پوښل او سپک دانه کانکرېټ په پام کې نيول شوي وي. (3) سيخان په کيمياوي چسپيدونکويا اپوکسي موادو پوښل شوي وي.



حل: د (3.9) رابطې لپاره (f'_c = 30 MPa) او(f_y = 420 Mpa) ، د لاندېنيو سيخانو لپاره (ψ_t =1.0) ،د معمولي سيخانو لپاره (ψ_e =1.3)، چې ($\psi_t . \psi_e = 1.0 \leq 1.7$)اوله (22 mm) قطر څخه کوچنيوسيخانو لپاره (ψ_s = 0.8) قبلېږي. د عادي کانکرېټو لپاره = (λ1.0)، محافظوي طبقه (C_1 = 75mm) او د سيخانو ترمنځ د فاصلې نيمايې (C_2 = Space/2 = 50 mm) قبول شوي ده، نو (C_b) د(C_1) او د(C_2/2) د قيمتونو څخه د کوچنی قيمت (C_b = 50 mm)سره مساوي قبلېږي.

$$K_{tr} = \frac{A_{tr} f_y}{10\, sn} = \frac{1,017 \text{ x } 420}{10 \text{ x } 150 \text{ x } 4} = 71 \text{ mm.}$$

$$A_{tr} = 4 \text{ x } \frac{\pi d^2}{4} = 4 \text{ x } \frac{\pi \text{ x } (18)^2}{4} = 1,017 \text{ mm}^2.$$

$$\frac{c_b + k_{tr}}{d_b} \leq 2.5 \Rightarrow \frac{c_b + k_{tr}}{d_b} = \frac{50+71}{18} = 6.72 > 2.5 \Rightarrow \frac{c_b + k_{tr}}{d_b} = 2.5.$$

نو د کود دلار ښوونې له مخې ($\frac{c_b + k_{tr}}{d_b} = 2.5$) قبلېږي.

$$\left(\frac{A_{srequired}}{A_{sprovided}}\right) = 1.0$$

$$\ell_d = \frac{9}{10} \cdot \frac{f_y}{\lambda\sqrt{f'_c}} \cdot \frac{\psi_t \psi_e \psi_s}{\left(\frac{c_b + k_{tr}}{d_b}\right)} d_b \left(\frac{A_{srequired}}{A_{sprovided}}\right) \geq 300 \text{ mm.}$$

$$\ell_d = \frac{9}{10} \cdot \frac{420}{1.0 \text{x} \sqrt{30}} \cdot \frac{1.0 \text{x} 1.0 \text{x} 0.8}{(2.5)} d_b = 22.10\, d_b = 398 \text{ mm} > 300 \text{ mm.}$$

په پایله کې دلومړي حالت لپاره په لاس راغله چې د (18 mm) سیخانو لپاره پراختیایي اوږد والی یا غځېدنه ($22.10 d_b$) یا (398 mm) ده.

د دویم حالت لپاره په (3.9) معادلې کې ټول قیمتونه دلومړي حالت په څېر په پام کې نیول کېږي، خو د سیخانو د اپوکسي پوښلو (Epoxy coated bars) لپاره ($\psi_e = 1.5$) قبلېږي. نو ($\psi_t \cdot \psi_e = 1.5 \leq 1.7$) کېږي.

$$\ell_d = \frac{9}{10} \cdot \frac{f_y}{\lambda\sqrt{f'_c}} \cdot \frac{\psi_t \psi_e \psi_s}{\left(\frac{c_b + k_{tr}}{d_b}\right)} d_b \left(\frac{A_{srequired}}{A_{sprovided}}\right) \geq 300 \text{ mm.}$$

$$\ell_d = \frac{9}{10} \cdot \frac{420}{1.0 \text{x} \sqrt{30}} \cdot \frac{1.0 \text{x} 1.5 \text{x} 0.8}{(2.5)} d_b = 33.13\, d_b = 596 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm.}$$

په پایله کې ددویم حالت لپاره په لاس راغله چې د (18 mm) سیخانو لپاره پراختیایي اوږدوالی ($33.13 d_b$) یا (596 mm) دی.

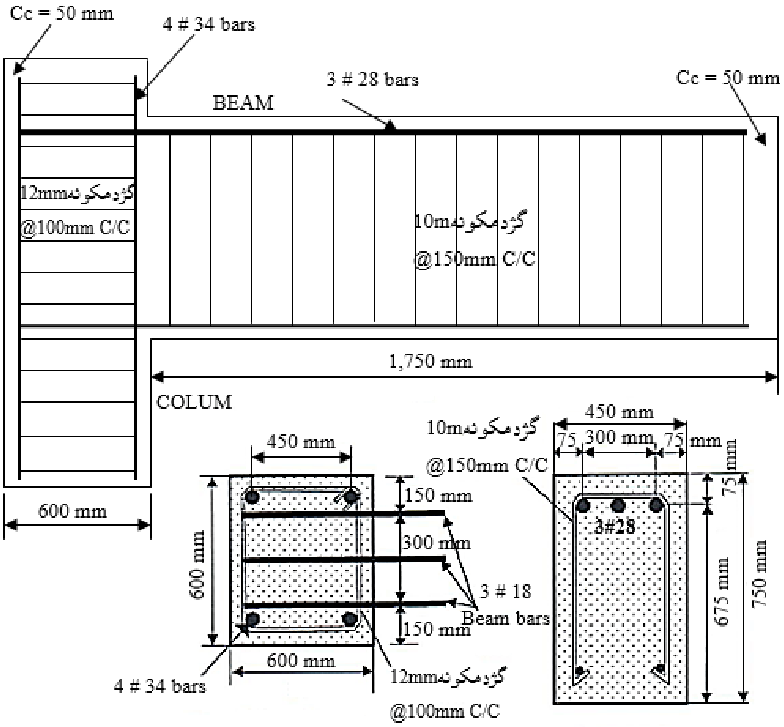
د درېیم حالت لپاره په (3.9) معادلې کې ټول قیمتونه د دویم حالت په څېر په پام کې نیول کېږي، خو یوازېد سپکو کانکرېټو لپاره ($\lambda = 0.75$) قبول شوي دی.

$$\ell_d = \frac{9}{100} \cdot \frac{f_y}{\lambda\sqrt{f'_c}} \cdot \frac{\psi_t \psi_e \psi_s}{\left(\frac{c_b + k_{tr}}{d_b}\right)} d_b \left(\frac{A_{srequired}}{A_{sprovided}}\right) \geq 300 \text{ mm.}$$

$$\ell_d = \frac{9}{10} \cdot \frac{420}{0.75 \text{x} \sqrt{300}} \cdot \frac{1.0 \text{x} 1.5 \text{x} 0.8}{(2.5)} d_b = 44.17\, d_b = 795 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm.}$$

په پایله کې د درېیم حالت لپاره په لاس راغله چې د (18 mm) سیخانو لپاره پراختیایي اوږد والی ($44.17 d_b$) یا (795 mm) دی.

2.9- مثال: په لاندېني شکل کې د ښول شوي کانتيليور ګاډر مقطعې کې د (28 # 3) سيخانو لپاره، په خپله د ګاډر يا پايې په تکيه ځای کې د کششي سيخانو پراختيايي يا غځېدنې اوږدوالي يا کږېدنه ، محاسبه کړئ ، که (f'_c = 30 MPa), (f_y = 420 MPa) او($A_{srequired}/A_{sprovided}$ = 1.0) وي.



حل:

(1)- په ګاډر کې د کششي سيخانو پراختيايي يا غځېدنې اوږدوالى په لاندې ډول پيدا کوو:

f'_c = 30 MPa; f_y = 420 MPa

د پاسنيو سيخانو لپاره (ψ_t =1.3) (کله چې د سيخانو لاندې د تازه کانکرېټو ضخامت ≥ 300mm وي)، د معمولي سيخانو لپاره (ψ_e =1.3) دی ، نو ($\psi_t . \psi_e$ = 1.69 ≤ 1.7) کېږي. همدارازله (22 mm) څخه دلوي قطرلرونکو سيخانو لپاره (ψ_s = 1.0) او د عادي کانکرېټو لپاره (λ = 1.0)قبول شوې دی. محافظوي طبقه (C_1 = 75 mm) او د سيخانو تر منځ د فاصلې نيمايي (C_2 = Space/2 = 75 mm) قبول شوې ده ، چې (C_b) د(C_1) او(C_2/2) له قيمتونو څخه کوچني قيمت (C_b = 75 mm)سره مساوي قبلېږي.

$K_{tr} = \frac{A_{tr} f_y}{10\ sn} = \frac{1{,}846 \times 420}{10 \times 150 \times 3} = 172.$

$A_{tr} = 3 \times \frac{\pi d^2}{4} = 3 \times \frac{\pi \times (28)^2}{4} = 1{,}846\ mm^2.$

$\frac{c_b + k_{tr}}{d_b} \leq 2.5 \Rightarrow \frac{c_b + k_{tr}}{d_b} = \frac{75+172}{28} = 8.82 > 2.5 \Rightarrow \frac{c_b + k_{tr}}{d_b} = 2.5.$

نو د کود دلارښوونې له مخې ($\frac{c_b + k_{tr}}{d_b} = 2.5$) قبلېږي.

$\left(\frac{A_{srequired}}{A_{sprovided}}\right) = 1.0$

$$\ell_d = \frac{9}{10} \cdot \frac{f_y}{\lambda\sqrt{f'_c}} \cdot \frac{\Psi_t \Psi_e \Psi_s}{\left(\frac{c_b + k_{tr}}{d_b}\right)} d_b \left(\frac{A_{srequired}}{A_{sprovided}}\right) \geq 300\ mm.$$

$$\ell_d = \frac{9}{10} \cdot \frac{420}{1.0 \times \sqrt{30}} \cdot \frac{1.3 \times 1.3 \times 1.0}{(2.5)} d_b = 46.65\ d_b = 1{,}306\ mm > 300\ mm.$$

په پایله کې د کانټیلیورګاډر د (28 #3) سیخانو لپاره پراختیایي اوږد والی ($46.65 d_b$) یا (1,306 mm) اړتیا ده. په لاس راغلی پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالی په ګاډر کې مساوي کېږي په (1,750 – 50 = 1,700 mm > 1,306 mm) نو صحیح دی.

(2) - په پایه کې د سیخانو پراختیایي اوږدوالی یا غځېدنې په لاندې ډول پیدا کوو:

د (3.9) معادلې لپاره ټول قیمتونه په کانټیلیورګاډر کې د پراختیایي یا غځېدنې اوږد والی په شانته په پام کې نیول کېږي پرته له:

دپاسنېو سیخانو لپاره $\psi_t = 1.3$ (د پایې د جوړېدلو پرمهال دسیخانو لاندې د تازه کانکرېټو ضخامت ≥ 300 mm وي، د پاسنېو سیخانو د احتیاط لپاره ψ_t په پام کې نیول کېږي). (C_1) د محافظوي طبقې سره مساوي قبلېږي. د دې لپاره چې په پایه یا ستنه کې کانکرېټ ځای په ځای شي، نو د پاسنېو سیخانو له پاسه دپاسنۍ محافظوي طبقې اندازه ډېره وي، ځکه چې سیخان په پاسنې برخه کې د ګاډر له لوری غځېږي. د اړخ محافظوي طبقه مساوي کېږي په: (600 – 300)/2 = 150 mm.

د لومړي حالت په څېر محافظوي طبقه ($C_1 = 75$ mm) او ($C_2 = Space/2 = 75$ mm) د سیخانو تر منځ د فاصلې د نیمایې په اندازه، (C_b) د(C_1) او($C_2/2$) د قیمتونو څخه کوچنی قیمت ($C_b = 75$ mm)سره مساوي قبلېږي. د پایې ولاړ یا عمودي سیخان د(28 mm) قطره غځېدلي سیخان، له ګاډرونو څخه د افقي سیخانو په څېر کار کوي.

$A_{tr} = A_s = 4 \times \frac{\pi d^2}{4} = 3 \times \frac{\pi \times (34)^2}{4} = 3{,}630\ mm^2$; s = 300 mm.

$K_{tr} = \frac{A_{tr} f_y}{10\ sn} = \frac{3{,}630 \times 420}{10 \times 300 \times 4} = 127.$

$\frac{c_b + k_{tr}}{d_b} \leq 2.5 \Rightarrow \frac{c_b + k_{tr}}{d_b} = \frac{75+127}{34} = 5.94 > 2.5 \Rightarrow \frac{c_b + k_{tr}}{d_b} = 2.5.$

د پايې يا ستنې د افقي سيخبندي شويو سيخانو د ډېر مساحت په چاودنه کې ، د (ACI 318) کود د غوښتنې له مخې خولۍ یا د پايې سرنۍ برخه کله چې په (3.9) معادله کې ($\frac{c_b + k_{tr}}{d_b} \leq 2.5$) شي نو له امله يې پراختيايي يا غځېدنې اوږدوالی نه اغېزمن کېږي. نو په پايه کې د (3.9) معادلې ټول اجزاوې د ګاډر په څېر په پام کې نیول کېږي ، چې په پايله کې د (34 #4) سيخانو لپاره پراختيايي اوږد والی ($46.65d_b$) يا (1,306 mm) اړتيا ده. په لاس راغلی پراختيايي يا غځېدنې اوږدوالی په ګاډر کې مساوي کېږي په (1,750 – 50 = 1,700 mm > 1,306 mm) نو صحيح دی.

په پايه يا ستنه کې لاسته راغلی پراختيايي يا غځېدنې اوږدوالی مساوي کېږي په:

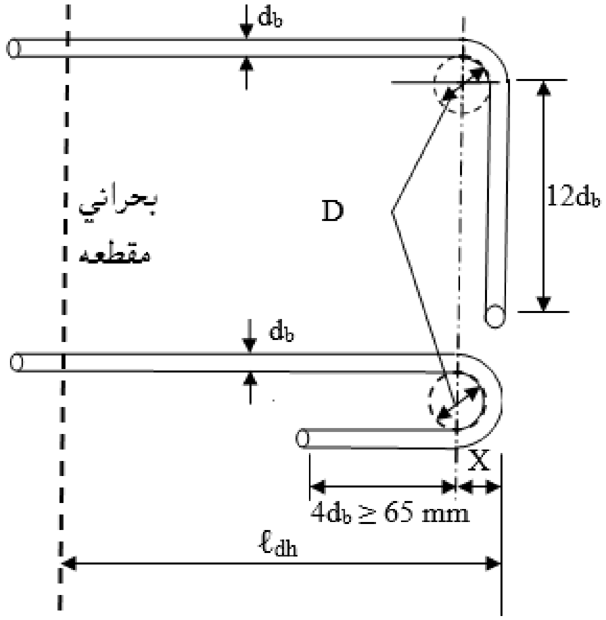
600 – 50 = 550 > 1,306 mm

له پورتنۍ محاسبې څخه څرګنده شوه چې د ګاډر سيخان په پايه يا ستنه کې لږ غځېدلې دي ، نو اړينه ده چې د ګاډر سيخان په پايه کې قات شي. د (2.9) مثال له همدې لپاره په پام کې نیول شوې دی ، ډېری محاسبه کوونکي انجينران په پايو کې د ګاډر سيخانو قات کېدنه ، کرېدنې يا چنګک کېدنه په پام کې نه نيسي. د کششي پراختيايي يا غځېدنې اوږدوالی د محاسبې لپاره یو لړ جدولونه هم شتون لري ، چې د هغې په مرسته هم په ډېره اسانۍ سره دا محاسبه سرته رسېږي.

5.9-په کشش کې د کود د غوښتنې له مخې د قات کېدونکې سيخ د پراختيايي يا غځېدنې اوږدوالی

(Code Required Hooked Bar Development Length in Tension)

د (ACI 318)کود د لارښوونې له مخې په کشش کې فولادي سيخان د پراختيايي يا غځېدنې اوږدوالی د لنډولو لپاره کږېږي يا چنګک کېږي. ياني دا چې د ستندرد غوښتنې پرځای شوي وي د سيخانو د اړينې نښلېدنې او پراخيتايی يا غځېدنې اوږدوالی لپاره سيخانو کږېږي يا چنګک کېږي . د کششي پراختيايي سيخانو لپاره دوه ډوله ،په (90°) درجو زاويه ل کږېدنه يا چنګک کېدنه او په (180°) درجې زاويه کږېدنه يا چنګک کېدنه سرته رسېږي. د (ACI 318)کود دلارښوونې او غوښتنې پربنسټ د(d_b) قطر لرونکی سيخ چنګک کېدنه په(10.9- شکل) کې ښودل شوې شکل په څېر سرته رسېږي.



د سيخانو قطر (mm)	د کږېدنې قطر (D)	د (X) (90°) چنګک لپاره
10 – 25	$6d_b$	$4d_b$
26 – 34	$8d_b$	$5d_b$
40 - 56	$10d_b$	$6d_b$

10.9- شکل: د کششي سيخانو لپاره د (ACI 318)کود د ستندرد کږېدنې يا چنګک کول تفصيل [234:7].

د (ACI 318)کود دا په ډاګه څرګندوي چې په کشش کې دفولادي سيخانو لپاره پراختيايي يا غځېدنې اوږدوالي ته اړتيا شته ،خو د لاندينۍ معادلې له مخې د پيدا کېدونکې ستندرد کږېدنه يا چنګک کول په پام کې نه نيسي:

$$\ell_{dh} = \frac{\lambda\psi_e f_y}{4\sqrt{f'_c}} d_b \cdot \eta \geq 150 \text{ mm} \text{ یا } 8d_b \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6.9)$$

دلته:

ℓ_{dh} - په کشش کې دقات ، کړوشویو یا چنګک شویو سیخانو پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالی دی.

d_b - په کشش کې د ستندرد کړېدنې له لارې د پراختیا مندونکو یا غځېدونکو سیخانو قطر دی.

f'_c او f_y په ترتیب سره د کانکرېټو فشاري مقاومت او د فولادو د تسلیمېدنې مقاومت دی.

ψ_e- د اپوکسي (Epoxy) یا د پلاستیکي (کیمیاوي) چسپښي موادو په واسطه د پوښل سیخانو لپاره د ډېریدنې یا سمون ضریب دی ، چې د اپوکسي شوو سیخانو لپاره ($\psi_e = 1.2$) او دنورو هر ډول سیخانو لپاره ($\psi_e = 1.0$) قبلېږي.

λ- د سپکو کانکرېټو د ډېریدنې یا سمون ضریب دی ، چې د سپکو دانو لرونکو کانکرېټو لپاره ($\lambda = 0.75$) او دونورو ټولو ډولونو کانکرېټو لپاره قبلېږي.

همداراز (η) ضریب دی ، چې د کود د د لاندینیو شرایطو له مخې په پورتنۍ رابطه کې ضربېږي. په (180°) قات کېدنې یا چنګک کېدنې چې د سیخانو قطر (36mm) او یا کوچنی وي او د کانکرېټو اړخ محافظوي طبقه له (60 mm) څخه لږه نه وي اوهم په (90°) قات کېدنې یا چنګک کېدنې چې د سیخانو قطر (36mm) اویا کوچنی وي او د کانکرېټو اړخ محافظوي طبقه له (60mm) څخه لږه نه وي او د سیخ د غځېدنې په امتداد د کانکرېټو محافظوي طبقه له (50mm) څخه لږه نه وي ، نو ($\eta = 0.7$) قبلېږي.

که په (90°) قات کېدنې یا چنګک کېدنې چې د سیخانو قطر له (36mm) څخه کوچنی وي او غځېدلو سیخانو عمودي ګڼږدمکونو په غځېدلې فاصله کې په اعظمي ډول د ($3d_b$) په اندازه په (ℓ_{dh}) کې واقع شوې وي او یا هم د غځېدلو سیخانو سره موازي ګڼږدمکونه په اعظمي ډول د ($3d_b$) په اندازه د سیخانو په ټول مستقیم اوږدو کې او یا هم په قات شویو یا کړوشوو برخو کې واقع شوي وي ، نو ($\eta = 0.8$) قبلېږي.

که په (180°) قات کېدنې یا چنګک کېدنې چې د سیخانو قطر له (36mm) څخه کوچنی وي او غځېدلو سیخانو عمودي ګڼډمکونو په غځېدلې فاصله کې له ($3d_b$) په اندازه ډېره نه وي په (ℓ_{dh}) کې واقع شوې وي ، نو ($\eta = 0.8$) قبلېږي.

کله چې د سیخـــانو غځېدنه اړینه وي او په هغې کې د (f_y) د تسلیمېدنې تشنجاتو ډېروالي ته اړتیا نه لـــیدل کـــېږي ، نـــو په هغه حـــالـــت کې ($\eta = \frac{A_{s.required}}{A_{s.provided}}$) قبلېږي [370-386:17].

د (ACI 318) کود دا په ډاګه څرګندوي چې په کشش کې دفولادي سیخانو له پاره پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالي ته اړتیا شته ،خو د لاندېنې معادلې له مخې د پیدا کېدونکې سټندرد کږېدنه یا چنګک کول په پام کې نه نېسي:

$$\ell_{dh} = \frac{0.024\psi_e f_y}{\lambda\sqrt{f_c'}} d_b \left(\frac{A_{srequired}}{A_{sprovided}}\right) \prod_{i=1}^{3} M_i \geq 150 \text{ mm یا } 8d_b \quad \ldots. (6.9)$$

دلته:

ℓ_{dh}- په کشش کې د قات شوو یا چنګک شوو سیخانو پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالی دی.

d_b - په کشش کې د سټندرد کږېدنې له لارې د پراختیا مندونکو یا غځېدونکو سیخانو قطر دی.

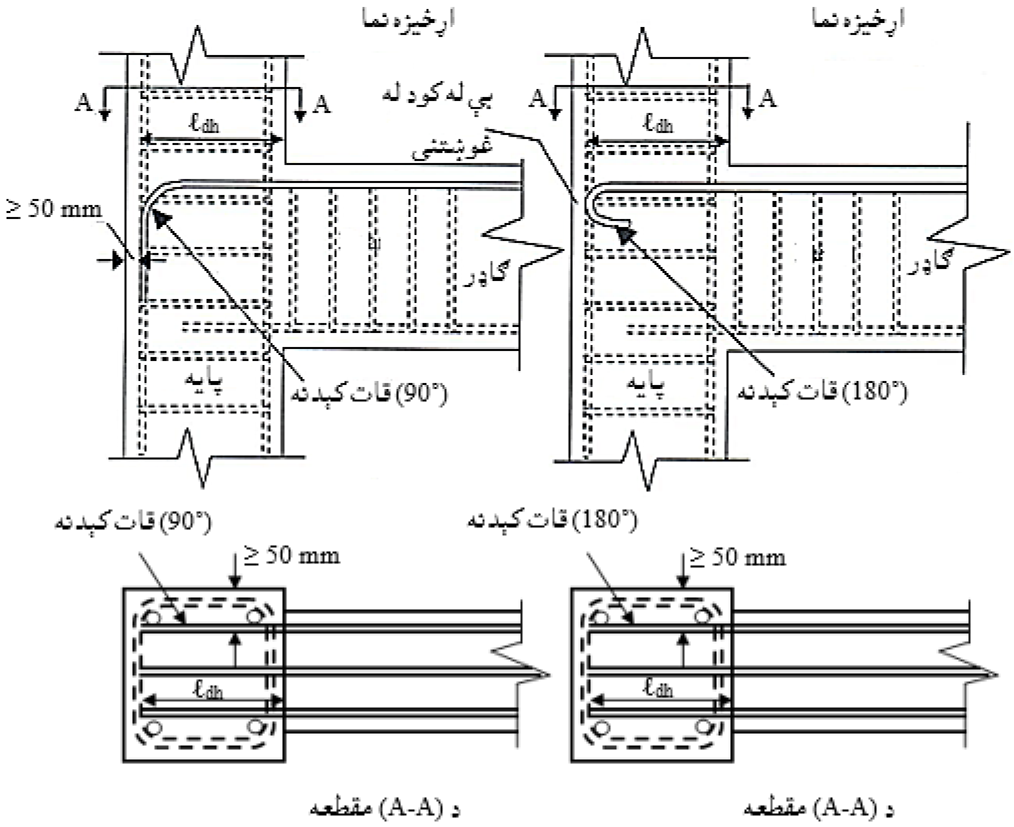
f'_c او f_y - په ترتیب سره د کانکرېټو فشاري او د فولادو د تسلیمېدنې مقاومت دی.

ψ_e- د اپوکسي (Epoxy) پوښلو د ډېریدنې یا سمون ضریب دی ، چې د اپوکسي پوښ شوو لپاره (1.2) او د سیخانو د نورو حالتونو لپاره (1.0) قبلېږي. د ا ضریب د سیخانو پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالي ډېروي ، ځکه نو د اپوکسي پوښلو اندازه کموي ،چې په پایله کې میخانیکي کږېدنه یا چنګک کول اغېزمن کوي.

λ- د سپکو دانه کانکرېټو د ډېریدنې یا سمون ضریب دی ، چې د سپک دانه کانکرېټو لپاره (0.75) او د نورو ټولو کانکرېټو لپاره (1.0) قبلېږي.

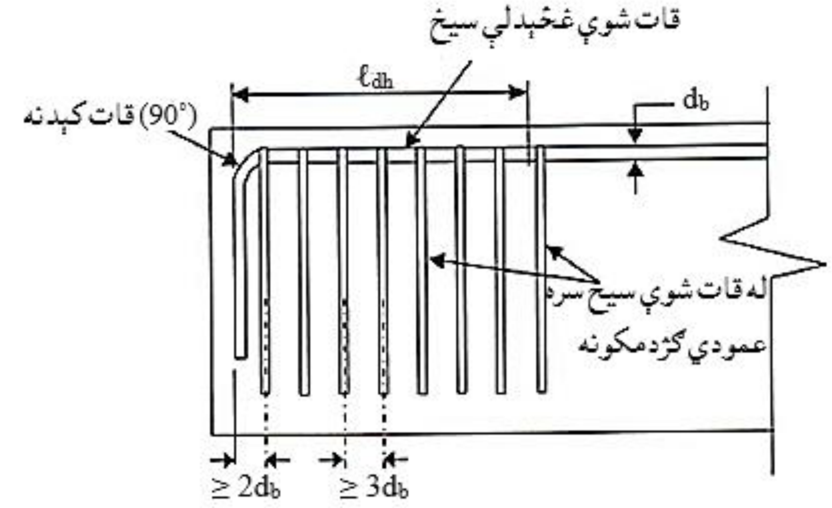
M_1- د محافظوي طبقې د ډېریدنې یا سمون ضریب دی. کـه د قـات شـوو سیخـانو قـطر (36 mm) او یا لــه دې څخه کوچـنی وي ، د اړخ محافظوي طبقه یې ($\geq$ 60mm) او په

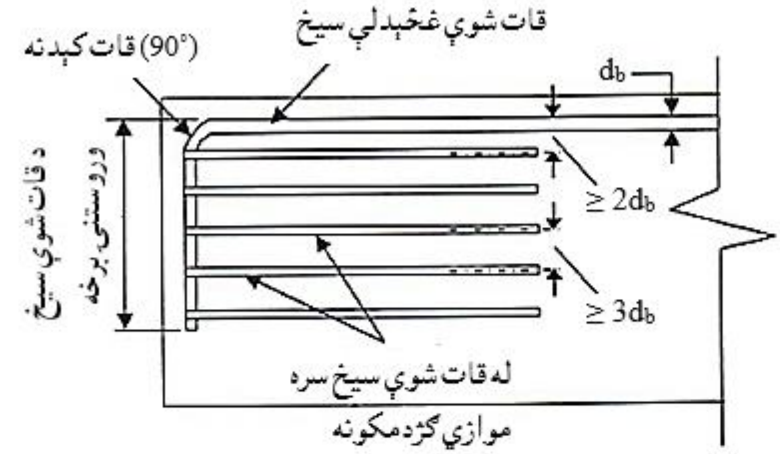
(11.9- شکل) په څېر په (90°) درجه زاويې قات يا چنګک شوي سيخ محافظوي طبقه ≤) 50mm) وي (0.7) او د نورو حالتونو له پاره (1.0) قبلېږي.



11.9- شکل: د(M_1) ډېرېدونکي ضريب له پاره د (ACI 318) کود غوښتنې[235:7].

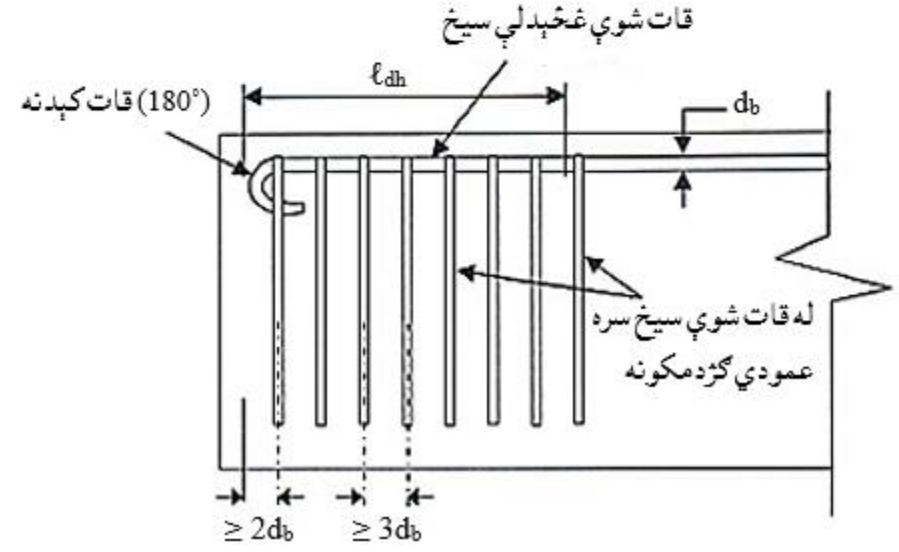
M_2- دعناصرود ادامه نه پيداکيدونکو د(90°) درجې زاويې کرېدونکو يا چنګک کېدونکو سيخانو لپاره د افقي سيخبندۍ ډېريدنې يا سمون ضريب دی . که دکرېدونکو سيخانو قطر(36mm) او يا د دې څخه کوچنی وي ، د پايو او د ګاډرونو د ګڼدمکونو سره عمود يا موازي کارېه شوي سيخانو پراختيامومي يا غځېږي او تر منځ فاصله يې بايد د پايې او يا د ګاډرد لومړی ګڼدمک سره د($3d_b$) څخه لويه نه شي اود ($2d_b$) په اندزه بيرون لوری ته د (12.9- شکل) په شانته کارېه شي(0.8) او د(180°) درجې زاويه کرېدونکو په ګډون د نورو حالتونو لپاره (1.0) قبلېږي[402-405:17].





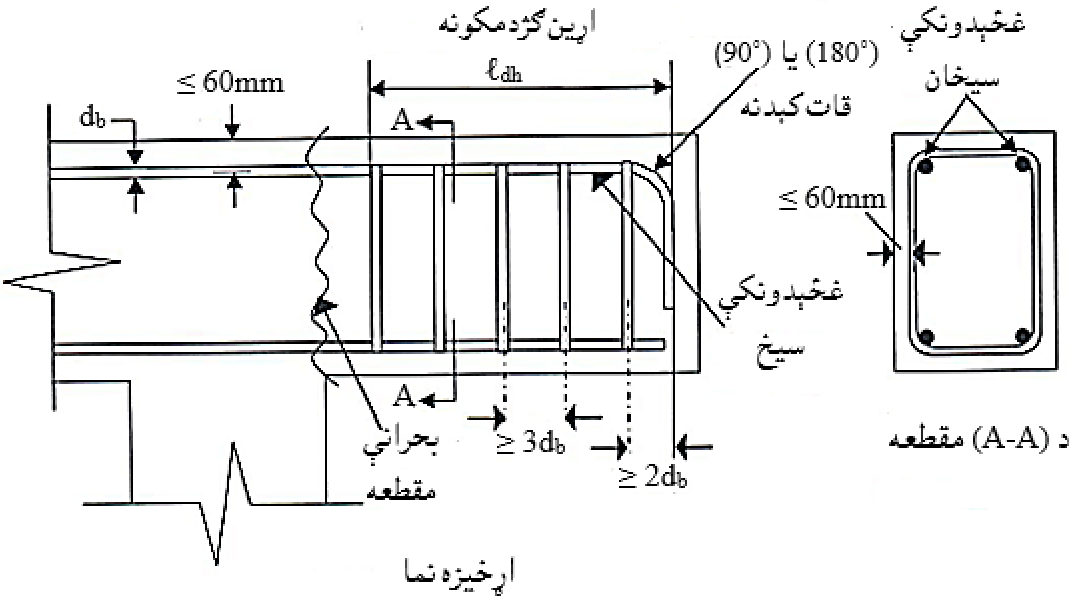
12.9- شکل: د(M_2) ډېرېدونکې ضريب له پاره د (ACI 318)کود غوښتنې [236:7].

M_3- دعناصرود ادامه نه پيداکيدونکو د(180°) درجې زاويې کړېدونکو يا چنګک کېدونکو سيخانو لپاره د افقي سيخبندۍ ډېريدنې يا سمون ضريب دی. که دکړېدونکو سيخانو قطر(36mm) او يا د دې څخه کوچنی وي ، د پايو او د ګاډرونو د ګڼدمکونو سره عمود يا موازي کاږه شوي سيخانو پراختياموومي يا غځېږي او تر منځ فاصله يې بايد د پايې او يا د ګاډرد لومړی ګڼدمک سره د($3d_b$) څخه لويه نه شي او د ($2d_b$) په اندزه بيرون لوری ته د (13.9- شکل) په شانته کاږه شي(0.8) او د(90°) درجې زاويه کړېدونکو په ګډون د نورو حالتونو لپاره دا ضريب (1.0) قبلېږي.



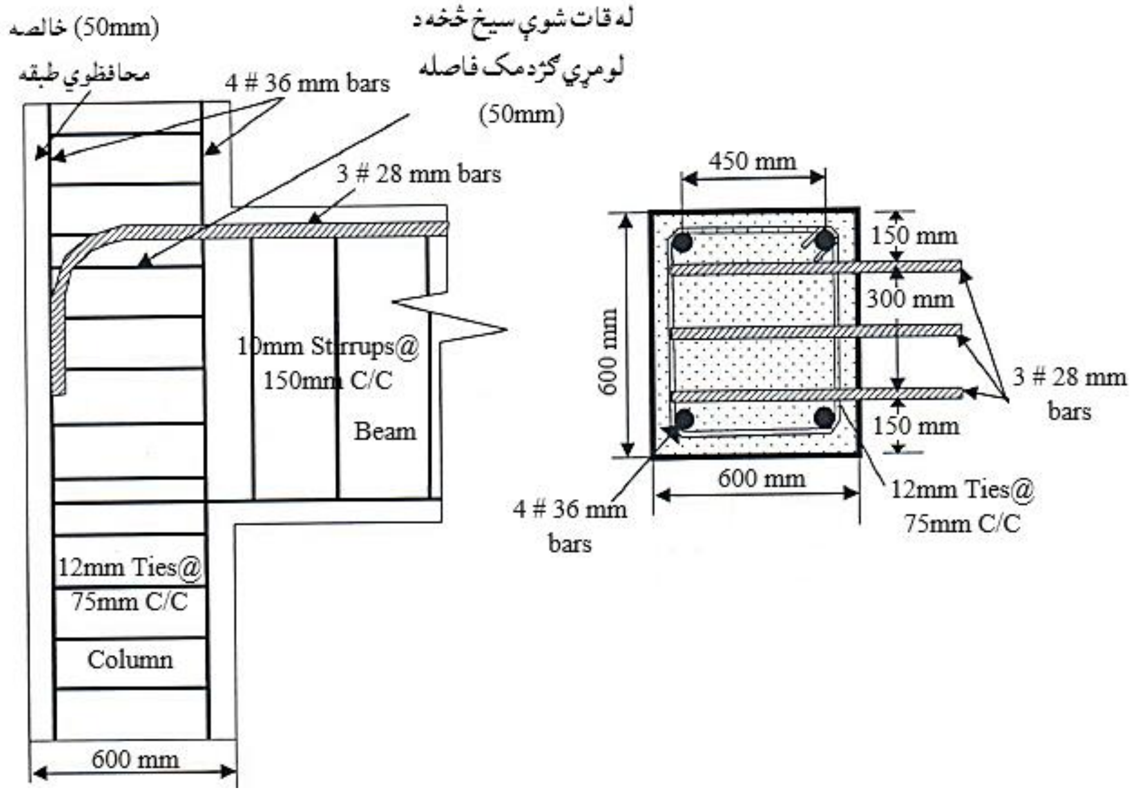
13.9 - شکل: د(M_3) ډېرېدونکي ضریب له پاره د (ACI 318)کود غوښتنې[237:7].

په (180°) قات شوي افقي سيخبندي شوي سيخ لپاره د(M_2) او(M_3) ضريبونو د قبليدونکو قيمتونو په اړه د (ACI 318)کود په وروستو برخو کې دادامه نه پيداکيدونکو (دقطعه کيدونکو) عناصروسره اړېنه بولي ، چې د سيخانو ستندرد قات کېدنه يا چنګک کول ،چې د دواړو لوروپوښلواو پاسنبو يا لاندېنبوپوښلود کږوشويو سيخانو له پاسه د (60mm) څخه ، د پايو او يا د ګاډرونو د ګڼدمکونو په کارولو کې په پام کې ونيول شي. دګاډرونو اويا د پايو ګڼدمکونه بايدد دنني پراختيايي يا غځېدنې اوږدوالې (ℓ_d) په اوږدوکې وکارول شي او تر منځ فاصله يې دګاډرونو اويا د پايو د لومړي ګڼدمک بايد له($3d_b$) څخه لويه نه شي او همداراز د بيرون قات شوي لور څخه يې فاصله بايدله ($2d_b$) څخه لويه نه شي لکه په(14.9- شکل) کې. بې له دې ، د(M_2) او(M_3) ضريبونه د اجراء وړ نه دي[234-238:7].



14.9- شکل: د(M_2) او(M_3) په قبلیدنه کې او په پای کې ادامه نه پیدا کیدونکو عناصرو د افقي سیخبندۍ له پاره د کود غوښتنې له پاره ښودونکې[238:7].

3.9- مثال: په لاندیني ښودل شوي کانټیلیور ګاډر کې د (28 #3) کششي سیخانو د اتکا یي پایې ته د غځېدنې یا پراخېدنې او کږېدنې وړتیا پیدا کړي ، که کششي سیخان په (90°) درجه زاویه قات شوي ، (f'_c = 35 MPa) ، (f_y = 420 MPa) او $A_{srequired}/A_{sprovided}$ = 1 وي.



حل:

f'_c = 35 MPa; f_y = 420 MPa

د معمولي فولادي سیخانو لپاره (ψ_e =1.0)، د عادي کانکرېټو لپاره (λ = 1.0) قبلېږي او همداراز ($A_{srequired}/A_{sprovided}$ = 1) دی.

M_1- د محافظوي طبقې د ډېریدنې یا سمون ضریب دی. که د سیخانو قطر له 28 (mm څخه تر (36 mm) پورې او یا له دې څخه کوچنی وي ، نو اړخ محافظوي طبقه یا پوښ باید له (50 mm) څخه ډېر او یا مساوي وي ، چې په دې مثال کې (150 mm) په پام کې نیول شوي دي او همداراز د غځېدلي سیخ پوښ باید (50 mm) او یا له دې څخه ډېر وي ، چې پوره (50 mm) نیول شوې دی ، نو (M_1= 0.7) قبلوو.

د (M_2) او (M_3) ضریبونو قیمتونه په هغه حالت کې چې د سیخ قات کېدنه تر پای نه غځېږي او د پایې سره ودرېږي لکه د (14.9- شکل) او (13.9- مثال) دیاګرام د پرتلنې په پایلې کې په لاندې ډول قبلېږي:

M_2 - په وروستنۍ برخه کې د نه اوږدیدونکي سیخ چې قطر یې (≤ 36 mm) وي او په ($90°$) درجو زاویه قات یا چنګک شوي وي ، نو د افقي سیخبندۍ د سمون یا ډېریدنې ضریب په لاندې ډول په لاس راوړو:

دا چې د سیخانو قطریې (28 mm) ،له (36 mm) څخه کوچنی دی او د پایې له ګڼډمک سره موازي یا په سیخ عمود واقع دي ،چې د ګڼډمکونو تر منځ فاصله یې (75mm)ده ، نو باید چې د ($3d_b$) سره مساوي او یا ترې کوچنۍ وي:

$$\text{Tie space} = 75\text{mm} \leq 3d_b = 3 \text{ x } (28) = 84\text{mm}$$

د قات یا چنګک شوي سیخ د پایې د لومړي ګڼډمک څخه فاصله (50mm) ده ، نو باید چې له ($2d_b$) سره مساوي او یا ترې کوچنۍ وي ($50\text{mm} \leq 2d_b = 2 \text{ x } (28) = 56\text{mm}$) ، نو ($M_2 = 0.8$) قبلوو .

M_3 - په وروستنۍ برخه کې د نه اوږدیدونکې سیخ چې قطر یې (≤ 36mm) او یا له دې کوچنۍ وي او په ($180°$) درجه زاویه قات یا چنګک شوې وي ، ل د افقي سیخبندۍ لپاره د سمون یا ډېریدنې ضریب (3.9- مثال) له مخې چې په هغې کې د ($90°$) درجو زاویه یات یا چنګک په پام کې نیول شوې دی ، نو له همدې کبله ، په پایله کې ($M_3 = 1.0$) قبلوو .

نو پراختیایي یا غځیدونکې اوږدوالی په لاندې ډول پیدا کوو :

$$\ell_{dh} = \frac{\lambda\psi_e f_y}{4\sqrt{f_c'}} d_b \left(\frac{A_{srequired}}{A_{sprovided}}\right) \prod_{i=1}^{3} M_i \geq 150 \text{ mm} \text{ یا } 8d_b$$

$$\ell_{dh} = \frac{1.0 \, x \, 1.0 \, x \, 420}{4 \, x \sqrt{35}} \text{ x } 28 \text{ x } 0.7 \text{ x } 0.8 \text{ x } 1.0 = 278 \text{ mm}$$

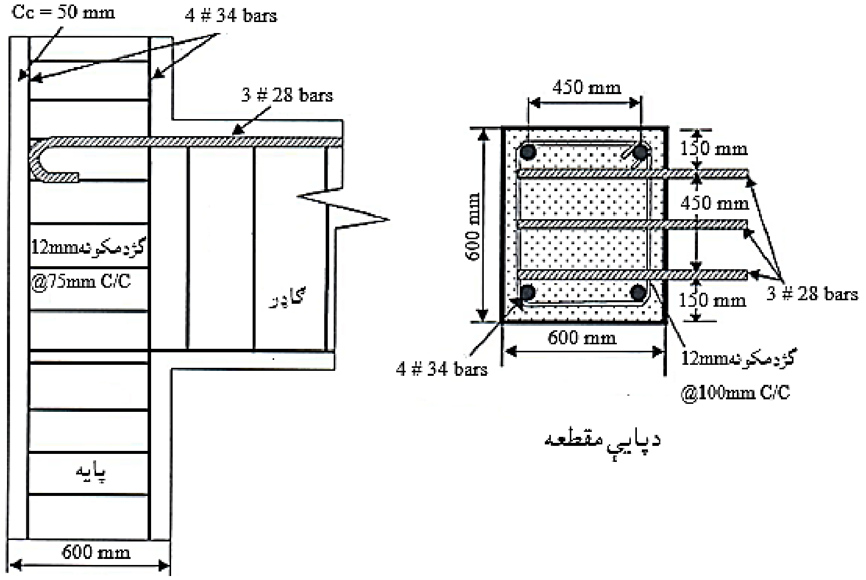
په لاس راغلی پراختیایي یا غځیدونکې اوږدوالی ($\ell_{dh} = 278$ mm) چې له (150mm) او له ($8d_b = 8 \text{ x}(28) = 224$ mm) څخه ډېر دی ، نو صحیح دی.

په لاس راغلی پراختیایي یا غځیدونکې اوږدوالی ($\ell_{dh} = 278$ mm) د واقعی اوږدوالی سره پرتله کوو :

Available length = 600 – 50 = 550 mm > 278 mm ،نو صحيح دی.

نو د پورته ټولو لاس ته راغلو پایلو څخه څرګندیږي چې په ګاډر کې (28 # 3) سیخان په پایه یا ستنه کې د (90°) درجو په زاویه په مناسبه توګه قات یا چنګک شوي دي.

4.9- مثال: په لاندیني ښودل شوي کانتیلیور ګاډر کې د (28 #3) کششي سیخانو د اتکایي پایې ته د غځېدنې یا پراخېدنې او کرېدنې ورتیا پیدا کړې ، که کششي سیخان په (180°) درجه زاویه قات شوي ، (f'_c = 35 MPa) ، (f_y = 420 MPa) او $A_{srequired}/A_{sprovided} = 1$ وي.



حل:

f'_c = 35 MPa; f_y = 420 MPa

د معمولي سیخانو لپاره (ψ_e =1.0) ،د عادي کانکریټو لپاره (λ = 1.0)قبلیږي او همداراز ($\frac{A_{srequired}}{A_{sprovided}} = 1$) سره دی.

M_1- د محافظوي طبقې دېریدنې یا سمون ضریب دی ،چې د سیخانو قطر یې د(28mm) او له (36mm) قطر څخه کوچنی دی ، داړخ محافظوي طبقه یې (150mm) چې له (50mm) څخه ډېره ده او همداراز په غځېدنه کې د سیخ خالصه محافظوي طبقه (50mm) ، نو (M_1= 0.7) قبلوو.

د(M_2) او(M_3) قبلونه:

داچې د ګاډرقطر (28mm) او له (36mm) قطرڅخه کوچنی دی او په (180°) درجو زاویه قات یا چنګک شوي دی ، نو (M₂ = 1.0) او همداراز ګڼدمکونه د پایې له سیخانو سره موازي او یا عمودي واقع دي ، نو (M₃ = 1.0) قبلوو .نو پراختیایي یا غځیدونکې اوږدوالی په لاندې ډول پیداکوو :

$$\ell_{dh} = \frac{\lambda \psi_e f_y}{4\sqrt{f_c'}} d_b \left(\frac{A_{srequired}}{A_{sprovided}}\right) \prod_{i=1}^{3} M_i \geq 150 \text{ mm} \text{ یا } 8d_b$$

$$\ell_{dh} = \frac{1.0 \; x \; 1.0 \; x \; 420}{4 \; x\sqrt{35}} \text{ x } 28 \text{ x } 1.0 \text{ x } 0.7 \text{ x } 1.0 \text{ x } 1.0 = 348 \text{ mm}$$

په لاس راغلی پراختیایي یا غځیدونکې اوږدوالی (ℓ_{dh} = 348 mm) له (150mm) اود [$8d_b$ = 8 x(28) = 224 mm] څخه ډېر دی ، نو صحیح دی. په لاس راغلی پراختیایي یا غځیدونکې اوږدوالی (ℓ_{dh} = 348 mm) د واقعی اوږدوالی سره پرتله کوو :

Available length = 600 – 50 = 550 mm > 348 mm ،نو صحیح دی.

نو د پورته ټولولاس ته راغلو پایلو څخه څرګند ېږي چې په ګاډر کې (3 # 28) سیخان په پایه یا ستنه کې د (180°) درجو په زاویه په مناسبه توګه قات یا چنګک شوي دي.

6.9 - کششي پیوندونه (Tension Splices)

فولادي سیخان د خادو په څېرپه یوه ټاکلي اوږدوالي تولیدېږي ، خو د ساختمان لپاره د محاسبې او ډیزاین له مخې سیخان د سیخبندۍ پر مهال غوڅېږي او کړېږي ، نو له دې امله یو شمېر یا ځیني سیخان د پرېکېدنې په واسطه ضایع کېږي او معمولاً هڅه کېږي ، چې دا پاتي شوي سیخان باید و کارېږي. نو د دې لپاره چې سیخان یو له بل سره پیوند ېږي ، تر څو سیخبندۍ وړاو یو شانته شي او په پایله کې د پاتی شوو سیخانو د ضایع کېدنې کچه راټیټه شي. دفولادي سیخانو پیوندول یا نښلېدنه په اوږدو عناصرو کې اړینه ده ، نو له همدې امله (ACI 318)کود په کشش کې د سیخانوپیوندول یا نښلول تجویزوي. په عمومي ډول سره سیخان هغه مقطعو ته نږدې باید پیوند نه شي ، چې هلته اعظمي کششي مومنټ یا اعظمي کششي تشنجات واقع شوي وي. همداراز پیوندیدونکي سیخان په هره مقطعې کې یوازې په هغه برخه کې چې سیخان سره پیوند کېږي(ډېر ه ښه طریقه داده چې له

(50%)څخه لږ وي اوباید یو له بل څخه یوازې تیر شوي وي . د دې په واسطه کولی شو د سیخانو د تراکم او ډېرښت له امله په کمزورې مقطعې کې د پیوندکېدنې دبدې اغېزې پیدا کیدنه راکمه کړو . د (ACI 318)کود د لارښوونې له مخې بېلابېل ډولونه کششي پیوندونه سرته رسېږي چې په لاندې توګه ترې یادونه کېږي:

1- ولډنګ شوي کششي پیوندونه (Welded tension splices) : د فولادي سیخانو ولډنګ کول د ساختماني ولډنګ کود (American Welding Society Standard D1.4) د امریکا د ولډنګ ټولنې سټنډرد D1.4) سره سم او د (ACI 318)کود د ځانګړتیاوو له مخې سرته رسېږي. د سیخانو د ولډنګي پیوندول هم د (ACI 318)کود د غوښتنو له مخې سرته رسېږي ، چې د پیوندیدونکو سیخانو مقاومت باید ($\geq 125\% f_y$) وي.

2- میخانیکي کششي پیوندونه (Mechanical Tension Splices) : میخانیکي کششي پیوند د فولادي سیخانو د نښلولو لپاره تر ټولو ښه چاره ده . عام ډول یې د دوو پیوندیدونکو سیخانو له پاسه پوښ کېدنه ، لکه د ویلی شوي ډک شوي فلز په شکل کلکیدونکی څخه ،ترکیب مومي. بل ډول یې د کړو شویو او سور بخنو شویو سیخانو له پاسه د کلکیدونکی پوښ په ډول کاربږي. همدارازنری کیدونکې پوښ هم ډېره عام دی. د سیخانو د میخانیکي پیوندولو قبلیدنه هم د (ACI 318)کود د غوښتنو له مخې سرته رسېږي ، چې د پیوندیدونکو سیخانو مقاومت باید ($\geq 125\% f_y$) وي.

3-کششي غبرګیدونکی پیوندونه (Tension Lap Splices) : په غبرګیدونکی پیوند کې دوه فولادي سیخان یو دبل له پاسه په یوه مناسبه او وړ فاصله داسې غبرګېږي ،چې د نښلېدنې په واسطه کششي قوه له یوه سیخ څخه بل سیخ ته انتقالېږي. چې غبرګ شوي فولادي سیخان کانکریټو ته کششي قوه لیږدوي ، چې هغه یې بیا بل غبرګ شوي فولادي سیخ ته لیږدوي [2:318-271].

د غبرګیدونکو پیوندونو په هکله د (ACI) کود څرګندونې په لاندې ډول دي:

(الف) - دغبرګیدنې پیونونه کېدی شي ، د کانکریټو په چاپیریال کې داضافي شعاعي کششي تشنجاتو لامل شي ، چې په پایله کې ممکن کانکریټ وخت ته د رسېدنې څخه درز

شي. د نښلېدنې د تشنجاتو له امله د شعاعي درزونو په وړاندې د پاملرنو څخه يو هم دافقي سيخبندي کارېدنه ده ،چې کانکرېټ د چاودېدنې کششي درزونو په وړاندې خوندي کوي.

(ب) - د پورتني (a) دليل له مخې کله چې د سيخانو قطر له (36mm) څخه لوی وي ، نو د (ACI 318)کود يې د کششي غبرګېدنې پيوندولو اجازه نه ورکوي .

(ج) - کششي غبرګ شوي پيوندونه لکه د (15.9- شکل) په څېرکيدی شي يو له بل سره تماس ولري او يا تماس ونه لري . د تماس حالت کې پيوندونو لپاره ، دواړه سيخان د ګڼدمک په واسطه يو له بل سره تړل کېږي ،تر څو خپل حالت وساتی . د نه تماس حالت دپيوندونو لپاره ، د غبرګ شويو سيخانو د مرکزونو تر منځ فاصله بايد د غبرګ پيوند د اوږدوالی له پنځمې برخې(1/5) څخه ډېره نه شي ،يا د(150 mm) په اندازه اويا ور څخه لږه وي.

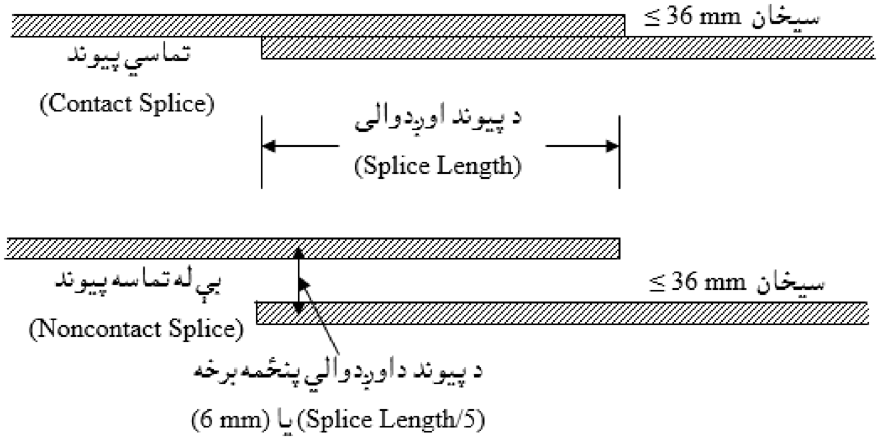
(د) - د (ACI 318)کود له مخې دوه ډوله(A- ډول او B - ډول) غبرګيدونکې پيوندونه دي ، چې په لاندې ډول ترې يادونه کېږي:

(1) - د A - ډول غبرګيدونکې پيوند: د غبرګيدنې اوږدوالی يې د پراختيايي اوږدوالی يا د غځيدنې اوږدوالی (ℓ_d) سره مساوي کېږي ، دلته (ℓ_d) په برابر ډول سره د اصلی ګاډر د مقطعې لپاره پيدا کېږي. د (ACI 318)کود دريځ دادی ،چې محاسبه کوونکې انجنير پر هغه مهال A- ډول غبرګيدونکې پيوند کارولی شي ، چې ($A_{sprovided}/A_{srequired} \geq 2.0$) او په مقطعې کې کششي سيخان پر يوه موقيعيت کې د(50%) په اندازه اويا د دې څخه لږ پيوند شي.

(2) - د B - ډول غبرګيدونکې پيوند: په دې حالت کې د غبرګيدنې اوږدوالی يې د پراختيايي اوږدوالی يا د غځيدنې اوږدوالی د (1.3) د ضرب حاصل ($1.3 \times \ell_d$)سره مساوکېږي ، دلته (ℓ_d) په پرابر ډول سره د اصلي ګاډر د مقطعې لپاره پيدا کېږي. د ACI) (318کود دريځ دادی ،چې محاسبه کوونکې انجنير پر هغه مهال د B- ډول غبرګيدونکې پيوندکارولی شي ، کله چې د A - ډول غبرګيدونکې پيوند د غوښتنې سره سر ونه خوري.

محاسبه کوونکی انجنير د محاسبې پرمهال بايد لاندينۍ پاملرنې په پام کې ونيسي:

(هـ) - د مقطعې اعظمي مومنټ موقيعيت ته نژدې سيخان بايد پيوند نه کړي. (b) - دا به ډېره ښه وي چې د B - ډول غبرګيدونکې پيوند وکاروي. (c) - په مقطعې کې سيخان بايد د(50%) سلنې څخه ډېر پيوند نه شي. (d) - د دننني غبرګيدنې پيوند د اوږدوالی لپاره په کانکريټي ګاډر کې افقي سيخبندي بايد په پام کې ونيول شي[371-398:3].



15.9- شکل: دکششي غبرګيدونکو پيوندونو لپاره د کود غوښتنې[243:7].

7.9- په فشار کې غځېدنه او پيوند کېدنه

(Development and Splice Compression)

د هغه سيخانو لپاره چې د فشار لاندې واقع کېږي، پراختيايي يا غځيدنې اوږدوالی اړين دی. فولادي سيخان فشاري بار د نښلېدنې د لارې په دننه کېدونکې برخې په اوږدو کې يو بل ته لېږدوي او همدارنګه د سيخانو د وروستنۍ برخې په واسطه زغمل کېږي. فشاري لوړ تسنجات دي، چې هلته کششي درزونه شتون نه لري.

چې په پايله کې يې دفولادي سيخانو او کانکريټو ترمنځ د نښلېدنې کچه لوړېږي. چنګکونه او د وروستنۍ برخې په ميخانيکي ډول سره کرېدنه په فشاري پراختيا يا غځيدنې اغېزه نه کوي. د (ACI)کود په فشار کې د پراختيايي يا غځيدنې اوږدوالی لاندينو دوو معادلو څخه لوي وي، خو په هيڅ وجه له (200 mm) څخه لږ نه شي.

$$\ell_{dc} = [\frac{0.075}{\lambda\sqrt{f_c'}}\left(\frac{A_{srequired}}{A_{sprovided}}\right) M_L]\, d_b$$

$$\ell_{dc} = (0.0044f_y) \times \left(\frac{A_{srequired}}{A_{sprovided}}\right) M_L \times d_b \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12.9)$$

ℓ_{dc} = 200 mm.

خو د پورتنۍ قیمت څخه باید لوی وي.

دلته:

ℓ_{dc}- په فشار کې پراختیایي یا غځیدنې اوږدوالی دی.

λ- د سپکو دانه کانکریټو ضریب دی. د سپکو دانه لرونکو کانکریټو لپاره (λ = 0.75) او د معمولي کانکریټو لپاره (λ = 1.0) قبلېږي.

M_L- د افقي سیخبندۍ لپاره د سمون ضریب دی.

که پایه د فنرپه څېر سیخبندي شوي وي او قطر یې له (6 mm ≥) څخه لوی او یا مساوي او قدم یې له (100 mm ≤) سره مساوي یا کوچنی وي او یاهم د ګڼډمک قطر یې (12 mm) او ترمنځ فاصله یې (100 mm ≤) سره مساوي یا کوچنی وي (M_L = 0.75) قبلېږي او د نورو حالتونو لپاره (M_L= 1.0) قبلېږي.

د (ACI)کود په فشار کې د غبرګیدونکي پیوند د پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالي د پیدا کولو لپاره د لاندینیو معادلوله سیټ څخه ګټه اخلي:

که (f_y ≤ 420 MPa) وي نو فشاري غبرګیدونکې پیوند مساوي کېږي په:

$$\ell_{(dc)LS} = 0.073 f_y d_b M_{f'c} \geq 12 M_{f'c} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13.9)$$

که (f_y > 420 MPa) وي نو فشاري غبرګیدونکې پیوند مساوي کېږي په:

$$\ell_{(dc)LS} = (0.13 f_y - 24) d_b M_{f'c} \geq 12 M_{f'c} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14.9)$$

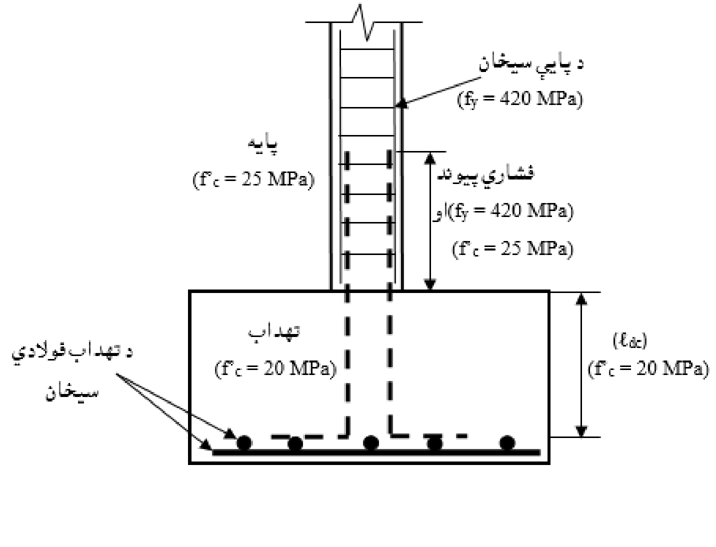
دلته:

(0.073) او (0.13) د (mm^2/N) واحد لپاره کارېږي.

$M_{f'c}$ - د کانکریټو د فشاري مقاومت د سمون ضریب دی. که (f'_c ≤ 20 MPa) وي ، نو ($M_{f'c}$ = 1.3) قبلېږي او په نورو ټولو حالتونو کې ($M_{f'c}$ = 1.0) قبلېږي.

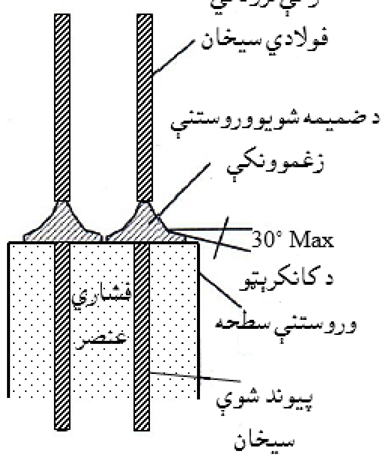
که دوه بېلابېل قطرلرونکي سیخان سره غبرګ پیوند شي ، نود کود له غوښتنې سره سم په معادله کې د سیخ لوي قطر په پام کې نیول کېږي. همداراز د (57 mm) او (45 mm) سیخان

کيدی شي ،چې له (36 mm) سيخانو اويا له دې څخه د کوچني قطر لرونکو سيخانو سره پيوند نه شي . د پايو او تهداب اتصال يا نښلېدنه په فشار کې د سيخانو د پراختيا يا غځېدنې او غبرګ پيوند لپاره ټيپيکه بېلګه ده . په تهداب کې ولاړ سيخان او د تهداب په پاسنۍ برخه کې د هغوې د کږوشويو سيخانو ځای په ځای کول او د تهداب په کانکرېټو کې د هغوې ځای په ځای کېدنه او د تهداب څخه د باندې په پايو يا ستنو کې د هغوې غځول ،دا ولاړو سيخان د پايو يا ستنو د سيخانو سره پيوند کېږي. په پايله کې ، په کانکرېټي پايه يا ستنه کې ځای په ځای کېږي. ولاړ سيخان حتماً بايد په تهداب کې وغځول شي ، تر څو چې د (12.9) معادلې له مخې د قناعت وړ فشاري پراختيايي يا غځېدنې اوږدوالی په لاس راوړل شي. دلته د ولاړو سيخانو د وروستنۍ برخې کږول او يا چنګک کول ، فشاري پراختيايي يا غځېدنې اوږدوالي ته کومه بده اغېزه نه رامنځته کوي. ولاړ سيخان حتماً بايد په پايه يا ستنه کې وغځول شي ، تر څو چې د (13.9) او (14.9) معادلو له مخې د قناعت وړ د پيوند اوږدوالی په لاس راوړل شي. په (17.9- شکل) کې د سيخانو دفشاري پراختيا يا غځېدنې اوږدوالي ټيپيک مثال ښودل شوې دی. د پايو او تهداب د اتصال يا نښلېدنې کږېدنې يا انحنايي مومنټ د عمل لپاره ځانګړې او ډېره پاملرنه په کار ده ، چې په دې ځای کې د فولادي سيخانو پراختيا يا غځېدنه او يا د پيوند اوږدوالی بايد د کشش او فشار په وړاندې بشپړه وړتيا ولري [196-198:8].



17.9- شکل: د پايو او سيخانو اتصالی يا نښلوونکې ولاړ سيخان [196:8].

د فشاري میخانیکي یا ولډنګ شویو پیوندونو مقاومت لږ تر لږه (125%) د (ACI) کود د لاربښوونې له مخې د پیوند شویو سیخانو د تسلیمیدنې د مقاومت په اندازه وي. وروستي زغمونکې پیوند د فشاري پیوندونو بل ډول دی ،چې د (ACI)کودپه واسطه تجویز شوې دی. دسیخانو د میخانیکي ځای په ځای کېدنې په مناسب او وړ ډیزاین کې ، کله چې بار د کانکرېټو په سطحه عمل وکړي، دفولادي سیخانو وروستنۍ برخه لکه د (18.9- شکل)په څېر په پام کې نیول کېږي. د فولادي سیخانو هغه پیوندونه د وروستنۍ برخې د زغمونکو پیوندونو سره ، حتماً باید د ګاډرونو او پایو د نژدې ګڼدمکونو یا فنرنو سره وتړل شي.



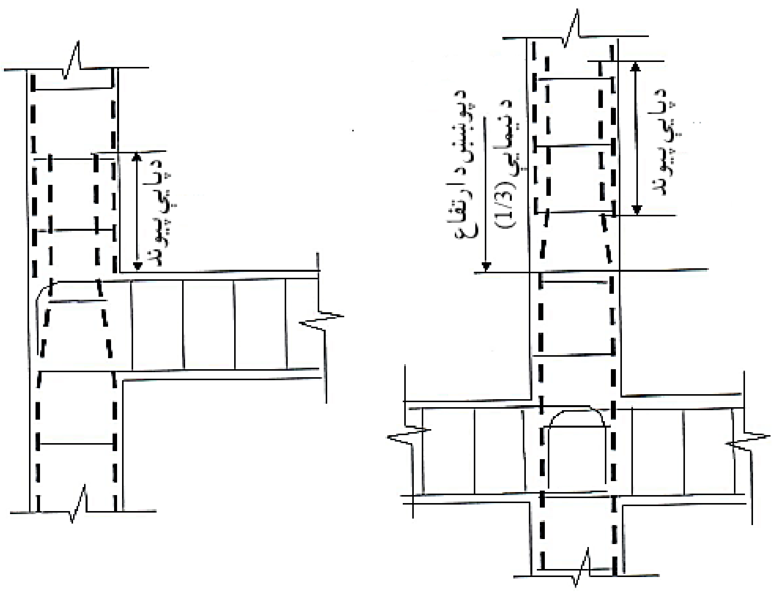
18.9- شکل: د پیوند په وروستنۍ برخه کې زغمونکې فشار[246:7].

2- جدول: د فشاري سیخانو مستقیمه غځېدنه(ℓ_{dc}) [289:3] .

f'_c (MPa)					f_y
40	35	30	25	20	(MPa)
$9d_b$	$10d_b$	$11d_b$	$12d_b$	$13d_b$	240
$12d_b$	$12d_b$	$13d_b$	$14d_b$	$16d_b$	300
$13d_b$	$14d_b$	$15d_b$	$16d_b$	$18d_b$	340
$15d_b$	$16d_b$	$18d_b$	$19d_b$	$20d_b$	400
$16d_b$	$17d_b$	$19d_b$	$20d_b$	$22d_b$	420
$19d_b$	$20d_b$	$22d_b$	$24d_b$	$26d_b$	500

8.9- د پایو یا ستنو پیوندونه (Column Splices)

په (19.9- شکل) کې د پایو یا ستنو د پیوندونودوه مثالونه ښودل شوي دي. که څه هم د ساختماني جوړښت له مخې د فرش د سطحې سره د پایو یا ستنو پیوند ډېر معمول دی ، خو ډېر مناسب او وړ ، بې عیبه او احتیاطي حل هغه دی ، چې پایه یا ستنه د ارتفاع د نیمايي په درېمه برخه کې پیوند شي. دا ځکه چې د پایې د ارتفاع د نیمايي په درېمه برخه کې د افقي بار له امله د کږېدنې یا انحنايي مومنټ (تصادفی یا محاسبوي) اندازه اصغري وي.



دپوښښ په سطحه کې پیوند کېدنه

دپوښښ په ارتفاع کې پیوند کېدنه

19.9- شکل: د پایې یا ستنې پیوند کېدنه[247:7].

د (ACI)کود د پایو یا ستنو د پیوندونو په هکله د هغوې د اهمیت له مخې په لاندې ډول یو لړ شرایطو لارښوونه کوي:

1- درې ډوله میخانیکي یا ولډنګي پیوندونو او وروستنۍ زغموونکي اتکایې پیوندونه د پایو یا ستنو لپاره وکارېږي.

2-په ساختمان کې د پایو یا ستنو پیوندونه حتماً باید د ممکنه ضریبې شوو بارونو د ټولو ترکیبونو (دریم فصل) د قناعت وړ وي.
3-په فشار کې غبرګ شوي پیوندونه:
(الف) -که پایه یا ستنه ، د ضریبې شویو بارونو له ټولو ترکیبونو لپاره ، چې فشار متحمل کېږي ، نو غبرګ شوي پیوند ورته پیوندونو په څېر یې محاسبه د لاندینیو لارښووونو په ډول سرته رسېږي:
(ب) - د غبرګ شوي پیوند اوږدوالی کېدی شي چې په (0.83)کې ضرب شي ، خو له (300mm) څخه باید کوچنی نه شي ،که د پایو د ګڼډمکونو سیخان د غبرګ شوې پیوند په بشپړه اوږدوالی کې ځای په ځای شوې وی او د پایو د ګڼډمکونو سیخان د عرضي مقطعې مساحت د (0.0015hs) څخه باید کوچنی نه وي ، (h) د عنصر ضخامت او (s) د پایو یا ستنو د ګڼډمکونو تر منځ فاصله ده.
(ج) - د غبرګ شوي پیوند اوږدوالی کیدی شي چې په (0.75)کې ضرب شي ، خو له (300mm) څخه باید کوچنی نه شي ،که چېرې د پایو فنری ګڼډمکونو سیخان د غبرګ شوې پیوند په بشپړه اوږدوالي کې ځای په ځای شوي وي[5:435-420].

4- په کشش کې غبرګ شوي پیوندونه:
(الف) - که چېرې پایه یا ستنه ، د ضریبې شویو بارونو د ټولو ترکیبونو لپاره ، چې د($f_y/2$) څخه د لږکشش لاندې واقع کېږي اودیوې نقطې سره د نیمایې څخه لږ فولادي سیخان پیوندشوي وي ، نو د(A) ډول پیوند باید وکارول شي.
(ب) په نوروټولو حالتونو کې چې د پایې سیخان ممکن د ضریبې شوي بار د ترمیبونو له امله د کشش لاندې واقع شوي وي ، نو د(B) ډول پیوند باید وکارول شي.

1- په کشش کې غبرګ شوي پیوندونه: میخانیکي یا ولډنګ شوي پیوندونه باید داسې ډیزاین او محاسبه شي ،چې د سیخانو د تسلیمېدنې د مقاومت سلنه مقاومت ولري ، لکه په فشار کې د فولادي سیخانو لپاره د معمولي میخانیکي یا ولډنګ شوي پیوندون په شانته.

2- د وروستني زغمونکو پیوندونومجاز دي ، چې په پایو کې د پیوندونو په برابرولو کې یې مقاومت ، په کشش کې د سیخانو د تسلیمېدنې د مقاومت لږ تر لږه (25%) وي ، چې د هر ې پایې یا ستنې د اړخ څخه په پرله پسې توګه د پیوندونو د استوارۍ لپاره په پام کې نیول کېږي. دا کیدای شي چې د وروستنیو زغمونکو پیوندونو د ځای په ځای کولو سره بشپړ شي ، پــه هغــه حالت کې چې د هراړخ لپاره اضافي سیخبندي په پام کې ونیول شي[86-110:4].

9.9- د افقي سیخبندۍ پراختیا یا غځېدنه

(Development of Lateral Reinforcement)

په ګاډرونو او پایو ګڼډمکونه د کشش لاندې واقع کېږي ، نو اړینه ده،چې قات،وغځول یا کاږه شي. د (ACI)کود د غوښتنې له مخې ټول ګڼډمکونه باید د کود د تجویز سره سم د کانکرېټي عناصرو په کششي او فشاري سطحو کې وغځول شي ، چې د ګڼډمکونود سیخانو دا ډول پراختیا او غځېدنه د عنصر پر سیخبندۍ ګټوره اغېزه کوي. د نښلېدنې او کږېدنې تخریب او ویجاړېدنه لکه مخکې د ګڼډمکونو په بحث کې ترې یاونه وشوه. له همدې امله د (ACI)کود لازم ګڼي چې د ګڼډمکونو سیخان باید د اوږدو فعالو سیخبندي شوو سیخانو پر چاپېر کاږه او چنګک شي ، تر څو ورتیا یې لوړه شي. سربېره پر دې ، د ګڼډمکونو په پرله پسې برخو کې ، هره کږېدنه باید د فعالو اوږدو سیخبندي شوو سیخانو سره جوخت سرته ورسیږي [306:6].

د (ACI)کود هیڅکله هم په (180°) درجو زاویه د ګڼډمکونو کږېدنه او چنګک کول نه توصیه کوي. د (ACI)کود د غوښتنو له مخې که چېرې ځای په ځای شوي سیخانو قطر له (25 mm <) څخه لوړ وي نو باید چې د ګڼډمکونو لپاره ونه کارېږي. د (ACI)کود په واسطه د ګڼډمکونولپاره درې ډوله کږېدنه او چنګک کول چې (d_b) د ګڼډمکونو قطر وي، په لاندې ډول لارښوونه کېږي:

(الف) - په(135°) درجو زاویه کږېدنه یا چنګک کول جمع د($6d_b$) په غځېدنې سره.

(ب) - په (90°) درجو زاویه کږېدنه یا چنګک کول جمع د($6d_b$) په غځېدنې سره که د ګڼډمکونو د سیخانو قطرله(14 mm) څخه کوچنی وي.

(ج) - په (90°) درجو زاویه کرېدنه یا چنګک کول جمع د ($12d_b$) په غځېدنې سره که د ګڼدمکونو د سیخانو قطر د (16mm), (18mm) او (25mm) وي.

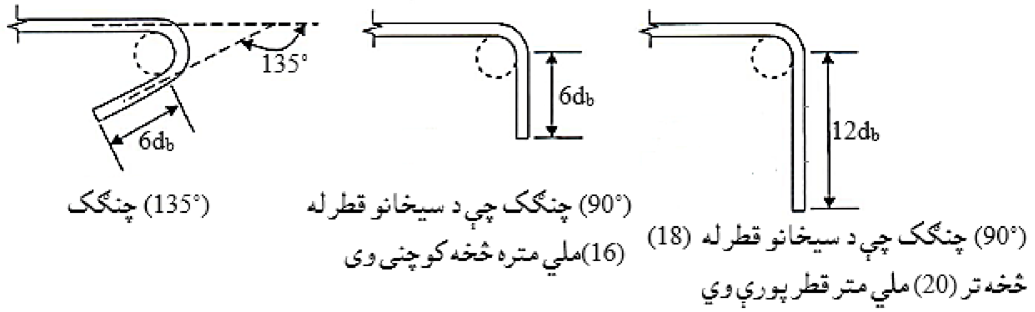
سر بېره د کود پر غوښتنو ، د (16mm), (18mm) او (25mm) قطر لرونکو سیخانو چې د تسلیمېدنې مقاومت یې د (270 MPa) څخه ډېروي ، دلاندینیو شرایطو لاندې کارول کېږي: د ګڼدمکونو تېرېدنه ، د عنصر د ارتفاع د (d/2) نیمایې څخه او د چنګک یا کرېدنې د وروستنۍ برخې څخه بیرون اندازه کېږي ، او باید چې د دې ورکړ شوي فورمول ($0.14d_bf_y/\sqrt{f'_c}$) د قیمت سره مساوي او یا ور څخه لوي وي[101-107:12].

ګڼدمکونه کېدی شي په د (U) په ډول په جوړه یې توګه د مناسب پیوند او یا چنګک په پام کې نیولو سره ، که د غبرګ شوي پیوند اوږدوالی ($\geq 1.3\ell_d$) وي ، (ℓ_d) د ګڼدمکونو د سیخانو پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالی دی. سربېره پر دې ، دهغه عناصرو لپاره چې ($h \geq 450$ mm) وي ، د (U) په ډول جوړه یې ګڼدمکونو پیوند کیدنې وړتیا ته پاملرنه کول ، که د ګڼدمک ولاړ سیخان د عنصر په بشپړه ارتفاع کې وغځېږي او ($A_bf_y \leq 4$ KN) وي ، (A_b) او (f_y) د په ترتیب سره د ګڼدمکونو د سیخانو مساحت او د تسلیمېدنې مقاومت دی.

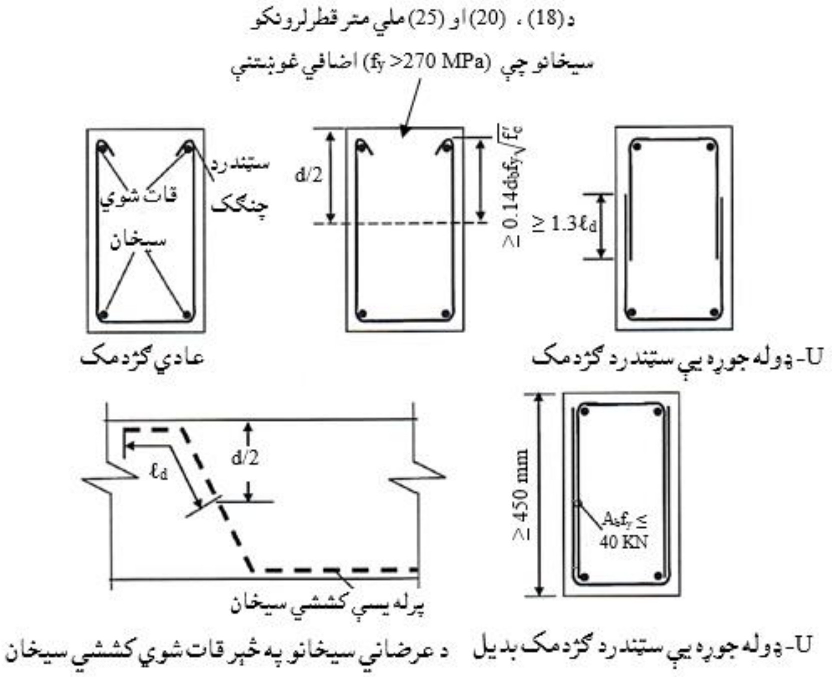
هغه سیخان چې کرېږي یا قات کېږي او د عرضاني سیخبندي شویو سیخانو په شانته کارکوي ، اوږدوالی یې د ګاډر د ارتفاع د نیمایې (d/2) څخه دفشاري ساحی اخوا پورې اندازه کېږي یا حسابېږي ، چې د سیخ د پراختیایي یا غځېدنې د اوږدوالي سره مساوي او یا دهغې څخه باید ډېر د سیخ د تشنجات د محاسبې د غوښتنې له مخې قبلېږي ، تر څو په پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالی کې د عرضاني قوو په وړاندې یې مقاومت (د نهایي شرایطو لاندې یا د سیخ د تسلیمېدنې مقاومت (f_y) یې د سیخ د پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالی او تشنجاتو د ضرب حاصل) د قناعت وړ وي. سربېره پر دې ، دا ډول سیخان باید د ګاډر په کششي ساحې کې په فعالو طولاني سیخبندي شویو سیخانو سره ادامه ومومي.

په (20.9- شکل) کې د (ACI) کود په واسطه د ګاډرونو او پایو لپاره د ګڼدمکونو قبوله شوې کرېدنه او چنګک کیدنه ښودل شوي ده . په (21.9- شکل) کې په ګاډر کې

د (ACI)کود په واسطه او توصیه شوې د ګڼدمکونو قبوله شوې کږېدنې یا چنګک کیدنه او دنورو عرضاني سیخبندي شوو سیخانو ممکنه طرېقې ښودل شوې دي.



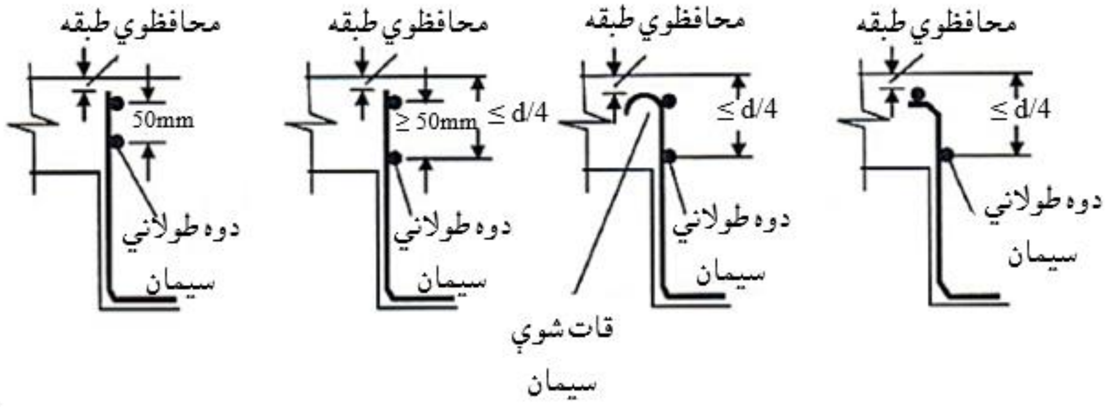
20.9- شکل: د (ACI) کود له مخې د ګاډرونو او د پایو د ګڼدمکونو سټندرد کږېدنه یا چنګک کول.



21.9- شکل: دګاډرونو د مستطیلي مقطعې (Web) د سیخبندۍ لپاره پراحتیایي یا غځېدنې اوږدوالی[198:10] .

د رخې لرونکو ولډېنګ شویو سیمانو څخه جوړو شوو جالیو ،چې د عرضاني سیخانو په څېر کار کوي ، د طولاني فعالو سیخانو په چاپېر سټندرد چنګ کول اړین دي. د (ACI) کود په واسطه د مسطحو ولډېنګ شوو سیمانو څخه جوړو شوو جالیو لپاره بدیله طرېقه په

(22.9- شکل) کې ښودل شوې ده. دهر (U) ډوله ګڅدمک ولاړ سیخان ، د ولډنګ شوو سیمانو څخه جوړښت موندلی ، اړینه ده چې د ګاډر پاسنۍ برخې ته نژدې په(22.9- شکل) کې دښودل شوو طریقو په څېر په مناسبه توګه کاږه یا قات شي.



22.9- شکل: دګاډرونود مستطیلي مقطعې (Web) د سیخبندۍ لپاره پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالی [327:2] .

په اوسپنیزکانکرېټي پایو یا ستنو کې فنرډوله سیخان هم کارېږي. د پایو یا ستنو دننۍ برخه د پایې هسته نومېږي، چې د تخریب د حالت په وړاندې د خواصو د لوړولو لپاره محدود او تړلي وي. د پایو یا دستنو د هستې په چاپېره فنري سیخانو پیچل کېږي ، تر څو وړ او مناسب محدودیت او تړنه ترلاسه شي. د (ACI) کود په دې هکله لارښوونه کوي ،چې دپایو یا ستنو په ډېرو پاسنیو اوډېرو لاندینیو برخو(د تهداب یا د پوښښ تختی سره) کې فنرډوله سیخان یونیم ځلې باید ډېرو پیچل شي. سربېره پر دې ، د رخې لرونکو ، مسطحو یا د کیمیاوي چسپیدونکوموادو په واسطه د پوښل شوو فنر ډوله سیخانو لپاره د پیوند اوږدوالی په ترتیب سره له ($48d_b$) څخه تر($72d_b$) پورې باید په پام کې ونیول شي ، (d_b) د فنر ډوله سیخانو قطر دی[184-217:10].

10.9- بنډل شوي (د څو سیخانو یو ځای کېدنه) سیخان (Bundled Bars)

په ځینو حالتونو کې سیخان موازي او یوله بل سره په تماس کې ، چې د یو سیخ په ډول کارکوي ، داسې ځای په ځای کېږي ،چې د بنډل په نوم یادېږي. د سیخانو دې ډول ځای په ځای کېدنې لپاره لاندېنې لارښوونې په پام کې نیول کېږي:

(الف) - د (ACI)کود په یوه بنډل سیخانو کې د دوو ، درېو او څلورو سیخانو د یو ځای کېدنې اجازه ورکوي.

(ب) - په یوه بنډل کې د څلورو سیخانو څخه ډېرو سیخان باید یو ځای نه شي.

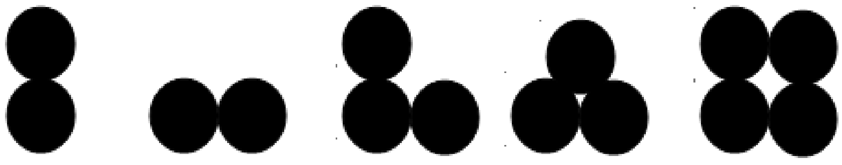
(ج) - هغه سیخانو چې قطر یې له (36mm <) څخه ډېر وي باید بنډل نه شي.

(د) - که د (ACI)کود د غوښتنې سره سم سیخان بنډل کېږي ، نو افقي سیخبندي باید وکارېږي.

(هـ) - په یوه اوسپنیزکانکرېټي عنصر کې د بنډل شوو سیخانو تر منځ فاصله ،که له ($40d_b$) څخه لږ تیر نه شي،(d_b) په بنډل کې د ځانګړې سیخ قطر دی.

(و) - بنډل شوي سیخان کیدی شي په عمودي ډول خره (سره یو ځای) شي یا په افقي ډول ځای په ځای شي ، خو د نژدې سیخانو شمېرپه لوړوالی او پلنوالی کې باید لکه په (16.9- شکل) په څېر له دوو څخه ډېر نه شي.

د سیخانو د بنډل کارول په یوه مساوي ساحه کې چې د بنډل شوو سیخانو او کانکرېټو تر منځ د تماس ساحه ،د ځانګړو سیخانو او کانکرېټو تر منځ د تماس ساحې څخه ډېره ده ، همدا راز په یوه مساوي ساحه کې د کانکرېټو سره د بنډل شوو سیخانو نښلېدنه د ځانګړو سیخانو د نښلېدنې په پرتله لوړه وي ، نو د دې له مخې په اوسپنیزکانکرېټو کې د بنډل کارول د درز په وړاندې دهغې خواص لوړوي ، ګټور دي.



16.9- شکل: د کود د لارښونې له مخې د سیخانو د بنډولولو ترتیبول [198:11].

په ساختمان کې د سیخانو د بنډل ځای په ځای کول په ځانګړې توګه د سیخانو تر منځ د فاصلې د محدودیت او د چنګک کیدلو حالت کې ډېر ستونزمن کار دي.د محاسبې لپاره د ځانګړو سیخانو پر ځای د بنډل شوو سیخانو په کارولو کې په مساوي مساحت د معادل قطر په پام کې نیول کېږي. د سیخانو ترمنځ فاصله او د کانکرېټو په واسطه پوښل د بنډل شوو سیخانو د معادل قطر پر بنسټ محاسبه کېږي. سربېره پردې ، پراختیایي یا د غځېدنې اوږدوالی او د بنډل شوو سیخانو د پیوند کولو اوږدوالی د لاندینیو برابروشویو معادلو پر بنسټ محاسبه کېږي:

$A_e = n \times a_s$ .... (7.9)

$d_e = (n \times a_s/л)^{1/2}$ ....(8.9)

$(\ell_d)_b = \ell_d$ for single bar with $d_e \times b_f$ ....(9.9)

Bundle Splice Length = Splice Length for a single bar with $d_e \times b_f$ ....(10.9)

دلته:

A_e - له بنډل سره د معادلو سیخانو مساحت دی.

Nn- په بنډل کې د معادلو سیخانو شمېر(د څلورو سیخانو څخه باید ډېر نه شي) دی.

a_s - په بنډل کې د ځانګړو سیخانو مساحت دی ،

d_e - د بنډلو شویو معادلو سیخانو قطر دی.

$(\ell_d)_b$- دبنډل شویو سیخانو پراختیایي یا د غځېدنې اوږدوالی دی.

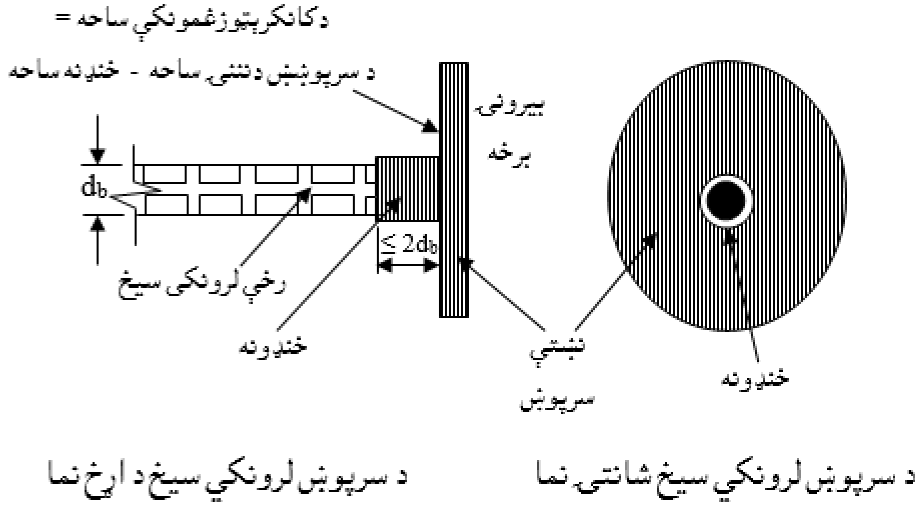
$(\ell_{dh})_b$- دبنډل شویو سیخانو د کږېدنې یا چنګک کیدنې پراختیایي یا د غځېدنې اوږدوالی دی.

b_f - دبنډل شویو سیخانو پراختیایي یا د غځېدنې اوږدوالی ضریب دی ،چې د دوو بنډل سویو سیخانو لپاره (1.0)، د درېو بنډل شویو سیخانو لپاره (1.2) او د څلورو بنډل شویو سیخانو لپاره د (1.33) سره مساوي قبلیږي [11:210-180].

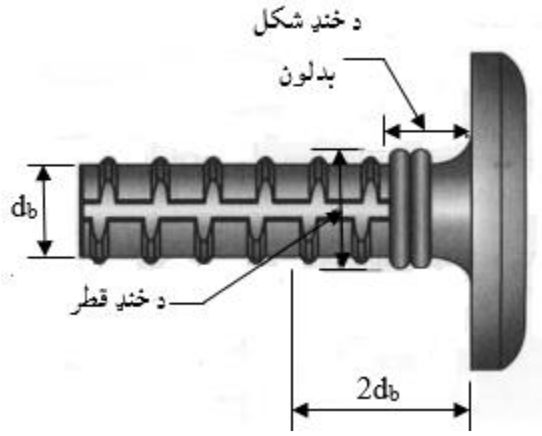
11.9- په کشش کې د سرلرونکو سیخانو په واسطه میخانکي کرېدنه یا چنګک کېدنه

(Mechanical Anchorage by Headed Bars in Tension)

د (ACI) کود د دې اجازه ورکوي ،چې داسې میخانیکي وړ تدبیرونه او چارې، پرته له دې چې کانکرېټ تخریب شي ، دفولادي سیخانو د چنګک په شانته د پراختیا یا غځېدنې او مقاومت لپاره په پام کې ونیول شي. په (23.9- شکل) کې د (ACI) کود د غوښتنې له مخې سرپوښ شوي سیخان (Headed bar) په تفصیل سره ښودل شوي دي. د رخې لرونکې سیخانو د نښلېدنې یا اتصال لپاره ،کوږ شوي سر پوښ د ولډنګ یا د بخۍ په واسطه تیارېږي ، نو له دې امله د شکل د بدلون څخه مخنیوي کېږي. د (ACI) کودلارښوونه کوي ،چې د دې ډول مخنیوي اوږدوالی باید چې د($2d_b$) څخه ډېر نه شي ،همدارنګه د سرپوښ شوي سیخ زغموونکې خالص مساحت باید چې د ($4A_b$)څخه لږ نه شي ، دلته (d_b)او(A_b) په ترتیب سره د سرپوښ شوي سیخ قطراو مساحت دی. خالص زغموونکی مساحت د دننې یا زغموونکې سطحې مساحت د سرپوښ شوي سیخ منفي د مخه نیوونکې مساحت په واسطه محاسبه کېږي.



23.9- شکل: د سرپوښ لرونکي سیخانو شیماتیک دیاګرام [252:7].



24.9- شکل: د سرپوښ لرونکي سیخانو شیماتیک دیاګرام [185:14].

د سرپوښ شویو سیخانو په هکله د تجربو د نه شتون له امله ، د (ACI) کود د شرط له مخې د کانکرېټو لپاره چې (f'_c) یې له (40 MPa) څخه ډېر وي او همدارراز د فولادي سیخانو (f_y) چې له (420 MPa) څخه ډېر وي د کارېدنې اجازه نه ورکوي. د (ACI) کود د لارښوونې له مخې سرپوښ شوي سیخان یوازې د نارمل وزن لرونکو کانکرېټو لپاره کارول کېږي. د سرپوښ شویو سیخانو خالصه محافظوي طبقه او تر منځ یې خالصه فاصله (د سیخانو څخه محاسبه کېږي نه د سرپوښ څخه) باید په ترتیب سره د ($2d_b$) او($4d_b$) څخه لږ نه وي. لکه څنګه چې د نښلېدنې په واسطه د سرپوښ لرونکو سیخانو د ځای په ځای کیدنې او مخروطي تخریب ، افقي سیخبندي شوي سیخان (دګاډرونو ګڼډمکونه او پایو ګڼډمکونه) ، د سرپوښ لرونکو سیخانو دد کړېدنې د مقاومت سره مرسته نه کوي. د (ACI) کود د غوښتنې له مخې ، هغه سرپوښ لرونکې سیخان د کړېدنې یا چنګک کولو د بهبودۍ لپاره د ادامه نه پیداکیدونکو اتصالونو یا نښلیدونو (Discontinuous joints) سره ، د دننۍ نښلېدنې له منځ څخه غځېږي. د (ACI) کود د سرپوښ لرونکو سیخانو (14.9- شکل) د پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالي لپاره دلاندینۍ معادلې لارښوونه کوي[14 :199,200]:

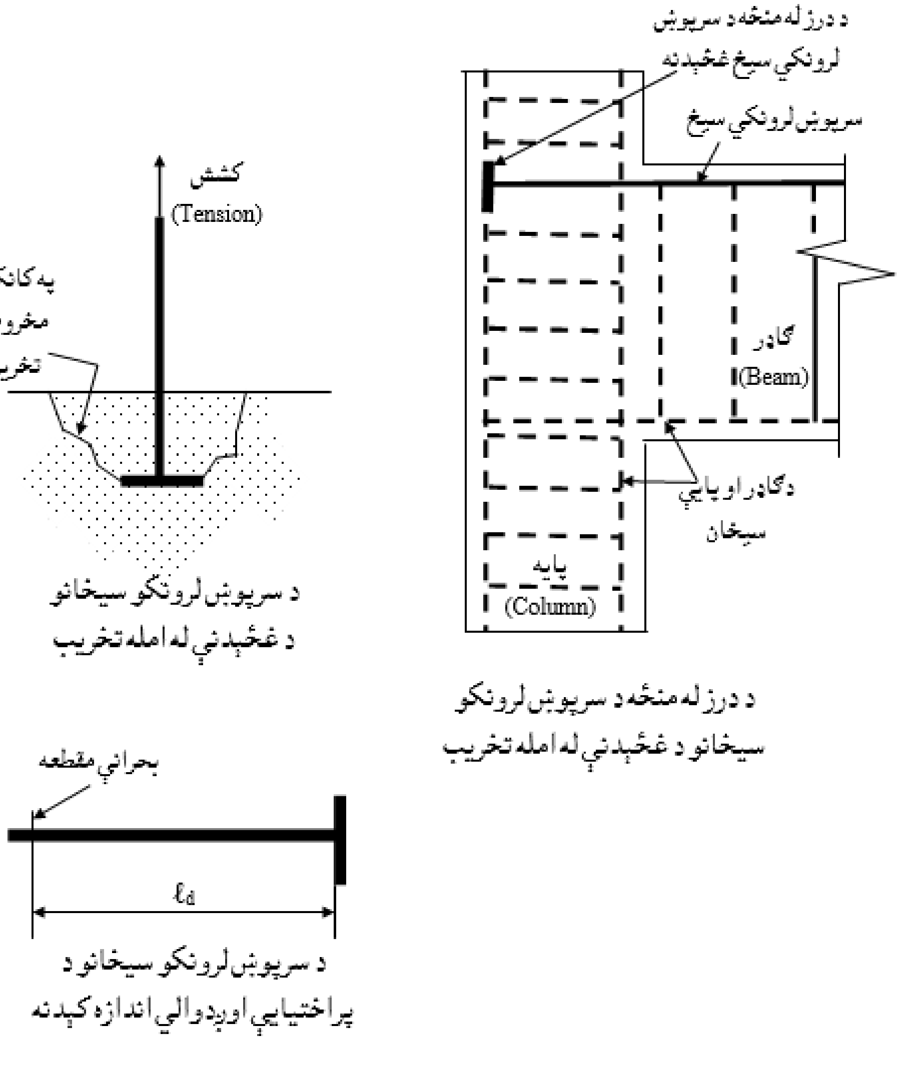
$$\ell_d = \frac{0.192\psi_e f_y}{\sqrt{f'_c}}\ d_b \left(\frac{A_{srequired}}{A_{sprovided}}\right) \geq 150\ \text{mm}\ \text{یا}\ 8d_b \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15.9)$$

دلته:

ℓ_d- د سرپوښ لرونکې سیخ پراختیایي یا غځېدنې اوږد والی دی.

ψ_e- د سیخ د پوښ (Epoxy coated bar) ضریب دی، چې د پوښ شویو سیخانو لپاره (1.2) او د عادي سیخانو له پاره (1.0) قبلېږي. (f'_c) او (f_y) په ترتیب سره د کانکرېټو ځانګړې شوې فشاري مقاومت او د سیخانو د تسلیمېدنې مقاومت دی.

d_b- د سرپوښ لرونکي سیخ قطر دی.



25.9- شکل: سرپوښ لرونکي سیخان [241:9].

لــــنډيــز

فولادي سيخان او كانكريټ په طبيعي ډول يو له بله د كيمياوي ، فزيكي او ميخانيكي لاملونو له امله سره نښلي . د دې نښلېدنې له امله په كانكريټو كې دفولادي سيخانو دكششي قوې له اغېزې كششي تشنجات رامنځته كېږي ، چې په پايله كې د كانكريټو د چاودېدنې لامل كېږي.

د سيخانو او كانكريټو ترمنځ په نښلېدنه كې د فولادي سيخانو د نهايي كششي قوې مخنيوي او په وړاندې يې مقاوم كېدنې لپاره يوه اغېزمنه متبادله لاره د سيخانو پراختيا يا غځونه ده . هغه اوږدوالى چې په فولادي سيخانو كې د نهايي كششي قوې له اغېزې د كانكريټو سره د نښلېدنې له امله را پيداكېږي ، د پراختيايي نوم يادېږي. دا پراختيايي يا غځېدنې اوږدوالى ځكه اړين دى ،چې په فولادي سيخانو كې د تسليمېدنې مقاومت دوړتياشتون او په كانكريټو كې د فولادي سيخانو سيخبندي په بشپړه توګه اغېزمنه وي او كانكريټ د سيخانو سره په نښلېدنه كې د چاودنې څخه ژغوري . د سيخانو د بشپړه پراخيتا يا غځېدنې لپاره په مناسبه توګه په بحراني مقطعې كې (د اعظمي كوږوالي مومنټ سره) دواړو لورو ته وغځېږي .

د (ACI) كود په بېلابېلو شرايطو په كششي ، فشاري او قات كېدنې په حالتونو كې د سيخانو لپاره د غځېدنې يا پراختيايي اوږدوالي اندازې محدودې كړې دي ، چې د لارښوونې له مخې يې د اوسپنيزكانكريټي عناصرو په محاسبو كې په پام كې نيول كېږي. تر څو د جوړېدنې څخه وروسته عناصر له دې امله د خريب څخه مخنيوي وشي.

پوښتنې

1- د فولادي سیخانو او کانکریټو تر منځ کومې نښلېدنې رامنځته کېږي ؟

2- د فولادي سیخانو او کانکریټو تر منځ کومه نښلېدنه د کوم دلیل له مخې د پره ډاډمنه ده؟

3- د نښلېدنې د تشنجاتو له امله د تخریب یا ویجاړېدنې حالت تشریح کړئ ؟

4- په اوسپنیز کانکریټو کې د پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالي تعریف کړئ؟

5- د پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالي په معادله کې (f_y) او ($\sqrt{f'_c}$) ولې ګډون لري ؟

6- د پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالي د پیداکولو لپاره ولې د سیخانو تر منځ فاصله او محافظوي طبقه مهمه ده ؟

7- د پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالي د پیداکولو لپاره ولې د سیخانو اپوکسي پوښل (Epoxy coated) مهم دي ؟

8- په ګاډر کې د سیخانو د پرېکېدنې په هکله څه معلومات لرئ ؟

9- ولې د سیخانو د عملي پرېکېدنې موقیعیت د تیوریکي پرېکېدنې موقیعیت څخه متفاوت په پام کې نیول کېږي ؟

10- د (ACI Code) د کومو شرایطو له مخې د سیخانو بنډل د سیخبندۍ لپاره په پام کې نیول کېږي او د هغې د غځېدنې اوږدوالی څنګه پیداکېږي ؟

11- څه وخت په اوسپنیز کانکریټي عناصرو کې سیخان پیوند ېږي او په کومو موقیعیتونو کې د سیخانو پیوند باید په پام کې ونیول شي؟

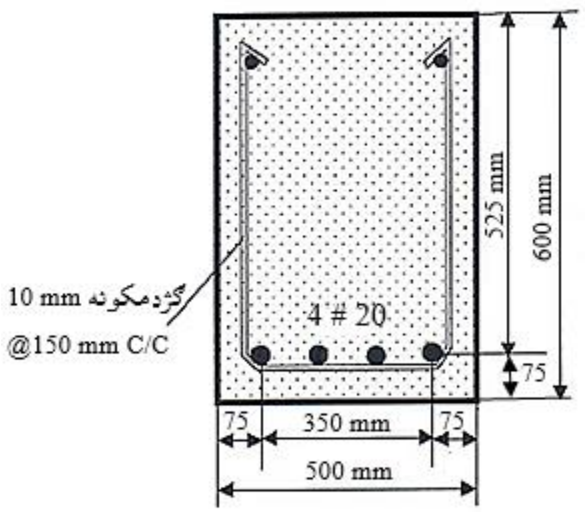
12- د فشاري عناصرو د سیخانو پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالي څنګه پیداکېږي ؟

13- د سرپوښ لرونکو سیخانو براختیایي یا غځېدنې اوږدوالی څنګه پیداکېږي ؟

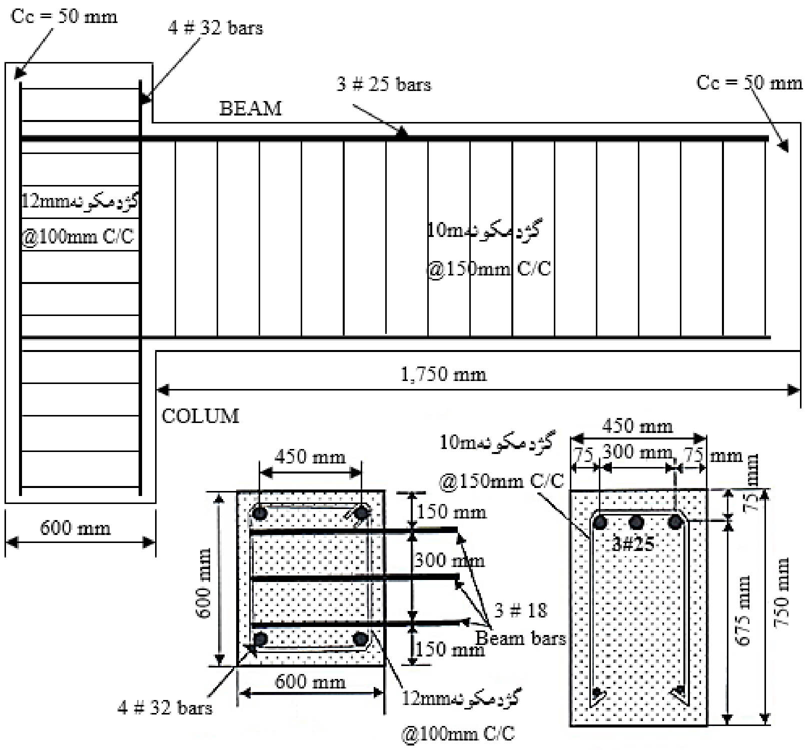
14- په کشش کې د کود د غوښتنې له مخې د قات کېدونکي سیخ پراختیایي یا غځېدنې اوږدوالی څنګه پیداکېږي ؟

15- د پایو یا ستنو کې د سیخانو پیوندونه په څه ډول سرته رسېږي ؟

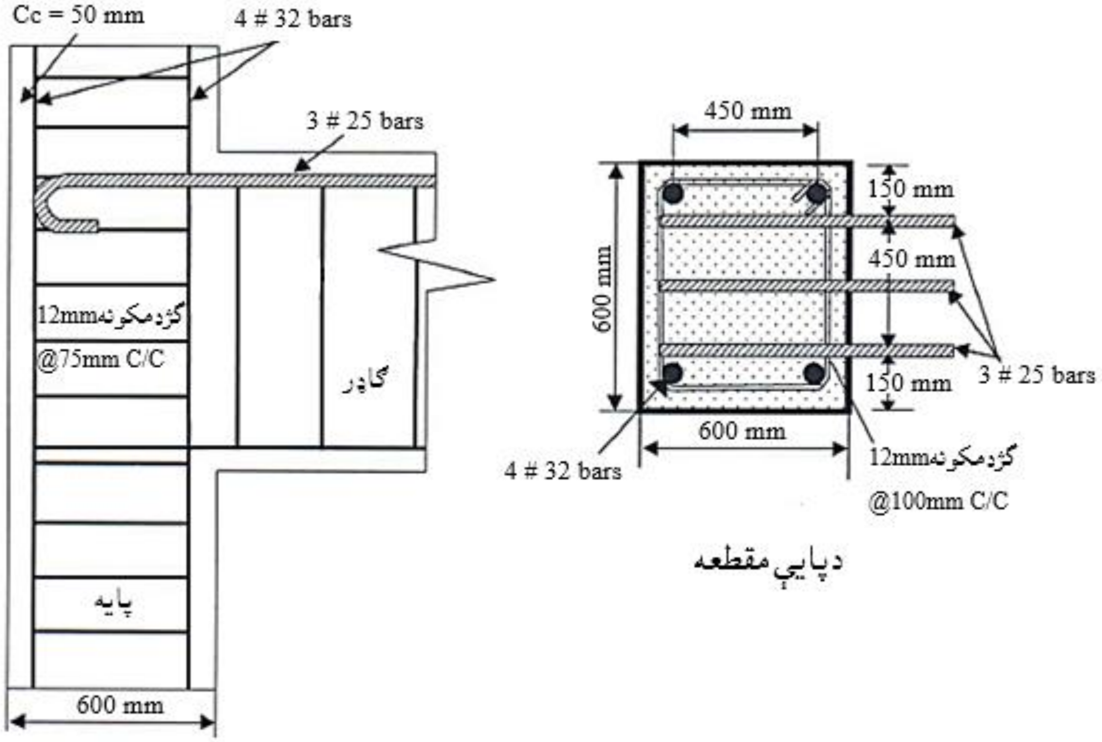
16- دګاډر د لاندينۍ ښودل شوې مقطعې لپاره د کششي سيخانو پراختيايي اوږدوالی يا غځېدنه که (f'_c = 25 MPa) او (f_y = 420 Mpa) وي ، دلاندينيو شرايطو له مخې محاسبه کړئ . (1) معمولي ساختمان . (2) سيخان په کيمياوي چسپيدونکويا اپوکسي موادو پوښل او سپک دانه کانکرېټ په پام کې نيول شوي وي . (3) سيخان په کيمياوي چسپيدونکويا اپوکسي موادو پوښل شوي وي.



17- په لاندېني شکل کې د ښول شوي کانټيليور ګاډر مقطعې کې د (25 # 3) سيخانو لپاره، په خپله د ګاډر يا پايې په تکيه ځای کې د کششي سيخانو پراختيايي يا غځېدنې اوږدوالي يا کرېدنه ، محاسبه کړئ ، که (f'_c = 25 MPa), (f_y = 420 MPa) او ($A_{srequired}/A_{sprovided}$ = 1.0) وي.

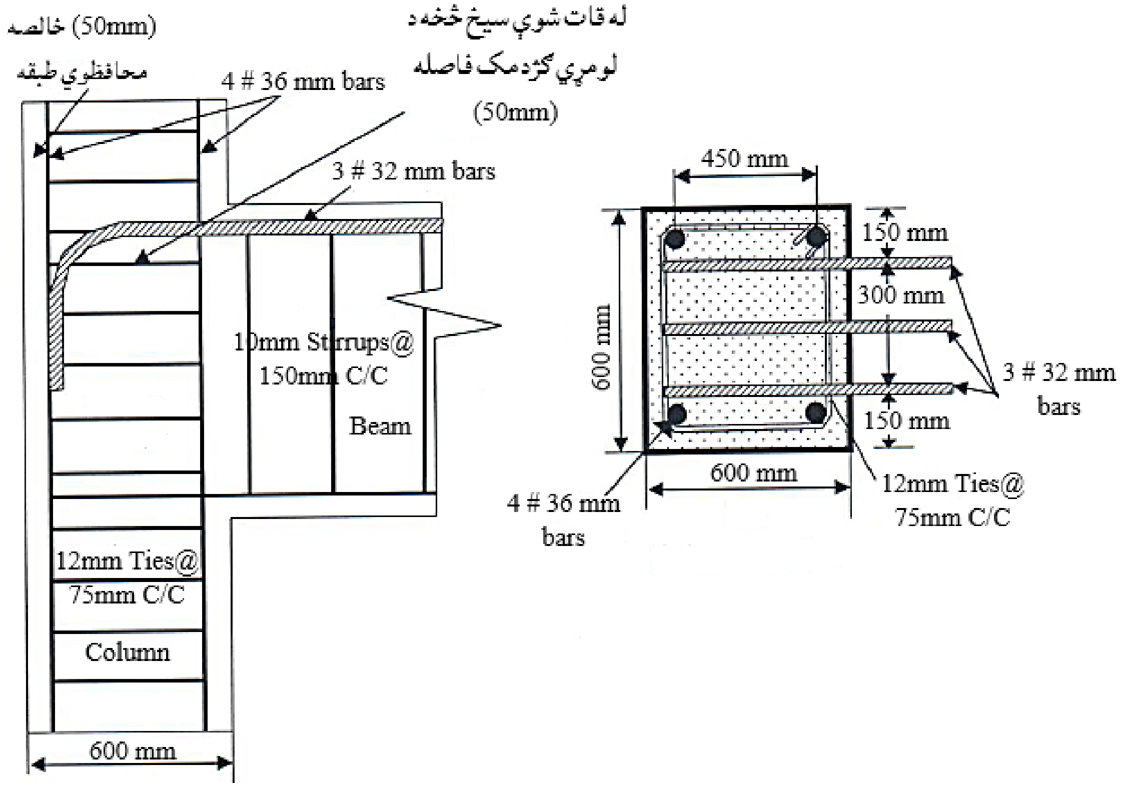


18- په لاندیني ښودل شوي کانټیلیور ګاډر کې د (3#25) کششي سیخانو د اتکايي پایې ته د غځېدنې یا پراخېدنې او کږېدنې وړتیا پیدا کړي ، که کششي سیخان په (°180) درجه زاویه قات شوي ، (f'_c = 35 MPa) ، (f_y = 420 MPa) او $A_{srequired}/A_{sprovided} = 1$ وي.



دپایې مقطعه

19- په لاندیني ښودل شوي کانټیلیور ګاډر کې د (32 #3) کششي سیخانو د اتکايي پایې ته د غځېدنې یا پراخېدنې او کږېدنې وړتیا پیدا کړي ، که کششي سیخان په (90°) درجه زاویه قات شوي ، ($f'_c = 30$ MPa) ، ($f_y = 420$ MPa) او $A_{srequired}/A_{sprovided} = 1$ وي.



مـــاخــــــذونــه

1- حقیار، قسیم محمد .ستاری، محمد اکبر. (1380) ل. د کانکریټي ودانیو ډیزاین. هرات: م م (75-78).

2- طاحونی ،شاپور . (1393) ش . طراحی ساختمان های بتن مسلح . چاپ دوم . تهران انتشارات علم و ادب. ص ص (271-318).

3- کی نیا ،امیرمسعود . (1389) ش. آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه. ایران: انتشارات واحد صنعتی اصفهان ص ص. (371-398) .

4- مستوفی نژاد ، داود. (1383)ش. سازه های بتن آرمه جلد دوم. ایران: انتشارات ارکان اصفهان. ص ص (2-110) .

5- ACI Committee 318. (2014). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2014) and commentary on Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318R-2014), American Concrete Institute Farmington Hills, MI48331. Pp (420-435).

6- ACI Committee 318. (2008). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2008) and commentary, American Concrete Institute Farmington Hills, MI. P (306).

7- Bayasi, M.Z. (2010). Introduction to Reinforced Concrete Design. Montezuma Publishing Aztec Shops Ltd. San Diego State University. San Diego, California 92182-1701. Pp (216-252).

8- Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI). Design Hand Book. (2008). Tenth Edition. Printed in the United State of America. Pp(196-198).

9- International Building Code. (2011). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. Pp (203-231).

10- MacCormac, Jack, C. and Russel, Brown, H. (2014). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (184-217).

11- MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete. Ninth Edition. USA. Pp (180-210).

12- MacGinley, T. J. and B. S. Choo. (2003). Reinforced Design Theory and Examples, Second Edition, London. Pp (101-107).

13- Mosly Bill, John Bungy and Ray Hulse. (2007). Reinforced Concrete Design to Euro code 2, sixth edition. Published by Palgrave Macmillan,

Hound mills, Biasing stock, Hampshire RG21 6x5 and 175 Fifth Avenue, New York, N.Y.10010. Pp(112-116).

14- Nilson, H., David, Darwin and Charles, Dolan. W. (2010). Design of Concrete Structures. Fourteenth Edition. McGran-Hill, a business unit of The McGran-Hill companies Inc., 1221 Avenue of the America, New York. Pp (168-200).

15- Raju, N. Krishna and Pranesh, R. N. (2006). Reinforced Concrete Design. New Age International (P) Limited, publishers,4835/24, Ansari Road, Daryaganj, New Delhi – 10002. Pp (172-179).

16- Ramamrutham, S. (2006). Design of Reinforced Concrete Structures. Sixteen Editions. New Delhi – India. Pp (100-105).

17- Wight, K. James and MacGregor. (2009). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Fifth Edition. Pearson Education prentice Hall Inc.Upper Saddle River New Jersey 07458. Pp (370-405).

Publishing Textbooks

Honorable lecturers and dear students!

The lack of quality textbooks in the universities of Afghanistan is a serious issue, which is repeatedly challenging students and teachers alike. To tackle this issue, we have initiated the process of providing textbooks to the students of medicine. For this reason, we have published 278 different textbooks of Medicine, Engineering, Science, Economics, Journalism and Agriculture (96 medical textbooks funded by German Academic Exchange Service, 160 medical and non-medical textbooks funded by German Aid for Afghan Children, 6 textbooks funded by German-Afghan University Society, 2 textbooks funded by Consulate General of the Federal Republic of Germany, Mazar-e Sharif, 2 textbooks funded by Afghanistan-Schulen, 1 textbook funded by SlovakAid, 1 textbook funded by SAFI Foundation and 8 textbooks funded by Konrad Adenauer Stiftung) from Nangarhar, Khost, Kandahar, Herat, Balkh, Al-Beroni, Kabul, Kabul Polytechnic and Kabul Medical universities. The book you are holding in your hands is a sample of a printed textbook. It should be mentioned that all these books have been distributed among all Afghan universities and many other institutions and organizations for free. All the published textbooks can be downloaded from www.ecampus-afghanistan.org.

The Afghan National Higher Education Strategy (2010-2014) states:

"Funds will be made available to encourage the writing and publication of textbooks in Dari and Pashto. Especially in priority areas, to improve the quality of teaching and learning and give students access to state–of–the–art information. In the meantime, translation of English language textbooks and journals into Dari and Pashto is a major challenge for curriculum reform. Without this facility it would not be possible for university students and faculty to access modern developments as knowledge in all disciplines accumulates at a rapid and exponential pace, in particular this is a huge obstacle for establishing a research culture. The Ministry of Higher Education together with the universities will examine strategies to overcome this deficit."

We would like to continue this project and to end the method of manual notes and papers. Based on the request of higher education institutions, there is the need to publish about 100 different textbooks each year.

I would like to ask all the lecturers to write new textbooks, translate or revise their lecture notes or written books and share them with us to be published. We will ensure quality composition, printing and distribution to Afghan universities free of charge. I would like the students to encourage and assist their lecturers in this regard. We welcome any recommendations and suggestions for improvement.

It is worth mentioning that the authors and publishers tried to prepare the books according to the international standards, but if there is any problem in the book, we kindly request the readers to send their comments to us or the authors in order to be corrected for future revised editions.

We are very thankful to Kinderhilfe-Afghanistan (German Aid for Afghan Children) and its director Dr. Eroes, who has provided fund for this book. We would also like to mention that he has provided funds for 160 medical and non-medical textbooks so far.

I am especially grateful to **GIZ** (German Society for International Cooperation) and **CIM** (Centre for International Migration & Development) for providing working opportunities for me from 2010 to 2016 in Afghanistan.

In our ministry, I would like to cordially thank Minister of Higher Education Dr. Najibullah K. Omary (PhD), Academic Deputy Minister Prof Abdul Tawab Balakarzai, Administrative & Financial Deputy Minister Prof Dr. Ahmad Seyer Mahjoor (PhD), Administrative & Financial Director Ahmad Tariq Sediqi, Advisor at Ministry of Higher Education Dr. Gul Rahim Safi, Chancellor of Universities, Deans of faculties, and lecturers for their continuous cooperation and support for this project.

I am also thankful to all those lecturers who encouraged us and gave us all these books to be published and distributed all over Afghanistan. Finally I would like to express my appreciation for the efforts of my colleagues Hekmatullah Aziz and Fahim Habibi in the office for publishing books.

Dr. Yahya Wardak

Advisor at the Ministry of Higher Education

Kabul, Afghanistan, July, 2018

Office: 0756014640

Email: textbooks@afghanic.de

Message from the Ministry of Higher Education

In history, books have played a very important role in gaining, keeping and spreading knowledge and science, and they are the fundamental units of educational curriculum which can also play an effective role in improving the quality of higher education. Therefore, keeping in mind the needs of the society and today's requirements and based on educational standards, new learning materials and textbooks should be provided and published for the students.

I appreciate the efforts of the lecturers and authors, and I am very thankful to those who have worked for many years and have written or translated textbooks in their fields. They have offered their national duty, and they have motivated the motor of improvement.

I also warmly welcome more lecturers to prepare and publish textbooks in their respective fields so that, after publication, they should be distributed among the students to take full advantage of them. This will be a good step in the improvement of the quality of higher education and educational process.

The Ministry of Higher Education has the responsibility to make available new and standard learning materials in different fields in order to better educate our students.

Finally I am very grateful to German Aid for Afghan Children and our colleague Dr. Yahya Wardak that have provided opportunities for publishing textbooks of our lecturers and authors.

I am hopeful that this project should be continued and increased in order to have at least one standard textbook for each subject, in the near future.

Sincerely,

Dr. Najibullah K. Omary (PhD)

Minister of Higher Education

Kabul, 2018

Book Name	Reinforced Concrete Structure Design (First Part)
Author	Associate Prof Dipl Eng Ibad-ur-Rahman Momand
Publisher	Nangarhar University, Engineering Faculty
Website	www.nu.edu.af
Published	2018, First Edition
Copies	1000
Serial No	277
Download	www.ecampus-afghanistan.org

This publication was financed by German Aid for Afghan Children, a private initiative of the Eroes family in Germany.

Administrative and technical support by Afghanic.

The contents and textual structure of this book have been developed by concerning author and relevant faculty and being responsible for it. Funding and supporting agencies are not holding any responsibilities.

If you want to publish your textbooks, please contact us:
Dr. Yahya Wardak, Ministry of Higher Education, Kabul
Office 0756014640
Email textbooks@afghanic.de

All rights reserved with the author.

Printed in Afghanistan 2018

Afghanistan Times Printing Press

ISBN 978-9936-633-22-3