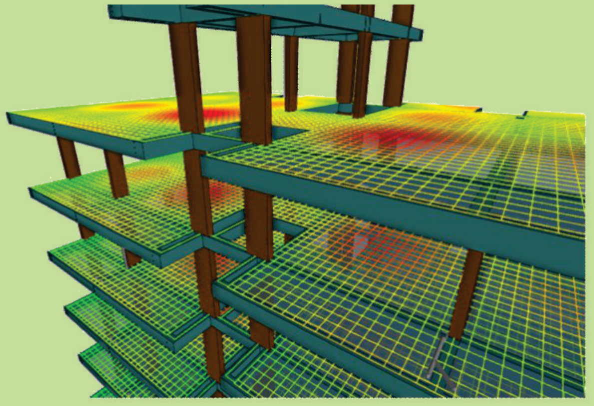
Nangarhar Engineering Faculty

Afghanic

Prof Dipl Eng Ibad ur- Rahman Momand

Reinforced Concrete Structure Designs II (vol I)



Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

ISBN 978-9936-633-63-6

Not for Sale

2021

Reinforced Concrete Structure Designs II (vol I)

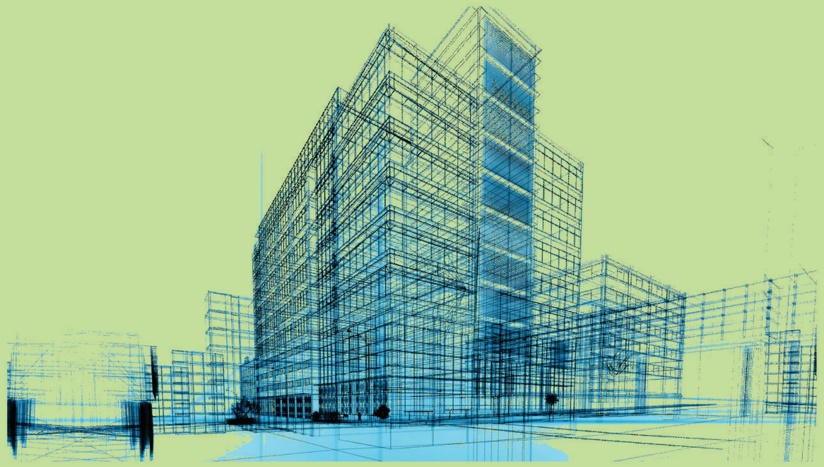
اوسپنیز کانکرېټي عناصر (دویمه برخه)
(لومړی ټوک)

پوهاند دیپلوم انجنیر عبادالرحمن مومند

ننګرهار انجنیري پوهنځی

اوسپنیز کانکرېټي عناصر (دویمه برخه)

(لومړی ټوک)



پوهاند دیپلوم انجنیر عبادالرحمن مومند

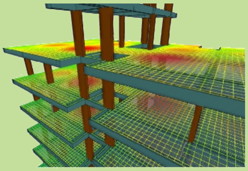
۱۴۰۰

پلورل منع دی

اوسپنيز کانکرېټي عناصر (دويمه برخه)
(لومړی ټوک)

پوهاند ډيپلوم انجنير عبادالرحمن مومند

Nangarhar Engineering Faculty
ننگرهار انجنيري پوهنځی



Pashto PDF
2021

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

Reinforced Concrete
Structure Designs II (vol I)

افغانيک
Afghanic

Prof Dipl Eng Ibad ur- Rahman Momand

Download:
www.kitabona.org
www.ecampus-afghanistan.org

اقرأ باسم ربك الذي خلق

اوسپنیز کانکرېټي عناصر (دویمه برخه)

(لومړی ټوک)

پوهاند ډیپلوم انجنیر عبادالرحمن مومند

لومړی چاپ

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

نوت: د یادونې وړ ده چې کتاب د لیکوال لخوا په یوه جلد کې لیکل شوی، مګر د کتاب د لوی حجم له امله، موږ دا په دوه ټوکو ویشلی. له همدې امله، د کتاب اصطلاحګانې، مخففونه او ضمیمې د دوهم جلد په پای کې ځای پر ځای شوي دي.

د کتاب نوم	اوسپنيز کانکرېټي عناصر (دويمه برخه)، لومړی ټوک
ليکوال	پوهاند ډيپلوم انجنير عبادالرحمن مومند
خپرندوی	ننگرهار پوهنتون، انجنیری پوهنځی
وېب پاڼه	www.nu.edu.af
د چاپ کال	۱۴۰۰، لومړی چاپ
چاپ شمېر	۱۰۰۰
مسلسل نمبر	۳۲۶
ډاونلوډ	www.ecampus-afghanistan.org www.kitabona.org

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، کارته ۴، کابل
موبايل ۰۷۰۶۳۲۰۸۴۴، ۰۷۸۰۲۳۲۳۱۰
ايمېل textbooks@afghanic.org

د چاپ ټول حقوق له مؤلف سره خوندي دي.

ای اس بي ان ۹۷۸-۹۹۳۶-۶۳۳-۶۳-۶

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

د لوړو زده کړو وزارت خپله دنده بولي چې د ګرانو محصلینو د علمي کچې د لوړولو لپاره د علومو په مختلفو څانګو 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 وردګ څخه مننه کوم چې د دې کتاب د خپرولو لپاره یې زمینه برابره کړې ده.

هیله‌من یم چې نوموړې ګټوره پروسه دوام وکړي او پراختیا ومومي چې په نږدې راتلونکي کې د هر درسي مضمون لپاره لږ تر لږه یو معیاري درسي کتاب ولرو.

په درنښت

پوهنمل دیپلوم انجنیر عبدالتواب بالاکرزي

د لوړو زده کړو وزارت علمي معین

کابل، ۱۴۰۰ ل

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 شمېر استادان او محصلین نویو معلوماتو ته لاسرسی 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.

موږ تر اوسه پورې د ننګرهار، خوست، کندهار، هرات، بلخ، البیروني، کابل پوهنتون، د کابل طبي پوهنتون او د کابل پولي تخنیک پوهنتون لپاره ۳۴۲ عنوانه مختلف درسي کتابونه د طب، ساینس، انجنیري، اقتصاد، ژورنالېزم او کرهنې پوهنځیو لپاره چاپ کړي دي. ۹۶ طبي کتابونه د آلمان د علمي همکاریو ټولنې DAAD، ۲۱۰ طبي او غیر طبي کتابونه د افغان ماشومانو لپاره د جرمنۍ کمېټې (Kinderhilfe-Afghanistan)، ۷ کتابونه د آلماني او افغاني پوهنتونونو ټولنې DAUG، ۲ کتابونه په مزار شریف کې د آلمان فدرال جمهوري جنرال کنسولګرۍ، ۴ کتابونه د Afghanistan-Schulen، ۲ کتابونه د سلواک ایډ، ۸ کتابونه د کنراد ادناور شټیفټونګ بنسټ (KAS) په مالي مرسته چاپ کړي دي.

د یادونې وړ ده، چې نوموړي چاپ شوي کتابونه د هېواد ټولو اړوندو پوهنتونونو او یو زیات شمېر ادارو او موسساتو ته په وړیا توګه وېشل شوي دي. ټول چاپ شوي کتابونه له www.afghanistan-ecampus.org او www.kitabona.com ویب پاڼې څخه ډانلوډولی 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: دا کړنې په داسې حال کې ترسره 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 دغو امکاناتو پرته د پوهنتونونو محصلین او استادان عصري، نویو، تازه او کره معلوماتو ته لاسرسی نه شي پیدا کولای."

موږ غواړو چې د درسي کتابونو په برابرولو سره د هېواد له پوهنتونونو سره مرسته وکړو او د چپټر او لکچرنوټ دوران ته د پای ټکی کېږدو. د دې لپاره اړینه ده چې د افغانستان پوهنتونونو لپاره هر کال لږ تر لږه ۱۰۰ عنوانه درسي کتابونه چاپ شي.

له ټولو درنو استادانو څخه هیله کوو، چې په خپلو مسلکي برخو کې نوي کتابونه ولیکي، ویې ژباړي او یا هم خپل پخواني لیکل شوي کتابونه، لکچرنوټونه او چپټرونه ایډیټ او د چاپ لپاره تیار کړي، زموږ په واک کې یې راکړي چې په ښه کیفیت چاپ او وروسته یې د اړوند پوهنځیو، استادانو او محصلینو ته په واک کې ورکړو. همدارنګه د یادو ټکو په اړه خپل وړاندیزونه او نظریات له موږ سره شریک کړي، چې په ګډه په دې برخه کې اغېزمن ګامونه پورته کړو.

د لیکوالانو او خپروونکو له خوا پوره زیار ایستل شوی دی، چې د کتابونو محتویات د نړیوالو علمي معیارونو پر اساس برابر شي، خو بیا هم کېدای شي د کتاب په محتوا کې ځینې تېروتنې او ستونزې ولیدل شي، نو له درنو لوستونکو څخه هیله لرو چې خپل نظریات او نیوکې لیکوال او یا موږ ته په لیکلي بڼه راولېږي، چې په راتلونکي چاپ کې اصلاح شي.

د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمېټې 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 ۲۱۰ عنوانه طبي او غیر طبي کتابونو د چاپ لګښت پر غاړه اخیستی دی.

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

د لوړو زده کړو له علمي معین پوهنمل ډیپلوم انجنیر عبدالتواب بالاکرزي، د مالي او اداري معین ښاغلي نور احمد درویش، د لوړو زده کړو وزارت سلاکار ډاکتر ګل رحیم صافي، د پوهنتونونو ریيسانو، د پوهنځیو ریيسانو او استادانو څخه مننه کوم چې د کتابونو د چاپ لړۍ یې هڅولې او مرسته یې ورسره کړې ده. د دغه کتاب له لیکوال څخه ډېر مننـدوی 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؛ ښاغلي حکمت الله عزیز او ښاغلي فهیم حبیبي څخه هم مننه کوم چې د کتابونو د چاپ په برخه کې یې نه ستړې کېدونکې هلې ځلې کړې دي.

ډاکتر یحیی وردک، د لوړو زده کړو وزارت سلاکار
کابل، مې، ۲۰۲۱
د دفتر ټیلیفون: ۰۷۸۰۲۳۲۳۱۰، ۰۷۰٦۳۲۰۸۴۴
ایمیل: textbooks@afghanic.org

د پـــیل خـــبرې

د لوي خدای (ج) ډېر شکرگزاريم چې ماته يې ددې وس او توان راکړ ،چې د ننگرهار پوهنتون د انجنيري پوهنځي د سيول انجنيري څانگې د درنو استادانود پريکړې سره سم د محصلينو اود هېواد انجنيرانو دستونزو د حل لپاره د اوسپنيزکانکريټي عناصرو دويمه برخې درسي کتاب تاليف کړم .

دا مهال د ټولو هېوادپالونکو مسلکي او اکاډميکو شخصيتونو دا دنده چې په خپله مسلکي برخه کې دخپل گران هېواد افغانستان د ودانولو اوجوړولو لپاره نه ستړې کېدونکي هڅه او هاند وکړي. چې په دې لړ کې ما هم د خپل تاريخي رسالت او دندې د سرته رسولو لپاره دا درسي کتاب تاليف کړ.

د دې درسي کتاب په ترتيبولو او برابرولو کې له ماسره په تخنيکي برخه کې د سيول انجنيري څانگې ټولو قــدرمنو استادانو مرسته کړې ده چې له مرستې او مشورو څخه يې د زړه له تله مننه کوم. همدارازد دې درسي کتاب د متن د ليکنې په برخه کې د ژبو او ادبياتو پوهنځي د پښتو څانگې قدرمنو استادانو هر يو پوهاند شاولي خان او پوهاند جانس زړن ، له مرستو او همکاريو څخـه د زړه لـه کومي مننندوي يم ، چې په خلاص مټ او ورين تندي يې لــه مــا سره مرسته کــړې ده او د اثر ژبني اړخ يې کــره کــړی دی. په پای کې له ټولو هغو لــوستونکو څخه چې دا درسي کتاب مطالعه کوي احترامانه هيله لرم چې د اثـر د تېروتنـو او نيمگړتاو په لېږی کـولو کـې ، خـــپل نظـرونه او نيوکـې لــه ماسره شريکې کــړي .

په درنښت

دعنوانونولیکلړ

عنوانونه .... مخ

سـریزه 1

لـــومړی فــصل

د ځرخېدنې په وړاندې د اوسپنیزو کانکرېټي عناصرو تحلیل او محاسبه

1.1- پیلېزه 3

2.1- د ځرخېدنې پېژندنـه 4

3.1- په متجانسو مقطعو کې د ځرخېدنې تشنجات 10

4.1- بې سیخه کانکرېټي اجزاوو کې ځرخېدنه 17

5.1- په اوسپنیزکانکرېټي اجزاوو کې ځرخېدنه 21

6.1- په کانکرېټي اجزاوو کې د عرضاني قوو او ځرخېدنې د مومنټ 27

7.1- په اوسپنیزو کانکرېټي اجزاوو کې د عرضاني قوو او ځرخېدنې مومنټ 30

8.1- د ځرخېدنې په وړاندې محاسبې لپاره د (ACI 318) کود غوښتنې 31

9.1- د ځرخېدنې محاسبې او د ځرخېدنې اړینو فولادي سیخانو ټاکل 35

10.1- د عرضاني او ځرخېدنې د قوو ترکیب 39

لـنډیز 64

پوښتنې 66

ماخـذونه 68

دویم فصل

د دوه لوریزه پوښښ تختو محاسبه او تحلیل

1.2- پیلېزه 70

2.2- د دوه لوریزه پوښښ تختو پـېــژنـدنـه 71

3.2- د دوه لوریزه پوښښ تختو ډولونه 76

4.2- په دوه لوريزه پوښښ تختو کې د مومنټونو تحليل 81
1.4.2- د جان ار. نيکولس په طريقه د پوښښ په تختو کې د مومنټونو تحليل 82
5.2- په دوه لوريزه د پوښښ په تختو کې د مومنټ وېشنه 87
1.5.2- د ځانګړو پايو په واسطه تکيه شويو پوښښ تختو کې مومنټونه 93
6.2- د دوه لوريزه د پوښښ تختو محاسبه 96
7.2- د دوه لوريزه پوښښ تختو اصغري ضخامت 100
8.2- دضريبونو په طريقه د دوه لوريزه پوښښ تختو تحليل او محاسبه 103
9.2- د مستقيمې محاسبې په طريقه د دوه لوريزه پوښښ تختو تحليل 121
10.2- د هوارې پوښښ تختې محاسبه 161
1.10.2-د هواره پوښښ تختو اجزاوي او په هغې کې د سيخانو ځای په ...167
11.2- د معادل چوکاټ محاسبې په طريقه د دوه لوريزه پوښښ تختو 171
1.11.2- د سختۍ ، باروړلو او د وروستنۍ سختې شوې رابطې مومنټونو 174
2.11.2- د ساختماني تحليل لپاره د ژوندیو بارونو ترتيبول 199
3.11.2- د اتکاګانو د اړخ سره مومنټونه 199
4.11.2- د پايو په تسمو ، منځنيو تسمو او ګاډرونو کې د مومنټونو وېشنه 202
5.11.2- د معادل چوکاټ د تحليل لپاره د کمپوټر کارېدنه 209
6.11.2- د ثقلي او افقي مرکبو بارونو لپاره د پوښښ تختې - پايې چوکاټونو 215
12.2- په دولوريزه پوښښ تختو کې عرضاني قوې 220
1.12.2- په دوه لوريزه عرضاني قوې-داخلي پايو کې د پوښښ تختو 221
2.12.2- د داخلي پايو سره د دوه لوريزه عرضاني قوې له امله د پوښښ تختو ...222
3.12.2- د دوه لوريزه عرضاني قوې لپاره محاسبه 224
4.12.2- د بحراني محيط موقيعيت 224
5.12.2- د ډراپ لرونکې پوښښ تختو لپاره بحراني مقطع 224
6.12.2- سوريو او څنډو سره نژدې بحراني مقطعې 226
7.12.2- په دوه لوريزه پوښښ تختو کې د عرضاني قوو لپاره بارې ساحه 227

8.12.2- پرته له انتقالي مومنټه د دوه لوریزه عرضاني قوي محاسبوي 227
9.12.2- په پوښښ تختو کې یو لوریزه عرضاني قوه 230
10.12.2- د عرضاني مقاومت لوړول 233
11.12.2- د دوه لوریزه پوښښ تختو لپاره دعرضاني سیخانو ځای په ځای 233
12.12.2- خولۍ لرونکي عرضاني فولادي جوړښت 235
13.12.2- خولۍ لرونکي عرضاني ګل میخونه 235
14.12.2- د عرضاني سیخانو محاسبه 237
13.2- د دولوریزه پوښښ تختو په سیستمونو کې کړوپېدنه 307
لــنډیز 315
پــوښــتنې 317
مـاخــذونـه 320

دریم فصل

داوسپنیز کانکریټي ګاډرونو ګټې اخېستنې وړتیا

1.3- پیلیزه 322
2.3- ګټې اخېستنې یا کاري وړتیا پـېژنــدنــه 323
3.3- کړوپېدنه یا د شکل بدلون 325
1.3.3- بې له درزه مقطعو بدلېدنه 325
2.3.3- د انرشیا مومنټ د موازي محورونو قضیه 328
3.3.3- د اوسپنیزکانکریټي ګاډرونو د انر شیا مجموعي مومنټ 330
4.3.3-د درز شویو مقطعو دشکل بدلېدنه 331
5.3.3- د انرشیا فعال مومنټ 334
4.3- د کانکریټي ګاډر بې له څنډه یا سملاسي کړوپېدنه 337
5.3- د کانکریټي ګاډرونو د اوږدې مودې کړوپېدنه 351
6.3- د اوسپنیزکانکریټي ساختمانونو د کړوپېدنې لپاره د کود غوښتنې 354
7.3- درزکېدنه 362
1.7.3- دکانکریټو ددرزکېدنې خواص 362

8.3- د درز د عرض ارزونه 365
9.3- د درزونو د عرض لپاره سپارښت شوي محدوديتونه 367
10.3- د درز د عرض لپاره د (ACI) کود مقررې 369
لـنډيز 372
پـوښـتنې 373
مـاخـذونـه 375

دشکلونو ليکلړ

شکلونه .... مخ

1.1- شکل: (a) - د چتر ګاډر ، (b) - کمان او (c) - L - ګاډر دی 4
2.1- شکل: په کانټيليور پونبنس تختې کې لومړنۍ يا معادله څرخېدنه 6
3.1- شکل: معادله څرخېدنه 6
4.1- شکل: (a)دګاډر څرخېدنه..8
5.1- شکل: په يوه کانکريټي عنصر يا جزکې د نښلېدنې له امله 9
6.1- شکل: متناسبه څرخېدنه 9
7.1- شکل: دګاډرونو مقطع 11
8.1- شکل: په مقطع کې د څرخېدنې له امله د تشنجاتو وېشنه 14
9.1- شکل: په بې له سيخه ګاډر کې د څرخېدنې له امله عرضاني تشنجات 18
10.1- شکل: په بې له سيخه منځ خالي مقطع لرونکې ګاډر کې د څرخېدنې 20
11.1- شکل: په ګاډرکې خيالي قيچي ډوله فاصلې 22
12.1- شکل: د څرخېدنې مومنټ په منحني کې د څرخېدنې په وړاندې 23
13.1- شکل: په ګاډرکې خيالي قيچي ډوله فاصلې 23
14.1- شکل: د او سپنيز کانکريټي عنصر د څرخېدنې مقاومت 25
15.1- شکل: په منځ خالي مقطع لرونکو ګاډرونو کې تشنجات 29

16.1- شکل: په منځ ډکو مقطع لرونکو ګاډرونو کې................................29
17.1- شکل: د (20.1- رابطې) د منحني ترسیم 29
18.1- شکل: د بېلابېلو مقطعو د (A_{oh}) مساحتونه...............................34
19.1- شکل: ترلي ګڼډمکونه 41
20.1- شکل: د څرخېدنې لپاره (U) ډوله پیوند شوې ګڼډمک 41
21.1- شکل: توصیه شوي ګڼډمکونه 43
1.2- شکل: د ټیورنر (Turner) د خرېړې ډوله پوښښ تخته.............................73
2.2- شکل: د سختې اتکاء لرونکي پوښښ تختې په څلورو لوروکې 75
3.2- شکل: په پوښښ تختې کې د کمان کړنه 76
4.2- شکل: د پوښښ تختې په دوه لوریزه کږېدنه 77
5.2- شکل: د دوه لوریزه پوښښ تختې ډولونه..80
6.2- شکل: د فرش په تختې او ګاډر کې مومنټونه.....................................82
7.2- شکل: په دوه لوریزه پوښښ تختې کې مومنټونه 82
8.2- شکل: په پوښښ تختې کې د نیکولس تحلیل 86
9.2- شکل: د اتکایي اجزاوو لپاره د معادلي مربعوي مقطع بېلګې 86
10.2- شکل: د پوښښ تختې د کږېدنې او مومنټونو تر منځ اړیکې 88
11.2- شکل: د تاوېدنې مومنټ (m_{xy}) له امله د پوښښ تختې د(B-B) 89
12.2- شکل: په څلورو لورو سخت پوښښ تختې کې د مومنټ دیاګرام 90
13.2- شکل: په څلورو لورو مفصلي پوښښ تختې کې مومنټونه......................91
14.2- شکل: د پوښښ تختو په مومنټونو د ګاډر د سختۍ اغېزه 92
15.2- شکل: په څلورو لورو ساده اتکاء لرونکو مستطیلي پوښښ 92
16.2- شکل: په څلورو لورو سحته اتکاء لرونکو مستطیلي پوښښ تختو 92
17.2- شکل: په سختو ګاډرونو یا دیوالونوباندې تکیه شویو د څنډو او 93
18.2- شکل: په ځانګړو پایو تکیه شویو پوښښ تختو کې مومنټونه 94
19.2- شکل: په هغه پوښښ تختو چې ($\ell_2/\ell_1 = 1.0$) وي مومنټونه 95

20.2- شکل: د (α_f) د محاسبې لپاره د ګاډر او پوښښ تختې قطع 98
21.2- شکل: د (ACI) کود د (Section 13.2.4) برخې په واسطه د 99
22.2- شکل: په دوه لوریزه پوښښ تخته کې د پایو او منځنۍ تسمې 104
23.2- شکل: په دوه لوریزه پوښښ تخته کې د مثبتو او منفي.......................125
24.2- شکل: په څو متحملي حالتونو کې د څرخېدونکې ګاډر مقطع 129
25.2- شکل: دیوه اړخیزګاډر مقطع د مقطع د څرخېدنې د ثابت (C) 130
26.2- شکل: په دیوال د تکیه شوې اړخ اتکاء سره مجاوره یا موازي 133
27.2- شکل: په هوارو تختو کې د سیخانو ځای په ځای کېدنه 170
28.2- شکل: د معادل چوکاټ اجزاء 173
29.2- شکل: د وایې په اوږدو کې په سختۍ کې بدلون 175
30.2- شکل: د ډراپ پنیل لرونکي پوښښ تختې لپاره د (EI) قیمتونه 180
31.2- شکل: د پوښښ تختې او ګاډر لپاره د (EI) قیمتونه 183
32.2- شکل: د پایو د سختۍ (K_c) د محاسبې لپاره مقطع 186
33.2- شکل: د چوکاټ کړنه او دڅنډې جز یا عنصر تاوېدنه 189
34.2- شکل: د (K_t) محاسبه...192
35.2- شکل: څرخېدونکې اجزاء 193
36.2- شکل: د منفي مومنټ لپاره بحراني مقطع 201
37.2- شکل: په پوښښ تختې – ګاډر کې منفي او مثبت مومنټونه 202
38.2- شکل: د پوښښ تختې - پایې د بیروني نښلېدنو سره د اغېزمنې 211
39.2- شکل: د اغېزمنې پوښښ عرض($\alpha\ell_2$) او د وایې په اوږدو کې 212
40.2- شکل: د پوښښ تختې - پایې د چوکاټ د تحلیل لپاره اندازې 216
41.2- شکل: د ثقلي او افقي بارونو لاندې د پوښښ تختې - پایې چوکاټ 216
42.2- شکل: په پوښښ تخته کې د عرضاني قوی له امله ویجاړېدنه 221
43.2- شکل: د داخلي پایو سره د عرضاني قوو د انتقال لپاره قیچي موډل.......223
44.2- شکل: د بېلابېلو مقطعو لپاره د غوڅېدنې د بحراني محیط موقعیت 225

45.2- شکل: د ډراپ پنیل لرونکي پوښښ تختې بحراني مقطع 225
46.2- شکل: د عرضاني قوو په بحراني محیط د سورو او څنډو اغېزه 226
47.2- شکل: د عرضاني قوو لپاره د پوښښ په هواره تختې کې بحراني 228
48.2- شکل: د مربعي محیط په ګرد چاپیره د عرضاني قوي د مقدار وېشنه 229
49.2- شکل: د عرضاني قوو لپاره د پوښښ په هواره تختې کې بحراني 229
50.2- شکل: په دوه لوریزه پوښښ تختو کې ګډ مک ډوله عرضاني سیخان ...234
51.2- شکل: خولۍ لرونکې عرضاني فولادي جوړښت 235
52.2- شکل: ټیپیک ډوله خولۍ لرونکي عرضاني ګل میخونه.........................236
53.2- شکل: د پوښښ تختې - پایې نښلېدنې سره د عرضاني 238
54.2- شکل: د عرضاني قوي او مومنټ د انتقال له امله د عرضاني تشنجاتو ...246
55.2- شکل: د څنډې پایه کې د عرضاني قوي او مومنټ د انتقال 247
56.2- شکل: د پوښښ تختې - پایې د نښلېدنو سره د انتقالي عرض 249
57.2- شکل: د یوه لوري د قطبي مومنټ د پیدا کولو لپاره په پام کې 251
58.2- شکل: د ایروي پایو سره د مومنټونو او عرضاني قوو 252
59.2- شکل: د پایې او منځنۍ تسمو کړو پېدنه 255
60.2- شکل: د بحراني محیط د ثقل مرکز سره د مومنټ او عرضاني قوې 259
61.2- شکل: د پایې او منځنۍ تسمو کړو پېدنه 308
1.3- شکل: د او سپنیز کانکرېټي ګاډر مقطع بې له درزه شکل بدلون 321
2.3- شکل: د درزشوې او سپنیز کانکرېټي ګاډر مقطع د شکل بدلون 332
3.3- شکل: د ګټې اخېستنې د شرایطو لاندې او سپنیز کانکرېټي ګاډر 335
4.3- شکل: د ساده اتکاء لرونکو ګاډرونو لپاره د ارتجاعي کړو پېدنې معادلې .338
5.3- شکل: د سختې اتکاء لرونکو او کانټیلیور ګاډرونو لپاره د ارتجاعي 339
6.3- شکل: د بار د مودې ضریب (ξ) 353
7.3- شکل: په او سپنیز کانکرېټي کششي عناصرو او ګاډرونو کې درزونه 365
8.3- شکل: د (20.3) رابطې اړیکې ښیي 366

د جدولونو لیکلړ

جدولونه .... مخ

1.1- جدول: د لوی ضلعې (y) او کوچنی ضلعې (x) د نسبت له مخې.................... 12
2.1- جدول: د لوی ضلعې (y) او کوچنی ضلعې (x) د نسبت له مخې.................... 16
1.2- جدول: بې له د اخلي ګاډرونو پوښښ تختواصغري ضخامت 101
2.2- جدول: په ضریبي طریقه د پوښښ تختې د منفي انحنایې 106
3.2- جدول: په ضریبي طریقه د پوښښ تختې د مثبت انحنایې.............................. 107
4.2- جدول: په ضریبي طریقه د پوښښ تختې د مثبت انحنایې 108
5.2- جدول: د پوښښ په تخته کې او دهغه بار چې په اتکاګانو 109
6.2- جدول: په بیروني وایې کې ، د مجموعي ضریبي شوي مومنټ 126
7.2- جدول: د پوښښ تختې د تسمې په ټول عرض کې..................................... 131
8.2- جدول: بې له ډرا په پنیل لرونکي پوښښ تختو کې د مومنټ - وېشنې 176
9.2- جدول: د ډراپ پنیل لرونکي پوښښ تختو کې د مومنټ............................. 177
10.2- جدول: د ډراپ پنیل لرونکي پوښښ تختو کې د مومنټ............................ 178
11.2- جدول: د پایې لپاره د سختۍ او باروړلو یا زغمونکي بار 187
12.2- جدول: د پوښښ تختې - ګاډر د اجزاو د انحنایې سختۍ لپاره د (α) 214
3.1 - جدول: دبار د مودې ضریب (ξ) 352
2.3 - جدول: اعظمي مجازي پیدا شوې کړوپېدنې.. 356
3.3 - جدول: دلوڅېدنې دبېلابېلو شرایطو لپاره د درزونو 368

ســـــــریـــــزه

له لوی او مهربان خدای (ج) ډېر شکر ادا کوم ،چې ماته یې دا فرصت برابر کړ ، تر څو د اوسپنیزوکانکرېټو د تدریس لـپاره د اوسپنیزکانکـرېټي عنـاصـر دویمه بـرخه درسي کتاب تالیف کړم . د دې کتاب په لیکنه کې کوښښ شوې دي ، چې یوازې د محاسبو کړنو په ښوولو بسنه ونه شي، بلکې هڅه شوې ،چې د هرې برخې مفاهیم په ژوره توګه ، خو په ډېره ساده او یوه مناسبه ډول توضیح اوتشریح شي . له دې امله په دې درسي کتاب کې ډېری تشریح شوي مطالب او مفاهیم دمحصلانود زده کړو د بشپړېدنې او د ښه درک لپاره هم ډېر ګټور دي . د درسي کتاب دکیفیت د لاښه کولو لپاره زیار شوی دی چې ټول شکلونه او فورمولونه په ډېر دقت سره په متن کې په ښه ډول ځای پر ځای شي .

د درسي کتاب په برابرولو کې د لوړو ، معتبرواو نویو ماخذونوڅخه ګټه اخیستل شوې ده چې د (2014) زکال د (ACI Code) پر مبنا تالیف شوی دی .

د دې درسي کتاب د هرفصل په پای کې لنډیز او د محصلینوله خوا د ځوابولو او حلولو لپاره د پوښتنو مجموعه په پام کې نیول شوې ده . دا مجموعه د هماغه فصل داړونده تشریح شوو موضوعګانو پورې تړلي له یو لړ پوښتنو څخه ترکیب مومي ، چې زما په اند د محصلینو په مسلکي زده کړو به مثبته اغېزه وکړي .

د اوسپنیزکانکرېټي عناصردویمه برخه درسي دانجنیري پوهنځي د سیول څانګې دڅلورم ټولګي د لومړي (اووم) سمستر د مفرداتو سره سم په شپږو فصلونه کې برابر شوی دي ،چې لومړنې فصل یې د څرخېدنې په وړاندې د اوسپنیزوکانکرېټي عناصرو تحلیل اومحاسبې ته ځانګړی شوی دی . په دویم فصل کې یې ددوه لوریزه پوښښ تختو محاسبه او تحلیل په بېلابېلو طریقو په بشپړه توګه تشریح شوی دی . په درېیم فصل کې داوسپنیزو کانکرېټي ګاډرونو ګټې اخیستنې وړتیا تشریح شوي دي . په دې فصل کې دکړېدونکو اوسپنیزوکانکرېټي اجزاو دګټې اخېستنې پرمهال د تحلیل او محاسبې شرایط چې په نننې وخت کې یې انجنیران او متخصصین کاروي په ښه توګه توضیح شوي دي . په څلورم

فصل کې په بېلابېلو شرايطو کې د اوسپنيزو کانکرېټو ستنو(پايو) محاسبه ، تحليل او ارزونه تشريح شوې ده . په پنځم فصل کې د بېلابېل ډوله اوسپنيزوکانکرېټي تهدابونو محاسبه ، ارزونه او سيخبندي په ډېره ساده اسانه طريقه تشريح شوې ده . په شپږم فصل کې اوسپنيزوکانکرېټي ديوالونو تر سرليک لاندې بار نه وړونکي، باروړونکي، پرېکېدونکي او استنادي کانټيليور ديوالونه په بشپړه توګه دبېلابېلو طريقو په مرسته تشريح اوتوضيح شوي دي .

داوسپنيزکانکرېټي عناصر دويمه برخه درسي کتاب په ليکنه کې ټولې محاسبې او تحليل د بار اومقاومت محاسبوي طريقې (LRFD) او د (ACI318-14) کود پر بنسټ ترسره شوي دي .

هيله من يم چې دا درسي کتاب د سيول انجنيري څانګې محصلينو، ساختماني انجنيرانو ، متخصصينواو درنواستادانو لپاره يوه مناسبه او وړ درسي مجموعه وي چې دوی وکړای شي ، د دې پر بنسټ د ګران هېواد افغانستان په جوړونه او بيا رغونه کې ترې اغېزمنه ګټه واخلي .

لومړی فصل

د څرخېدنې په وړاندې د اوسپنیزو کانکرېټي عناصرو تحلیل او محاسبه

(Analysis and Design of Reinforced Concrete structure against Torsion)

1.1- پیلــېزه

په اوسپنیزو کانکرېټي ساختمانونو کې څرخېدنه د هغې د اجزاو دیوځای کېدنې او نښلېدنې له امله رامنځته کېږي . له همدې امله پخوا دې مسئلې ته طرحه کوونکو لږه پاملرنه کوله او څرخېدنه د یوې دویمې مسئلې په توګه ګڼل کېدله ، چې په محاسبو کې یې یوازې د ډاډمنتیا په ضریب بسنه کوله . په دې وروستیو کلونو کې په ساختمانونو کې د اغېزمنتیا له امله څرخېدنې او د هغې محاسبې ته د دوو لاملونو له کبله ځانګړې پاملرنه کېږي : لومړی داچې د محاسبو اوسنۍ طریقې د پخوانیو طریقو په پرتله د بارونو او د ساختمانونو د کړنې په هکله د واقعي کتنې پر بنسټ ولاړې دي ، چې په پایله کې یې په محاسبو کې د ډاډمنتیا کوچنی ضریبونه په پام کې نیول کېږي او دویم داچې په نننۍ وخت کې د هغو ساختمانونو شمېر او ډولونه مخ پر ډېرېدنې دي چې په هغې کې څرخېدنه بنسټېزه اغېزه لري.

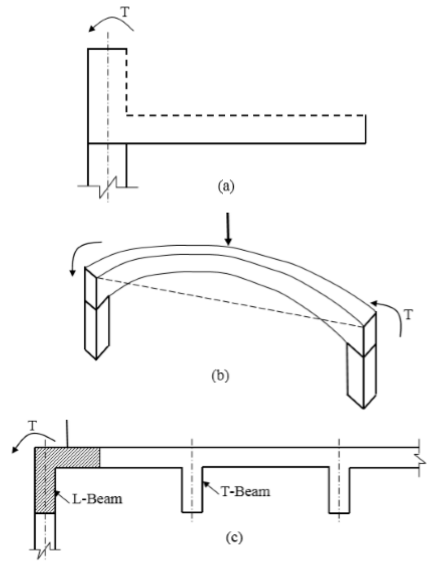
د څرخېدنې په وړاندې داوسپنیزو کانکرېټي ساختمانونو د محاسبوپه اړه له دې څو کلونو را په دې خوا څېړنې پیل شوی وی ، چې په پایله کې یې اوس دا محاسبې په کودونو

اوستنډردونو کې ځای په ځای شوی چې د هغې په رڼا کې د ټولو ساختمانو لپاره د څرخېدنې په وړاندې تحلیل او محاسبې تر سره کېږي.

2.1- د څرخېدنې پېـــژندنـه (Introduction of Torsion)

څـــرخـــــــبدنه هغه مومنټ دی چې دګادر طولاني محورته د څرخېدنې لامل کېږی او په هغه کانکرېټي ودانیو کې رامنځته کـــېږي چې بار یې دطـــولاني محور څخه لیرې عمل وکړي (1 :74).

اوسپنیزکانکرېټي اجزاوې او یا هم اوسپنیزکانکرېټي ګاډرونه کېدای شي چې د څرخېدنې لاندې واقع شي . په اوسپنیزوکانکرېټي اجزاوو کې څرخېدنه د عرضاني تشنجاتو په شکل راپیداکېږي ، چې د طولاني محور سره د (45°) درجو په زاویه د درزونو د رامنځته کېدنې لامل کېږي. که دا درزونه د مناسبوفولادي سیخانود ځای په ځای کېدنې په واسطه محدود نه شي ، نو د عنصر مقطع به ډېر ژر د ماتېدنې سره مخ شي. دڅـرخـېدنې په وړاندې دکانکـرېټي عنصر د مقاومت د مناسبو فـولادي سیخانو لپاره ګــڼدمکونه چې د طـولاني فـولادي سیخانــو سره تـــړل شوې وي ، په پام کې نیول کېږي (118:12). د څـــرخېدنې بېلګې په لاندېنۍ (1.1- شکل) کې ښودل شوې دي.



1.1- شکل: (a) - د چتر ګاډر ، (b) - کمان او (c) - L - ګاډر دی. په کانکرېټي عنصر کې د معادلې څرخېدنې د پیداکېدنې بېلګې (148:16).

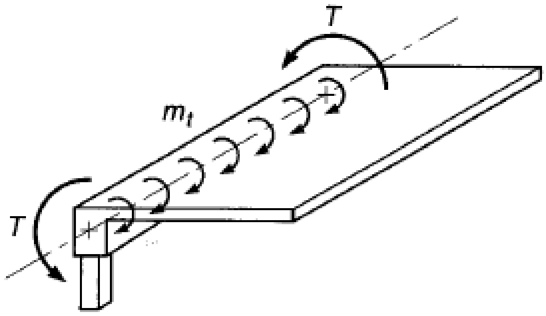
په اوسپنيزکانکرېټي عنصر کې څرخېدنه په لاندينيو دوو حالتونو کې رامنځته شي:

الف - معادله څرخېدنه (Equilibrium Torsion)

په يوه ټاکلي ستاتيکي عنصر کې ، د خارجي بارونو لاندې اړونده داخلي قوي او تشنجات يوازې د تعادل دمعادلو پر بنسټ ټاکل کېږي ، خو د اجزاوو ابعاد او سختي د هغې دداخلي قوو په مقدار کې کوم رول نه لري. د يوه ټاکلي او يا نا ټاکلي ساختمان په يوه برخه کې چې کله بارد عنصر له محور څخه بيرون وي ، نو د طولاني محور ګردچاپيره د څرخېدنې مومنټ رامنځته او اندازه يې د تعادل د معادلو له مخې ټاکل کېږي ،بيانودا څرخېدنه د معادلې څرخېدنې په نوم ياد يږي (347:9).

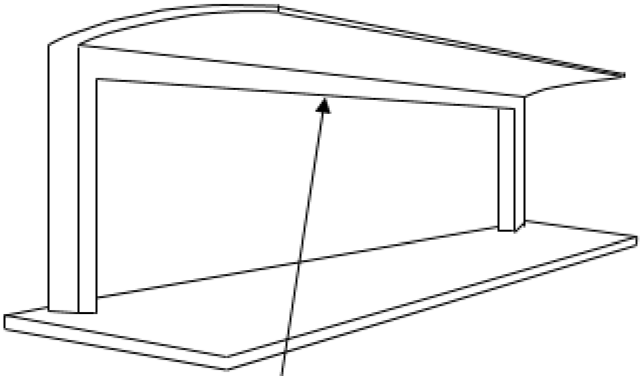
د معادلې (ټاکلې ستاتيکي) څـرخـېدنې د رامنځـته کـېدنې پرمهال د ساختمان په نورو اجزاوو کې د څـرخـېدنې تشنجات بيا نه وېشل کېږي، نـو له دې امله اړونده عنصر بايد د ټولې څـــرخېدنې پر وړاندې محاسبه او ډيزاين شي. هغه څرخېدنه چې اندازه يې دستاتيکي معادلو په واسطه ټاکل کېداى شي د معادلې څرخېدنې يا د ټاکلې ستاتيکي څرخېدنې(Equilibrium Torsion or Statically Determinate Torsion) په نوم ياد يږي.

لومړنۍ (معادله يا ستاتيکي) څرخېدنه هغه مهال را منځته کېږي چې عامل بار بې له څرخېدنې له اتکاء څخه د بار وړنې بله چاره ونه لري او هرو مرو په څرخېدنې باندې بايد تکيه شي. نو په داسې حالت کې اړينه ده چې دڅرخېدنې ستاتيکي معادله په پام کې ونيول شي اوممکن يو شانته يا معــادله پيداشي. د بېلګې په توګه کلــه چې په لاندېنې (2.1-شکل) کې د ښودل شوي کانټيليور پوښښ تختې له پاسه بار عمل وکړي، نو له امله يې داتکايې ګاډر په اوږدو کې د تاوښت مومنټونه (Twisting moments) يا (m_t) رامنځته کــېږي . چې په پايه کې يې موازنه د رامنځته کېدونکې څرخېدنې په وړاندې مقاوم مومنټ (T) په واسطه برابرېږي اودڅرخېدنې پروړاندې له مقاوم مومنټ پرته عنصرله ويجاړېدنې سره مخ کېږي (241:15).



2.1- شکل: په کانټیلیور پوښښ تختې کې لومړنۍ یا معادله څرخېدنه (15 :242).

د (ACI) کود د لاربښوونې له مخې لکه په لاندېنې (3.1- شکل) کې کله چې لومړنې (معادل یا ستاتیکي) څرخېدنې مومنټ رامنځته شي ، نو هلته یوازې یو ځل د بارونو وېشنه ترسره کېږي ،چې له امله یې د محاسبوي څرخېدنې مومنټ نه کمېږي (221:14).



3.1- شکل: معادله څرخېدنه (373:6).

ب - متناسبه یا انډولیزه څرخېدنه (Compatibility Torsion)

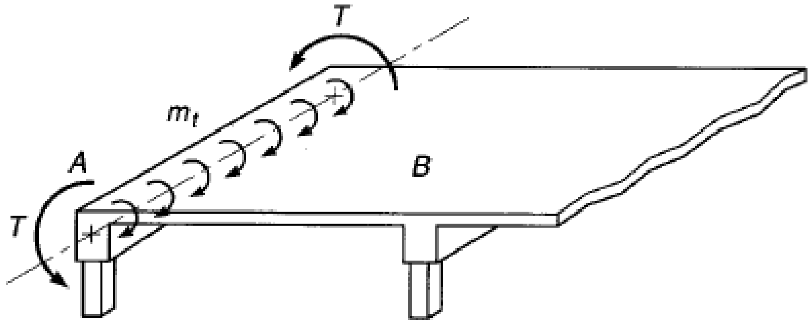
پــه ناټاکلو ساخــتماني اجــزاووکې څــرخــېدنه د متناسبې یا انــډولــېزه څرخېدنې په نوم یاد ېږي (103:3).

د ټاکلې بارېدنې د شرایطو لاندې د یوه ناټاکلي عنصر یا ساختمان د قوواو د داخلي تشنجاتو وېشنه د بېلابېلو طریقو له مخې ترسره کېږي او هغه ټولې کېداى شي چې د

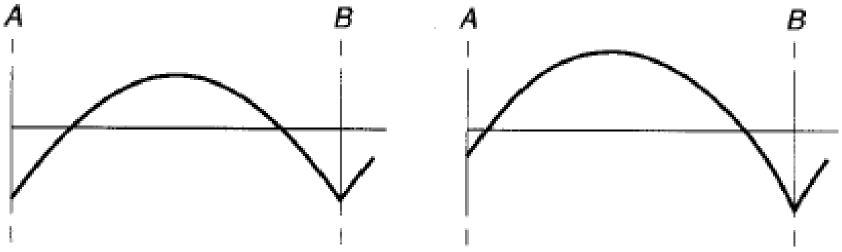
تعادل په حالت کې وي ،یا په بله وینا په یوه ناټاکلي ساختمان کې د بار د وېشنې بېلابېلې لارې شته، چې دساختمان د بېلابېلو عناصرو یااجزاووارونده نسبي سختي ، یوازې په یوه کې واقع شي ، نو له دې امله یوازې دیوه عنصر یاجز دسختۍ د بدلون له مخې ممکنه ده ، چې د تشنجاتو وېشنه په ټول ساختمان د تشنجاتو اغېزه بدلون ومومي. د یوه ناټاکلي ساختمان په یوه عنصر یا جز کې چې څرخېدنه د متناسبه معادلو د رضایت سره سمه تر سره شي د هماغه عنصر (جز) نسبي سختي ، په مجاورو عناصروکې دارونده څرخېدنې پر توپیراغېزه کوي، چې دې ته متناسبه څرخېدنه ویل کېږي. یا هم هغه څرخېدنه چې د مقدار د ټاکنې لپاره یې دشکل بدلون (تغیرشکل) ته یې متناسبې (سازګار) معادلې اړینې وي ، متناسبه څرخېدنه (Compatibility Torsion) یا ناټاکلې ستاتیکي څرخېدنه (Statically Indeterminate Torsion) ورته ویل کېږي (350:9).

ددویمي (متناسبې یا نا ټاکلې ستاتیکي) څرخېدنې په رامنځته کېدنې سره د څرخېدنې مومنټ نه شوکولی چې یوازې د معادل ستاتیک پرېنسپ یې پیداکړو، دا ځکه چې د دویمي څرخېدنې په پام کې نیولو پرته ،محاسبه په عنصر کې ډېرې ځلې د درز کېدنې لامل کېږي ، خو په عمومي توګه د عنصر د ویجاړېدنې یا تخریبېدنې نه لامل کېږي. معمولاً د قوو داخلي بیاتنظیمول ممکن دي ، تر څو دمعادلو قوو عوض ،د بېلګې په توګه په لاندېنې (4a.1- شکل) کې اړینه ده چې د اړخ یا څنډې ګاډر لپاره ، چې یوریخت کانکرېټ شوي پوښښ تخته پرې تکیه شوې ده دویمي څرخېدنه پیداکړو . که د اړخ یا څنډې ګاډر د څرخېدنې له مخې سخت او مناسبه سیخبندي اویا هم که دپایو یا ستنو په واسطه اړینه مقاومه څرخېدنه (T) برابره شوې وي ، نو د پوښښ دتختې مومنټونه به د بیروني اتکاء لپاره په تخمیني توګه لکه د (4b.1- شکل) په څېرسخته وي. سره د دې که څه هم ګاډر د څرخېدنې لږه سختي ولري او د قناعت وړ سیخبندي شوې نه وي، نو درزونه نه رامنځته کېږي. د دې لپاره چې د څرخېدنې ډېره اندازه سختي راکمه کړو ، نو د پوښښ تختې مومنټونه په تخمیني توګه په څنډو کې د لاندېنې (4c.1- شکل) په څېرمفصلي نیول کېږي ، که د پوښښ داسې محاسبه وشي چې په دیاګرام کې دمتبادل مومنټ په وړاندې مقاومت وکړي ، نو ویجاړېدنه یا تخریب نه پېښېږي (232:14).

د دې لپاره چې د څرخېدنې په وړاندې دقيقه محاسبه تر سره شي ډېره اړينه ده چې په اړونده محاسبه کې د عناصرو د موقيعيت او حالت له مخې د لومړۍ (معادلې) او دويمي (متناسبې) څرخېدنې تر منځ توپير وشي. په ډېرى حالتونو کې په يوه او سپنيز کانکريټي عنصر کې د څرخېدنې مومنټ د همدې ډول څرخېدنې له امله رامنځته کېږي (15 : 242 ,241).



(a)

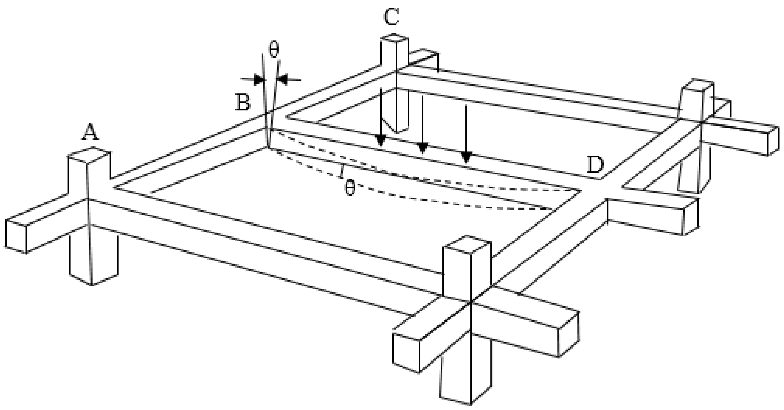


(b) (c)

4.1- شکل: (a) د ګاډر په څنډه کې دويمه يا متناسبه څرخېدنه. (b) په څنډو کې په تخميني ډول د پوښښ تختې د سختې اتکاء مومنټونه. (c) په څنډو کې په تخميني ډول د پوښښ تختې د مفصلي اتکاء مومنټونه(15 :242) .

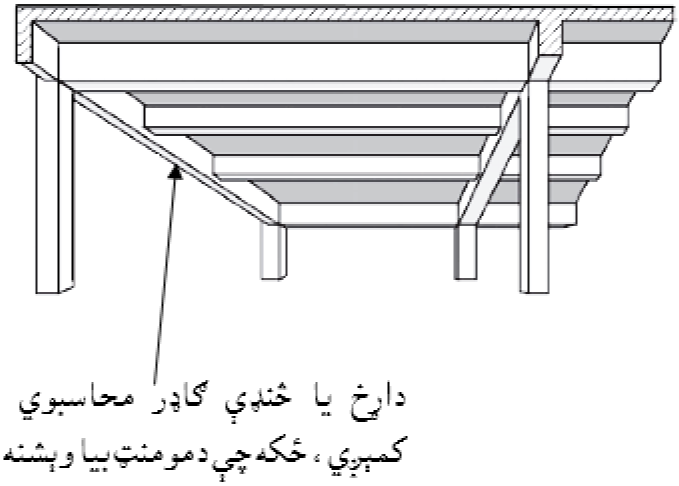
د (5.1- شکل) د(ABC) په محيطي (اړخيز يا څنډې) ګاډر کې متناسبې څرخېدنې نمونه ښودل شوې ده ، چې د (BD) د ګاډر په (B) انجام کې د(θ) څرخېدنه رامنځته کېږي. او دا چې د (BD) او (ABC) ګاډرونه د (B) په انجام کې يو له بله سره په يوه ټوټه ډوله شکل نښتي دي ، نو دا څرخېدنه د (ABC) ګادر د طولاني محورګردچاپيره د څرخېدنې لامل کېږي . نو دلته د دې دواړو عناصرو يا اجزاوو د درزکېدنې يا د

فولادي سیخانو تسلیمېدنې ته د ر سېدنې لـه املـه د نسبي سختۍ بدلون ، کېدای شي د تشنجاتو د بیاو بشنې او څرخېدنې د مومنټ د کمېدنې لامل شي(373,374:5).



5.1- **شکل** : په یوه کانکرېټي عنصر یا جـز کې د نښلـېدنې لـه املـه دمتناسبه څـرخېدنې د رامنځته کېدنې نمونه (5 :373).

د (ACI) کود د لاربښوونې له مخې د څرخېدنې په وړاندې محاسبه کې د اړخ یا د څنډې ګاډرونو لکه د لاندېنې (6.1- **شکل**) په څېر د محاسبوي څرخېدنې اندازه کمېږي ، دا ځکه چې په هغې کې د مومنټ بیا وېشنه ممکنه ده.



6.1- **شکل**: متناسبه څرخېدنه (6 :374).

دځرخېدنې د درز کېدنې په پیل کې ځرخېدونکي او سپنیزکانکرېټي عنصرنسبتاً ډېره ځرخېدنه زغمي. سره له دې هم چې په عناصرو او اجزاوو کې د ځرخېدنې منځني فولاد، له درز کېدنې وروسته د ځرخېدنې په وړاندې سختي ،له درزکېدنې څخه مخکې د ځرخېدنې په وړاندې سختۍ کې یوازي کوچنۍ ماتېدنه ده. چې دا پېښه له درزکېدنې وروسته د قوواو مومنټ د بیا وېشنې لامل کېږي. نو له دې امله په ډېرى عملي مسئلو کې په یو اوسپنیزکانکرېټي عنصر کې د ځرخېدنې اعظمي مومنټ د متناسبه ځرخېدنې (Compatibility Torsion) په حالت کې د عنصرد درز کېدنې دځرخېدنې سره په متناظرمقدار واقع کېږي. له دې څخه ځرګندېږي چې په بېلابېلو اوسپنیزوکانکرېټي ساختمانونو کې ځرخېدنه یوه جدي ستونزه ده، ځکه چې له یوې خوا معادله ځرخېدنه ډېره لږه پېښېږي او له بلې خوا متناسبه ځرخېدنه د درز کېدنې په ځرخېدنې محدودېږي. سره له دې چې د درزکېدنې ځرخېدنې مقدار ډېر لږ وي خو په ډېر دقت سره ورته له وړاندې کتنه او تابیا اړینه برېښي(5:374-371).

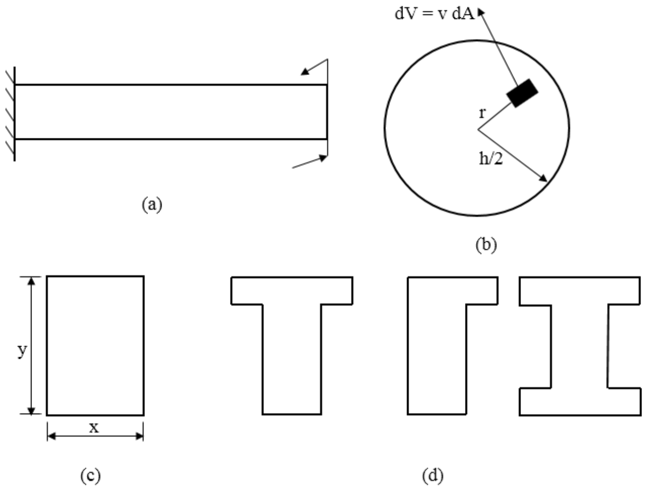
سره له دې چې اوسنې تخنیک په نا ټاکلي ستاتیکي او هم د ټاکلي ستاتیکي شرایطو کې د ځرخېدنې مومنټونه د واقعي ارزونې لپاره د تحلیل اجازه ورکوي، خو محاسبه کوونکي انجنیران ډېرى وختونه کله چې د ځرخېدنې تشنجات لږ او متبادل معادل حالت ممکن وي، نوددویمي ځرخېدنې اغېزه په پام کې نه نیسي. د (ACI) کود او د محاسبې نورو ډېرو مشخصاتو دا تجویز کړي دي(15 :242).

3.1- په متجانسو مقطعو کې د ځرخېدنې تشنجات

(Torsion Stress in Homogenous Sections)

په لاندېنې (7.1- شکل) کې د یوه عنصر بېلابېلې مقطع ښودل شوې دي، چې په هغې باندې د ځرخېدنې مومنټ عمل کوي او د ځرخېدنې د دې مومنټ له امله په مقطع کې د هندسي شکل له مخې عرضاني قوي (V) په لاندې ډول د هغې مقطع پر مخ رامنځته کېږي:

الف - په دایروي مقطعو کې څرخېدنه (Torsion in Circular Sections): په هغو عناصرو کې چې مقطع یې دایروي او د مقطع مخ د عنصر پر محور عمود واقع وي ، نو څرخېدنه یې هم د مقطع پر مخ واقع کېږي. په پایله کې عرضاني قوي (V) د مقطع په هره نقطه کې له هغې نقطې څخه د دایرې تر مرکز پورې فاصلې سره متناسبه وي. که (h) د دایروې مقطع قطر وي (7b.1-شکل) او (v_t) د دایروې مقطع پر محیط د څرخېدنې اعظمي تشنجات وي ، نو وبه لرو چې:



7.1- شکل: (a) – کانتیلیور گاډر، (b) - دایـروي مقطع، (c)- مستطیلي مقطع T او (d) - ، L او I- ډوله مقطع دي (2 :370).

$$T = \int rvdA = \int r\left(\frac{2V_t}{h}r\right)dA = \frac{2V_t}{h}\int r^2dA = \frac{2C}{h}v_t \ldots\ldots\ldots\ldots (1.1)$$

په پورتنۍ رابطه کې (c) د مقطع قطبي انرشیایې مومنټ دی.

$$C = \int r^2dA = \int_0^{\frac{h}{2}} r^2 2\pi rdr = \frac{\pi h^4}{32} \ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$

په پایله کې اعظمي عرضاني تشنجات (v_t) مساوي کېږي په (371:2):

$$V_t = \frac{Th}{2C} = \frac{16T}{\pi h^3} \ldots\ldots\ldots\ldots (3.1)$$

ب - مستطیلي مقطع (Rectangular Sections): د (x) او (y) ابعادو لرونکي مستطیلي مقطع کې د څرخېدنې عرضاني تشجات د دایروي مقطع په څېر په اسانۍ سره نه پیداکېږي. د دایروي مقطع پر خلاف په مستطیلي مقطع کې د څرخېدنې له امله کاږه واږه

(warping) ډوله عرضاني تشجات رامنځته کېږي او دمقطع سطحه د ګاډر پر محور له څرخېدنې څخه وروسته عمود نه پاتې کېږي. که مقطع د ګاډر پر محور عمود پاتې شي ، نو عرضاني تشنجات د مستطیل له مرکزه لېرې فاصله کې رامنځته کېږي، خو په حقیقت کې دارنګه نه وي . د مستطیلي مقطع د څرخېدنې مسئله په لومړي ځل دسنت وینانت (Saint Venant) ریاضي پوه په واسطه تحلیل شوه ، چې په پایله کې اعظمي عرضاني تشنجات (v_t) د مستطیل د لوی ضلعې په څنډه کې رامنځته کېږي ، او اندازه یې مساوي کېږي په:

$$V_t = \frac{T}{\alpha x^2 y} \quad (4.1)$$

د (α) قیمت د لوی ضلعې (y) او کوچنۍ ضلعې (x) د نسبت له مخې په (1.1- جدول) کې ښودل شوی دی.

1.1- جدول: د لوی ضلعې (y) او کوچنۍ ضلعې (x) د نسبت له مخې د (α) قیمت (372:2).

y/x	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0	5.0	∞
Α	0.208	0.219	0.231	0.246	0.256	0.267	0.290	0.333

د څرخېدنې بنسټېزه تیوري د سنت وینانت (Saint Venant) تیوري ده ، چې د دې تیورۍ پر بنسټ دیوې ډکې دایروي مقطع چې له شعاع سره په ارتجاعي حالت کې د(T) څرخېدنې لاندې واقع شوې وي ، د څرخېدنې له امله یې د دایرې په مرکز کې عرضاني تشنجات صفر وي او د هغې وېشنه د دایرې د محیط په اوږدو کې په خطي ډول بدلون مومي، نو د دایرې پر محیط اعظمي تشنجات د(7a.1- شکل) په څېر مساوي کېږي په:

$$\tau_{max} = \frac{T}{J} \quad (1.1)$$

دلته: (J) - د مقطع قطبي انرشیایې مومنټ دی ،چې له ($J = \frac{\pi r^4}{2}$) سره مساوي کېږي.

له بلې خوا د څرخېدنې لاندې دایروي مقطع ، د پلاستیکیت حالت کې داسې محدوده شوی وي چې تشنجات یې یوازې د (b) په شعاع په هسته کې د ارتجاعیت په

حالت کې پاتې وي او د دایرې بیروني جدار د پلاستیکیت په حالت کې قرار ولري ،نو په دې حالت کې تشنجات د (7b.1- شکل) په څېر د دایرې په مرکزي هسته کې خطي او په بیروني جدار کې په ثابت مقدار وېشل کېږي. په داسې حالت کې دایروي مقطع بشپړه د پلاستیکیت په حالت کې واقع شوې وی چې (b = 0) وي ، نو غیر خطي (پلاستیکي) عرضاني قوه مساوي کېږي په:

$$\tau_p = \frac{3T_p}{4J} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$

دلته: (T_p) - دنهایي څـرخـېدنې مومنټ دی ،چې د مقطع د ماتېدنې لامل کـېږي. په ډکې مستطیلي مقطع کې د څـرخـېدنې لاندې کـړنه به د یـولړ ستونـزوسـره مله وي ، دا ځکـه چې مسطحې مقطع دوارده څـرخـېدنې مـومنټ لانـدې لـه تاوېـدنې (Warping) سره مخ کېږي(122:12).

په ارتجاعي حالت کې د یوې مستطیلي مقطع له پاسه لکه د (7c.1- شکل) په څېر د څرخېدنې دمومنټ له امله محوري تشنجات او محیطي تشنجات رامنځته کېږي ، په داسې حال کې چې دا تشنجات د مقطع په څنډه او د مستطیل په مرکز کې صفر وي او د مستطیل په منځ کې د محیط په بېلابېلو برخو کې به یې مقدار ډېر وي. پر یوه مستطیل باندې د څرخېدنې له مله د عرضاني قوې اعظمي تشنج د (x) پر کوچني بعد او د (y) په لوی بعد دارتجاعیت په حالت کې د مستطیل پر لوی لوری رامنځته کېږي ،چې د لاندیني فورمول په واسطه یې ټاکو :

$$\tau_{max} = \frac{T}{\alpha x^2 y} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.1)$$

دلته: د (α) ضریب د مقطع د ابعادو پورې تړلی دی، چې د (y/x = 1.0) لپاره (α = 0.208) او د (y/x = ∞) لپاره (α = 0.333) ، چې $\alpha = 1/[3+ 1.8(y/x)]$ کېږي.

که د څرخېدنې لاندې یوه مقطع په بشپړه توګه د پلاستیکیت حالت کې واقع وي ، نو تشنجات یې لکه د (7d.1- شکل) په څېر وېشل کېږي، چې د څرخېدنې د نهایي

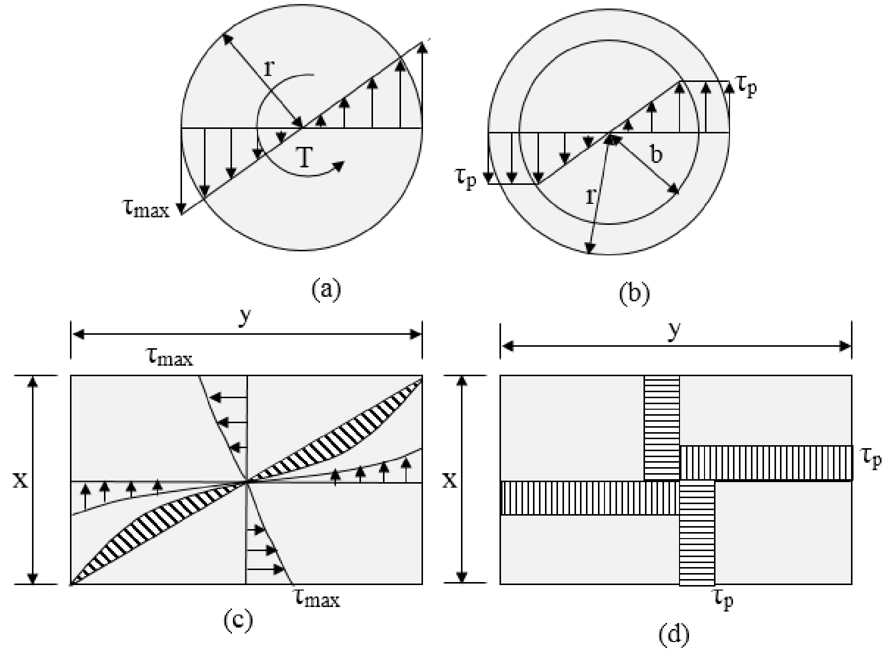
ماتيدونکي مومنټ له اغېزې لاندې د پلاستکيت عرضاني تشنجات (τ_p) يې مساوي کېږي په:

$$\tau_{max} = \frac{T_p}{\alpha_p x^2 y} \quad (4.1)$$

په پـورتني فـورمول کې د ($\frac{y}{x} = 1.0$) لـپاره د ($\alpha_p = 0.33$) او د ($\frac{y}{x} = \infty$) لـپاره تـر ($\alpha_p = 0.5$) پورې بدلـون مومي(374-376:5).

د طاقچه لرونکو مقطعو لپاره چې په ټوله کې د نرېبو (باريکو) مستطيلونو څخه جوړې شوې وي ، په محاسبه کې ($\frac{x^2y}{3}$) د هر مستطيل لپاره د (T) څرخېدنې له امله اعظمي عرضاني تشنج د لاندېنۍ رابطې له مخې ارزول کېږي(224:4):

$$\tau_{max} \approx \frac{T}{\Sigma(\frac{x^2y}{3})} \quad (5.1)$$



8.1- شکل : په مقطع کې د څرخېدنې له امله د تشنجاتو وېشنه (a) - دارتجاعيت حالت کې دايروي مقطعه. (b) - ددايروي مقطع منځنۍ هسته پهدارتجاعی حالت کې او بيروني جدار د پلاستيکيت حالت کې دی. (c) - مستطيلي مقطع د ارتجاعی حالت کې . (d)- مستطيلي مقطع په بشپړه پلاستيکيت حالت کې (5 :376).

ج- په T، L او I- ډوله مقطعو کې څرخېدنه (Torsion in T, L and T- Shapes Sections):

د (5d.1-شکل) سره سم مقطعو کې د څرخېدنې عرضاني تشنجاتو د پیداکولو لپاره لومړی مقطع په مستطیلونو چې لویه ضلعه یې (y) اوکوچنۍضلعه یې (x) وي وېشل کېږي . هغه عرضاني تشنجات (v_t) چې دمستطیل د لوی ضلعې په منځ کې رامنځته کېږي، چې لوی ضخامت یې (x_m) وي او په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$V_t = \frac{Tx_m}{\sum \frac{1}{3} x^3 y (1 - 0.63 \frac{x}{y})} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6.1)$$

په پورتنې فورمول کې (x) او (y) په ترتیب سره د مستطیل د مقطع کوچنۍ او لوی ضلعې دي او (x_m) د مستطیل د مقطع لوی یا اعظمي ضخامت دی. دا چې په کانکرېټي ګاډرونو کې د طاقچې له ضخامت څخه د تنې ضخامت لوی وي ، نو له همدې کبله د تنې ضخامت په پام کې نیول کېږي(243:14).

د - په منځ خالی مقطعوکې څرخېدنه (Torsion in hollow sections) : په منځ خالی مقطعو کې د مقطع عرضاني مقاومت دهغې ثابتې عرضاني قوې (q) په وړاندې په پام کې نیول کېږي ، چې د منځ خالی مقطع په اوږدو کې عمل کوي. (q) د مقطع د مرکزي محور د اوږدو (طول) په واحد کې عرضاني قوه ده ، چې په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$T = 2A_oq = 2A_o\tau_t \Rightarrow q = \tau_t = \frac{T}{2A_o}$$

$$\tau = \frac{T}{2A_o t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7.1)$$

په پورتنې فورمول کې:

τ - عرضاني تشنجات دی ،چې د (t) ضخامت په عرض کې ثابت فرضېږي.

t- د منځ خالی مقطع د جدار یا دیوال ضخامت دی.

T- د مقطع د څرخېدنې مومنټ دی.

A_o- د منځ خالی مقطع د مرکزي محور په واسطه تړل شوی یا محصور مساحت دی.

په متجـــانسه مقطع لرونکې څرخېدونکي عنصر د (L) په اوږدو کې د (T) څرخېدنې لانـــدې په دوارو انجـــامونو کې د څــرخـــېدنې سخـــتي (Torsion stiffness) مساوي کېږي په:

$$K_t = \frac{T}{\theta} = \frac{GC}{L} \text{ .... } (8.1)$$

په پورتني فورمول کې (C) د څرخېدنې ثابت دی.

د دايروي مقطع لپاره مساوي کېږي په:

$$C = \frac{\pi h^4}{32} \text{ .... } (9.1)$$

د مستطيلي مقطع لپاره د څرخېدنې ثابت په هغه حالت کې چې (x) د مستطيلي مقطع کوچنۍ ضلعه او (y) يې يو يه ضلعه په پام کې نيول شوې وي مساوي کېږي په:

$$C = \beta x^3 y \text{ .... } (10.1)$$

په پورتني فورمول کې (β) د (y/x) نسبت تابع دی چې په (2.1- جدول) کې ښودل شوی دی.

2.1- جدول: د لوی ضلعې (y) او کوچنۍ ضلعې (x) د نسبت له مخې د (β) قيمت (373:2).

y/x	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
B	0.141	0.166	0.196	0.229	0.249	0.263	0.281	0.291

د (T، L او I) ډوله مقطعو لپاره د څرخېدنې ثابت مساوي کېږي په:

$$C = \sum \frac{1}{3} x^3 y \text{ .... } (11.1)$$

دا چې په دارنګه مقطعو کې هر برخه په مستطيلونو وېشل کېږي ، نو (x) د مستطيلونو کوچنۍ ضلعه او (y) يې لويه ضلعه ده. دا چې ښايي په هر مستطيل کې د (x) او (y) ضلعې په دې اندازه لوی نه وي چې د (1/3) ضريب پوره کړي ، نو د دې لپاره تيموشينکو (Timoshenko) لاندېنۍ دقيقه رابطه پيشنهاد کړې ده:

$$C = \sum \frac{1}{3} x^3 y \left(1 - 0.63\frac{x}{y}\right) \text{ .... } (12.1)$$

4.1- بې سيخه کانکرېټي اجزاوو کې څرخېدنه

(Torsion in without steel bars Concrete Members)

په (9.1- شکل) کې مستطيلي مقطع لرونکی عنصر ښودل شوی دی ، چې په دواړو انجامونو کې يې د څرخېدنې مومنټ (T) د اغېزې لاندې واقع دی. په ورته (مشابه) مقطع کې د څرخېدنې عرضاني تشنجاتو وېشنه د (9b.1- شکل) په څېر وي ، چې د هغې اعظمي مقدار د لوي ضلعې په منځ کې د (1.1- رابطې) په ډول وي.

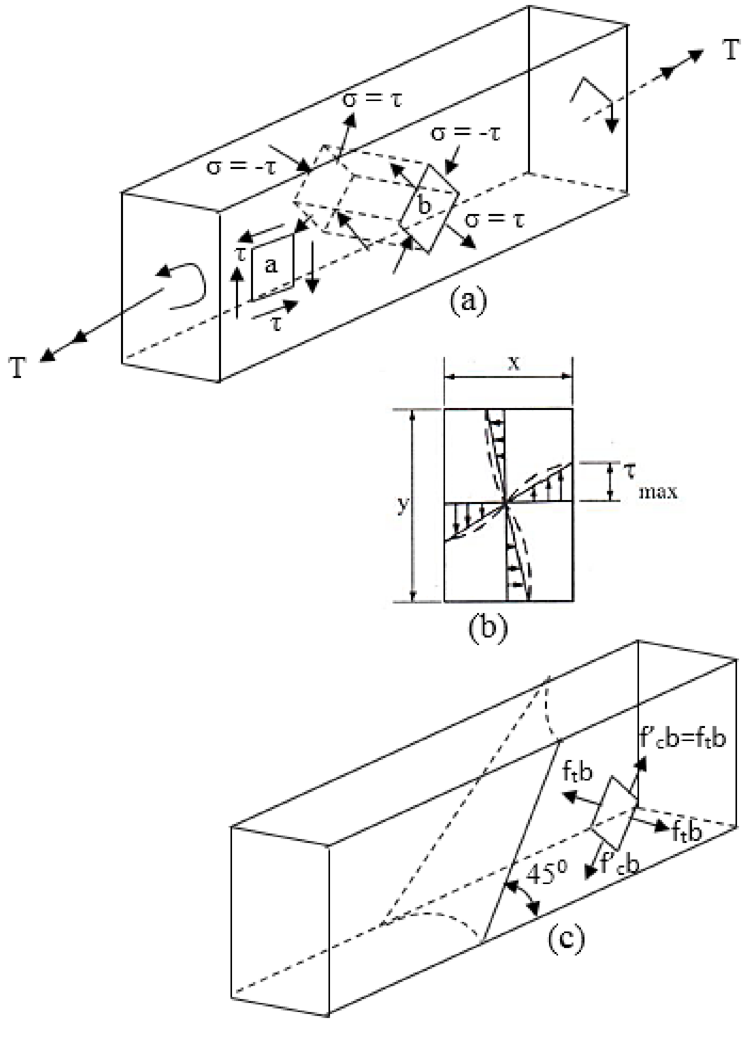
$$\tau_{max} = \frac{T}{\alpha x^2 y} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1.1)$$

په (9b.1- شکل) کې د تشنجاتو وېشنه د منقطعې ليکې په څېر وي ، خود اعظمي عرضاني تشنجاتو محل بدلون نه مومي او يوازې د (α) په اندازه غتېږي.

په (9a.1- شکل) کې د ښودل شوي عنصر په بيرونې سطحه کې واقع د (a) کوچني جزء پر مخ د څرخېدنې له امله عرضاني تشنجات ښودل شوې دي ، د مسالې د مقاومت له مخې پوهېږو چې په دې حالت کې تشنجات په اصلي فشاري او کششي تشنجاتو (σ = τ) اوړي او د(b) جزء په څېر په مايل حالت کې په (45º) درجو زاويې عمل کوي . ددې حالت ميکانيزم د عرضاني تشنجاتو سره ورته دی ، خو په څرخېدنې کې د عرضاني تشنجاتو لوری د مقطع په دواړو لورو کې ديو بل سره مخالف وي. په پايله کې عرضاني تشنجات په دوو نژدې لورو او د ګاډر په بل لورې د (9a.1- شکل) په څېر يو له بل سره مخالف دي، چې د هغې په ډول د اصلي تشنجاتو لوری هم د(b) جزء په سطحې او د هغې دمخامخ جزء په سطحې کې (90º) درجې اختلاف وي.

کله چې د کششي تشنجاتو مقدار دکانکرېټود کششي مقاومت له مقدار څخه تجاوز وکړي ، نو د ګاډر په بيروني سطحې د اعظمي کششي تشنجاتو په محل کې مايل درزونه پيدا او په ډېره چټکۍ سره د ګاډر په ټوله عرضي مقطع کې خپرېږي او چې پايله يې په سطحه کې د (9c.1- شکل) په څېرتاوراتاوه ماتېدنه رامنځته کوي. تجربو ښودلې ده چې رامنځته شوی کششي مايل درزونه د افقي محور سره نژدې د (45º) درجو زاويې جوړوي

(د کششي تشنجاتو پر لوري عمود) . د ګاډر د کوچني عرض په اړخېزه یا جانبي سطحه (د9c.1- شکل په پاسنیو او لاندېنیو سطحو)کې کششي درزونه په همدې توګه د (45º) درجو په زاویې د محور (خو پاس او لاندې په مخالفو لورو) سره واقع کېږي. په پاسنیو او لاندېنیو سطحو کې رامنځته شوي دوه درزونه د مقطع د ګردچاپیره اړخېز درز یوله بله سره نښلوي. د مقطع په څلورو اړخونو کې دغځېدلی درز له امله تاوراتاوماته شوی سطحه په بشپړه توګه څرګندېږي.



9.1- شکل: بې سیخه ګاډر کې د څرخېدنې له امله عرضاني تشنجات، (a)- دګاډر ګرد چاپیره څنډو کې عرضاني تشنجات، (b)- د عرضاني تشنجاتو وېشنه او (c)- د سطح ګرد چاپېره ماتېدنه (2 :375) ،(226:4).

د درزد را منځته کوونکې څرخېدنې مومنټ (T_{cr}) د پیدا کولو لپاره ډېرې طریقې شته، په مقطع (9b.1- شکل) کې د غیر خطي عرضاني تشنجاتو وېشنې او د هغې بهرنیو څنډو ته نژدې د تشنجاتو تمرکز ، د نري جـــدار(Thin wall tube) او دفضای قیچې ته ورته(Space truss analogy) مقطـعي نظـــریه اوس مهال ډېره د پاملرنې وړ ده ، چې د (10.1-شکل) سره سم فرضېږي ، چې د جدارپه ضخامت (t) کې یې عرضاني تشنجات ثابت دي او مقطع د نازکه یا نری قوطی په ډول عمل کوي ، چې د هغې په جدار کې د(q) ثابته عرضاني قوه واقع وي. د قوطی ډوله مقطع ابعاد چې د منځنې جدار ضخامت یې (t) وي کله چې (x_o) او (y_o) وي. دمقطع مرکزته د قوو د مومنټ تعادل په لاندې ډول لیکلی شو :

$$T = 2qx_o\frac{y_o}{2} + 2qy_o\frac{x_o}{2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (2.1)$$

پورتنی رابطه په لاندې ډول ساده کېږي:

$$T = 2qx_oy_o \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (3.1)$$

که ($A_o = x_oy_o$) شي نو :

$$T = 2qA_o \Rightarrow q = \frac{T}{2A_o}$$

داچې ($\tau = \frac{q}{t}$) کېږي ، نو :

$$\tau = \frac{q}{t} = \frac{T}{2A_o t}$$

که د (9a.1- شکل) سره سم عرضاني تشنجات د اصلي کششي تشنجاتو سره مساوي شي نو :

$$\tau = f_t = \sqrt{f_c'} \Rightarrow T_{cr} = \sqrt{f_c'}\,(2A_ot) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (4.1)$$

د منځ خالـي مستطیلي مقطعو لـــپاره ضخـامت د عـــرض (1/4) او (1/6) تـر منځ قبلېږي ، نـــو که ضخامت د عرض (1/4) او د مقطع د عرض او ارتفاع نسبت (0.5) فرض شي ، نو ($A_o = \frac{3}{4}\ A_{cp}$) په لاس راځي ،چې دلته ($A_{cp}$) بشپړه مساحت دی. له دې امله د(t) ضخامت ($\frac{3}{4}\ A_{cp}/P_{cp}$) په لاس راځي ، چې دلته (P_{cp}) د کانکرېټی مقطع بیرونی محیط دی. په پایله کې درز رامنځته کوونکې مومنټ د لاندېنی رابطې په واسطه پیدا کېږي:

$$T_{cr} = 0.083\phi\lambda\sqrt{f'_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5.1)$$

په پورتنۍ رابطه کې:

T_{cr} - درز رامنځته کوونکې څرخېدنې مومنټ.

A_{cp}- د کانکرېټي مقطع بشپړ مساحت دی $(A_{cp} = xy)$.

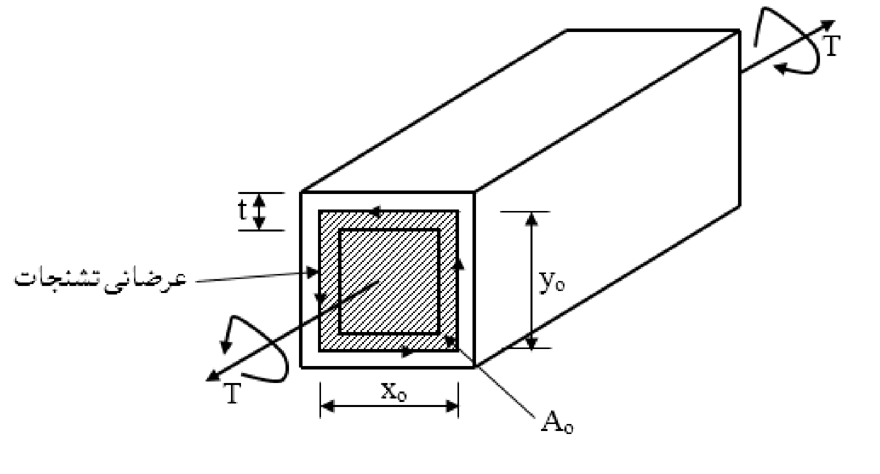
P_{cp}- د کانکرېټي مقطع بیروني محیط دی $P_{cp} = 2(x + y)$.

ϕ -د مقاومت کموونکې ضریب دی.

f'_c - د کانکرېټو فشاري مقاومت دی.

λ - ضریب دی ، چې د کانکرېټو د نوعیت له مخې ټاکل کېږي ، د معمولي کانکرېټو لپاره (1.0) ، د سپکو شګو لرونکې کانکرېټو لپاره (0.85) او د نورو ټولو سپکو کانکرېټو لپاره (0.75) قبلېږي.

د منځ خالي مقطعو لپاره د (5.1- رابطه) کې د (A_g/A_{cp}) په نسبت کې کمښت رامنځته کېږي ، چې په هغې کې (A_g) دمقطع د خالصو (له سوریو پرته) کانکرېټو مساحت دی.



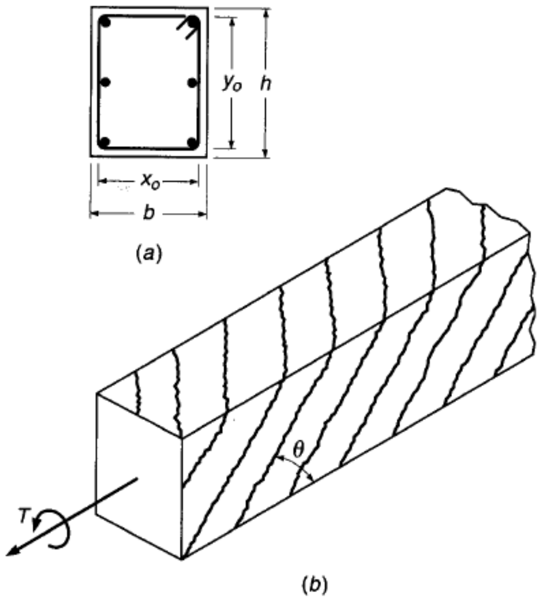
10.1- شکل: په بې سیخه منځ خالي مقطع لرونکې ګاډر کې د څرخېدنې عرضاني تشنجات (2 :377).

5.1- په اوسپنيزو کانکريټي اجزاوو کې څرخېدنه

(Torsion in Reinforced Concrete Members)

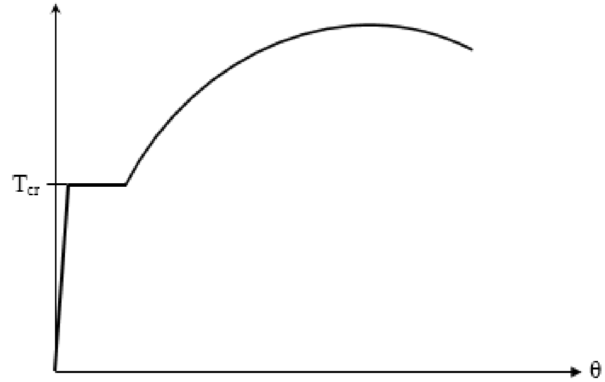
د څرخېدنې لاندې عنصر کې د څرخېدنې په وړاندې مقاومت لپاره دوه ډوله سيخان لومړی طولاني فعال سيخان او دويم عرضاني سيخان په پام کې نيول کېږي. تجربو ښودلې ده چې فعال طولاني سيخان په يوازېتوب سره د(5.1- رابطې) پر بنسټ د څرخېدنې په وړاندې په مقطع کې (15%) سلنه مقاومت لوړوي ،چې په هغې کې د مقاومت د ډېرېدنې بنسټيز لامل هماغه د طولاني سيخانو عمل دی ، نو له دې امله د طولاني سيخانو ډېرېدنه د څرخېدنې په وړاندې د اوسپنيزکانکريټي عنصر د مقاومت د لوړېدنې حل ښه لاره نه ده (111,112:12).

کله چې اوسپنيزکانکريټي عنصر د (11a.1- شکل) په څېر د طولاني او عرضاني سيخانو په واسطه د څرخېدنې په وړاندې د مقاومت لپاره سيخبندی شوی وي ، نو د څـرخـــېدنې مومنټ د (T_{cr}) مقدار ته د رسيدنې پر مهال د فنر په شکل لومړنی درز د(11b.1- شکل) په څېر په عنصر کې رامنځته کېږي ، خو د سيخانو د شتون له امله په عنصر کې ماتېدنه نه رامنځـــته کـــېږي. په دې شېبه کې د درز د شتـــون او د کانکـــريټو دانې يوله بله د جــــداء کېدنې له امله د څرخېدنې په وړاندې د کانکريټو مقاومت د(T_{cr}) چې د (5.1- رابطې) په واسطه پيداکېږي ، مقدار نيمايي ته رسېږي او نور يې پاتې څرخېدنې مومنټ د سيخانو (د عرضاني سيخانو) په واسطه زغمل کېږي.



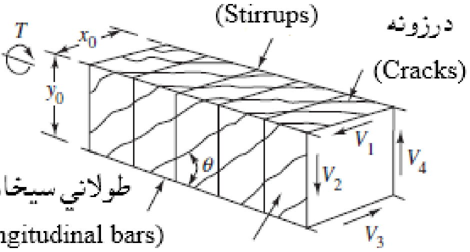
11.1- شکل: په ګاډرکې خیالي قیچي ډوله فاصلې (15 :246).

د (12.1- شکل) د څرخېدنې مومنټ په منحني کې د څرخېدنې په وړاندې د اوسپنیز کانکرېټي عنصر کړنه ډېره ښه ښودل شوې ده. په دې منحني کې د (T_{cr}) څرخېدنې مومنټ له امله کانکرېټ نه دي درز شوی ، نو د (T) او (θ) تر منځ رابطه خطي ده، کله چې ($T = T_{cr}$) کېږي ، نو (θ) له (T) سره ثابته ډېرېدنه کوي ، تر هغه چې سیخان په کار ولویږي او د څرخېدنې مومنټ وزغمي ، له دې وروسته اضافي څرخېدنې مومنټ د سیخانو په وسطه زغمل کېږي. خو د څرخېدنې مومنټ د ډېرې زیاتېدنې له امله په عنصر کې دوه ډوله ماتېدنه رامنځته کېږي: لومړی دا چې عنصر په ښه توګه محاسبه او طرحه شوی وي ، نو د شکل منې ماتېدنه د سیخانو د تسلیمېدنې سره رامنځته کېږي ، دویم دا چې د سیخانو د ډېرېدنې له امله فشاري تشنجات ډېرېږي او د کانکرېټو کوچنۍ کېدنه د ماتېدنې لامل کېږي (2:379-370).



12.1- شکل: د څرخېدنې مومنټ په منحني کې د څرخېدنې په وړاندې د اوسپنيز کانکرېټي عنصر کړنې منحني (2 :379).

له درزکېدنې وروسته ، د څرخېدنې په وړاندې د کانکرېټو له مقاومت څخه صرف نظر کېږي. د څرخېدنې درزونه هڅه کوي چې د عناصرو يا اجزاو (منځ خالي يا ډک) په ګردچاپېره د هماغه عنصر د طولاني څنډې سره نژدې (45°) درجې زاويه د فنر په څېر واقع شي. داسې فرضېږي چې دڅرخېدنې په وړاندې دکانکرېټي عنصر په بهرنۍ برخه کې د خيالي قيچي ډوله فاصلې شتون مقاومت کوي ، دا ډول قيچې په (13.1- شکل) کې ښودل شوې ده. د عنصر يا جز په کنج کې له طولاني فولادي سيخان او تړلي عرضاني سيخان په قيچي کې د څرخېدونکو عناصرو په څېر عمل کوي ، کله چې د عرضاني سيخانو ترمنځ د کانکرېټو ريښې د فشاري عناصرو په څېر عمل وکړي. نو په دې حالت کې کانکرېټ لا د فشاري تشنجاتو د اخېستنې وړتيا پيدا کوي (10:475,476).



13.1- شکل: په ګاډرکې خيالي قيچي ډوله فاصلې (10 :476).

د پورتنۍ (13.1- شکل) سره سم د څرخېدنې په وړاندې د مقطع مقاومت ، د عنصر په څلورو واړو اړخونو کې عرضاني قوو په وړاندې مقاومت دی ، د بېلګې په توګه د (V_4) اړخ عرضاني قوې په وړاندې مقاومت برخه د څرخېدنې مقاومت مساوي کېږي په:

$$T_4 = \frac{V_4 x_o}{2} \quad (6.1)$$

د درز په واسطه د (n) شمېر سیخانو د غوڅېدنې له امله د عرضاني قوو په وړاندې مقاومت (V_4) مساوي کېږي په:

$$V_4 = A_t\, f_{yt} n \quad (7.1)$$

په پورتنۍ فورمول کې:

A_t- د یوه تړلي ګڼدمک د یوې ساقې د مقطع مساحت دی.

f_{yt}- په تسلیمېدنه کې د تړلي ګڼدمک مقاومت دی.

n- د درز په واسطه د غوڅو شویو سیخانو شمېر دی.

څرنګه چې د درز افقي مرتسم ($y_o \cot\theta$) دی ، نو لرو چې:

$$n = y_o \cot\theta / s \quad (8.1)$$

په پورتنۍ رابطه کې (s) د تړلو ګڼدمکونو ترمنځ فاصله ده او (θ) د افقي محور سره د درز زاویه ده.

د (n) په بدل کې د هغې قیمت ځای په ځای کوو او لرو چې:

$$V_4 = \frac{A_t f_{yt} y_o}{s} \cot\theta \quad (9.1)$$

نو (T_4) مساوي کېږي په:

$$T_4 = \frac{A_t f_{yt} y_o x_o}{2s} \quad (10.1)$$

د مقطع د څلورو واړو اړخونو لپاره د څرخېدنې په وړاندې مقاومت مساوي کېږي په:

$$T_n = \sum_{i=1}^{4} T_i = \frac{2A_t f_{yt} y_o x_o}{s} \quad (11.1)$$

که $(x_o\ y_o = A_{oh})$ قبول شي ، نو :

$$T_n = \frac{2A_t f_{yt} A_{oh}}{s} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (12.1)$$

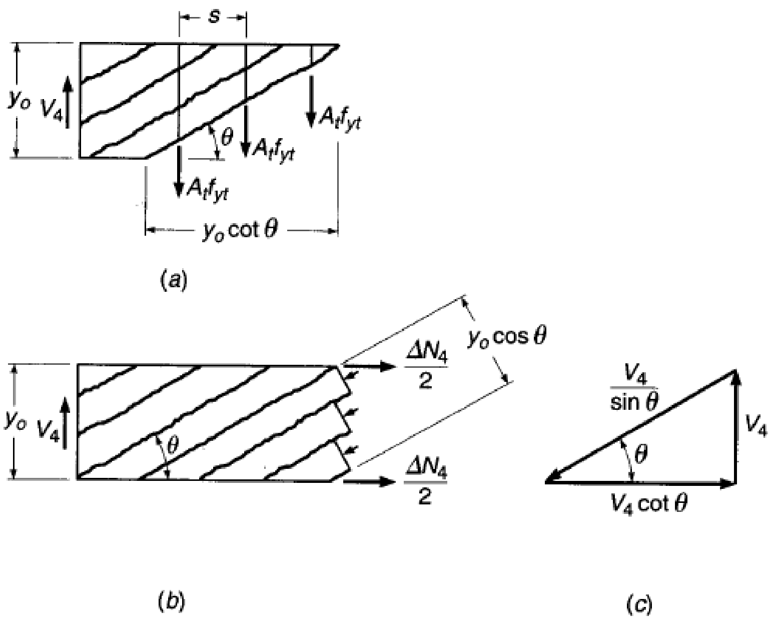
په پورتنۍ رابطه کې:

A_t- د يوه تړلي ګڼدمک د يوې ساقې د مقطع مساحت دی.

f_{yt}- په تسليمېدنه کې د تړلي ګڼدمک مقاومت دی.

A_{oh}- د ګڼدمک په واسطه محدود شوې مساحت دی.

تجربو ښودلې ده ، کـــه د (A_{oh}) پر ځای له $(A_o = 0.85A_{oh})$ څخه ګــټه واخــېستل شي نو ښه به وي(380:2).



14.1- شکل: د اوسپنيزکانکرېټي عنصر د څرخېدنې دمقاومت مفاهيم (a) په ګڼدمک کې عمودي کشش (b) د ګاډر په دوو عمودي يا ولاړو جدارونو کې قطري فشار (c) د ګاډر په عمودي يا ولاړ جدار کې د عرضاني قوو له امله د قوو د تعادل منحني (15 :248).

د مقطع د تعادل لپاره د(14b.1- شکل) په څېر د کانکرېټو فشاري رېښې د دوو قطري درزونو په حد او فاصله کې فشاري قوو ته اړتيا ده. د کانکرېټو د فشاري رېښې افقي مرکبه بايد د (ΔN_4) کششي قوې سره مساوي شي ، نو له(14c.1- شکل) څخه لرو:

$$\Delta N_4 = V_4 \cot\theta = \frac{A_t f_{yt} y_o}{s}\cot^2\theta \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (13.1)$$

د ټولې مقطع لپاره کششي قوه د څلورو واړو اړخونو د کششي قوو له مجموعي څخه په لاندې ډول لاس ته راځي:

$$\Delta N_n = \sum_{i=1}^{4} \Delta N_i = \frac{A_t f_{yt}}{s}\, 2\,(xo + yo)\cot^2\theta \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (14.1)$$

که $P_h = 2\,(x_o + y_o)$ قبول شي نو لرو چې:

$$\Delta N = \frac{A_t f_{yt} P_h}{s}\cot^2\theta \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (15.1)$$

په پورتنۍ رابطه کې (P_h) د تړلي ګڼږدمک محيط دی.

د پورتنۍ کششي قوي په وړاندې د مقاومت لپاره بايد په څرخېدونکي عنصر کې طولاني سيخان ځای په ځای شي ، په پايله کې په لاس راځي چې:

$$A_\ell f_y = \frac{A_t f_{yt} P_h}{s}\cot^2\theta \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (16.1)$$

نو د طولاني سيخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_\ell = \frac{A_t}{s} P_h \frac{f_{yt}}{f_y}\cot^2\theta \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (17.1)$$

په پورتنۍ رابطه کې:

A_ℓ - د طولاني سيخانو مجموعي مساحت دی.

f_y- د طولاني سيخانو په تسليمېدنه کې مقاومت دی.

f_{yt}- د ګڼږدمک د سيخانو په تسليمېدنه کې مقاومت دی.

P_h - د تړلي ګڼږدمک محيط دی ، چې له $P_h = 2\,(xo + yo)$ سره مساوي کېږي.

θ- د (45°) درجې په اندازه زغم سره د (30°) او (60°) درجو زاويو تر منځ د درز زاويه ده.

تجربو ښودلې ده چې د قوطۍ د مقطع د جدار ضخامت نژدې له $(t = A_{oh} / P_h)$ سره مساوي کېږي(382:2).

6.1- په کانکرېټي اجزاوو کې د عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ متقابله اغېزه

(Interaction Shear Force and Torsion Moment in Concrete)

ډېری وختونه عناصر یوازې د څرخېدنې پر ځای د عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ لاندې واقع کېږي. په بې سیخه کانکرېټو عناصرو کې چې نه وي درز شوی ، عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ دواړه عرضاني تشنجات رامنځته کوي. نو له دې امله بې له سیخه کانکرېټي عناصر مقاومت کېدی شي چې لږ شي.

د (V) قوو د اغېزې له امله عرضاني تشنجات (τ_v) له $(\tau_v = V / b_w d)$ سره مساوي کېږي او د څرخېدنې له امله عرضاني تشنجات (τ_t) له $[\tau_t = T/(2A_o t)]$ سره مساوي کېږي. د (12.1-شکل) سره سم د منځ خالي مقطعو لپاره دا دواړه تشنجات سره جمع کېږي ، نو په درز شوې کانکرېټي مقطع کې چې $(A_o = 0.85A_{oh})$ سره وي اعظمي عرضاني تشنجات مساوي کېږي په:

$$\tau = \tau_v + \tau_t = \frac{V}{b_w d} + \frac{TP_h}{1.7A_{oh}^2} \quad \ldots\ldots (18.1)$$

په کانکرېټي مقطع کې عرضاني تشنجات (τ_v) د(13.1- شکل) په څېر په ټوله مقطع کې وېشل کېږي ، نو د پورتنۍ رابطې پر ځای لاندېنۍ رابطه کارېږي:

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{V}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{TP_h}{1.7A_{oh}^2}\right)^2} \quad \ldots\ldots (19.1)$$

په اوسني شرایطو کې د دې دوو قوو د متقابلې اغېزې د ښودنې لپاره کومه بشپړه تحلیلي تیوري نه شته ، نو له دې امله ټولې اړیکې د تجربو پر بنسټ پورې تړلې دي. هغه رابطه چې د عرضاني قوی، کوږوالي مومنټ او څرخېدنې مومنټ د متقابله اغېزې لپاره په اوسني وخت کې کارېږي په لاندې ډول ده (240:4):

$$\left(\frac{V_c}{V_{co}}\right)^2 + \left(\frac{T_c}{T_{co}}\right)^2 = 1 \quad \ldots\ldots (20.1)$$

په پورتنۍ رابطه کې:

V_{co} - د بې سیخه کانکریټي عنصر عرضاني قوی په وړاندې مقاومت دی ، هغه مهال چې یوازې د عرضاني قوو لاندې واقع شوې وي.

T_{co} - د بې سیخه کانکریټي عنصر د څرخېدنې په وړاندې مقاومت دی ، هغه مهال چې یوازې د څرخېدونکي مومنټ لاندې واقع شوې وي.

V_{c} - د عرضاني قوو په وړاندې مقاومت دی کله چې دعرضاني قوې او څرخېدنې مومنټ لاندې واقع شوې وي.

T_{c} - د څرخېدنې په وړاندې مقاومت دی کله چې عرضاني قوې او څرخېدنې مومنټ لاندې واقع شوې وي.

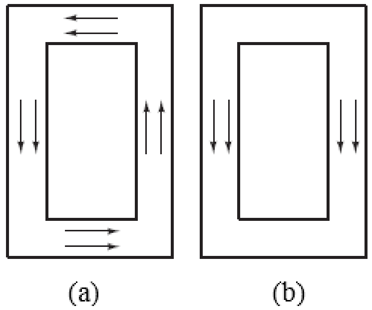
په (17.1- شکل) کې د (20.1- رابطه) په ترسیمي ډول ښودل شوې ده ، له دې منحني څخه څرګندېږي چې د عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ تر منځ پریوبل ډېره شدیده متقابله اغېزه نه شته. د بېلګې په توګه که یو عنصر د څرخېدنې مومنټ نیمایې اندازه ($T_{co}/2$) وزغمي ، نو د (17.1- شکل) له منحني څخه څرګندېږي چې ورسره په یوه مهال د عرضاني قوې اندازه ($0.85V_{co}$) په برید کې واقع کېږي ، چې یوازې (15%) سلنه د هغه حالته لږه ده چې اصلاً د څرخېدنې مومنټ شتون ونه لري.

د څرخېدنې تشنجات د عرضاني تشجاتو سره یوځای د یو جز په یو لوري د هغې له بل لوري څخه کموي. دا حالت د (15.1- شکل) د منځ خالي ګاډر مقطعوکې ښودل شوی دی(382:2).

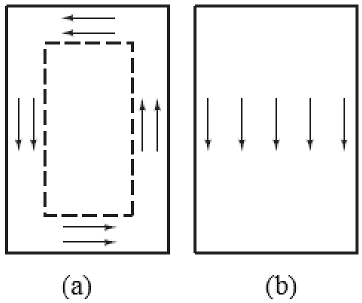
د ګاډرونو په منځ ډکو مقطعو کې د څرخېدنې تشنجات مرکزته نژدې په پوره کچه لږ وي،نو له دې امله منځ خالي ګاډرونوکې (د ACI کود د غوښتنو د یقیني کېدنې لپاره د دیوال ضخامت فرضیږي) د منځ ډکو ګاډرونو چې یو شان بیروني اندازې ولري په څېر د څرخېدنې مقاومتونو ته نژدې فرضیږي.

د منځ ډکو یا جامدو ګاډرونو په مقطعو کې عرضاني تشنجات د څرخېدنې د تشنجاتو (T_{u}) له امله لکه د (16a.1- شکل) په څېر د عنصر یا جز په بیروني لوري (تیوب Tube) تمرکز کوي، کله چې عرضاني تشنجات د(V_{u}) له امله لکه د (136.1- شکل) په څېرد جامدې

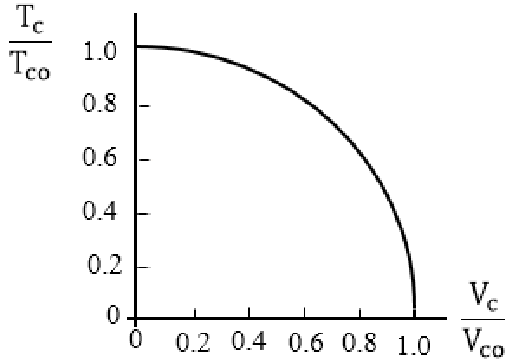
مقطع په عرض خپرېږي. په پایله کې دوه ډوله عرضاني تشنجات (عرضاني او څرخېدنې) په مرکبه توګه د مربع جذر په ډول ښودل کېږي.



15.1- شکل: په منځ خالي مقطع لرونکو ګاډرونو کې تشنجات. (a) عرضاني تشنجات. (b) د څرخېدنې تشنجات (11 :476) ، (395:5).



16.1- شکل: په منځ ډکو مقطع لرونکو ګاډرونو کې تشنجات. (a) عرضاني تشنجات. (b) د څرخېدنې تشنجات (11 :476) ، (395:5).



17.1- شکل: د (20.1- رابطې) د منحني ترسیم (2 :383).

7.1- په اوسپنیزو کانکریټي اجزاوو کې د عرضاني قوې او څرخېدنې مومنټ متقابله اغېزه

(Interaction Shear Force and Torsion Moment in Reinforced Concrete)

مخکې ترې یادونه وشوه چې هغه عنصر چې د ګڼدمکونو په واسطه تړل شوی وي او یوازې د څرخېدنې لاندې واقع شوی وي ، د څرخېدنې په وړاندې مقاومت له دوو برخو څخه چې یوېې د کانکریټو له مقاومت اوبل یې د ګڼدمکونو له مقاومت څخه تشکیل مومي. پرهغو اوسپنیزو کانکریټي (ګڼدمک لرونکو) عناصر وسرته رسیدلو ازمایښتونو اوتجربوله مخې په یوه مهال د عرضاني قوی او څرخېدنې مومنټ لاندې واقع شوی وي ، لاندېنۍ پایلې لاس ته راغلې:

الف - د څرخېدنې په وړاندې هغه اندازه مقاومت چې د کانکریټو په واسطه رامنځته کېږي، کولی شو د متقابلې اغېزې د رابطې (20.1- رابطې) په واسطه (د بې سیخه کانکریټي اجزاوو لپاره رابطې) پیدا کړو.

ب - د کانکریټو له مقاومته دډېر څرخېدنې مومنټ په وړاندې مقاومت لپاره هماغومره سیخانو (تړلي ګڼدمکونو او طولاني سیخانو) ته اړتیا ده چې په عنصر کې یې تابیه وشي ، چې د خالصې څرخېدنې حالت کې اړین وي.د څرخېدنې لپاره اړین سیخان باید د کوږوالي او عرضاني قوو له امله اړینو سیخانو باندې ورډېر شي.

په (ACI Code) کود کې د خالصې څرخېدنې ، د عرضاني قوې او څرخېدنې په یوه مهال اغېزې حالت کې د څرخېدنې په وړاندې د مقاومت په تأمینولو کې د کانکریټو له مقاومته ګټه نه اخېستل کېږي ، نود کانکریټوټول نومینالي مقاومت د عرضاني قوو په وړاندې په پام کې نیول کېږي. د دې په پایله کې د عرضاني قوو په وړاندې کانکریټوپه مقاومت کې هیڅ ډول کمښت نه رامنځته کېږي او په هماغه شکل کوم چې د عرضاني قوو په وړاندې په تحلیل کې په پام کې نیول شوی وي اغېزه لري. په دې اړه د (ACI Code) کودپه ډېر صراحت سره څرګندونه کوي چې د هغه عنصر محاسبه او طرحه چې پر یوه مهال د عرضاني قوي او څرخېدنې مومنټ لاندې واقع شوی وي دا ډول ترسره کېږي ، چې د

عنصر مقطع به يو ځلې د عرضاني قوو په وړاندې او بل ځلې د څرخېدنې په وړاندې هريو د خپلو اړونده ضوابطو له مخې محاسبه او طرحه کېږي او له هريوه لاس ته راغلي سيخان يو له بل سره په جمعي توګه په پام وړ عنصر کې ځاى په ځاى کېږي. دا سيخان د اړتيا پر مهال په نورو اړينو سيخانو باندې ورډېرېږي.

8.1- د څرخېدنې په وړاندې محاسبې لپاره د (ACI 318) کود غوښتنې

(ACI 318 Code Requirements for Design against Torsion)

د (ACI Code) کود د (LRFD) محاسبوي طرېقې له مخې د څرخېدنې په وړاندې د ډاډمنتيا لپاره لاندېنۍ رابطه کاروي (136:6):

$$T_u \le \phi\, T_n \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (21.1)$$

په پورتنۍ رابطه کې:

T_u- نهايي (Ultimate) څرخېدنه چې د عنصرد پاسه دنهايي بارونه له اغېزې په لاس راځي.

T_n- د عنصر نومينالي مقاومه څرخېدنه ده.

ϕ- د څرخېدنې په وړاندې د ډاډمنتيا ضريب دی ، چې ($\phi = 0.75$) قبلېږي.

(T_n) د (12.1- رابطې) له مخې پيدا کېږي:

$$T_n = \frac{2A_t f_{yt} A_{oh}}{s} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12.1)$$

په پورتنۍ رابطه کې د (A_{oh}) پر ځاى د(A_o) په ليکلو سره د (T_n) قيمت د لاندېنۍ رابطې په واسطه پيدا کېږي (6 :372):

$$T_n = \frac{2A_t f_{yt} A_o}{s} = \frac{1.7A_t f_{yt} A_{oh}}{s} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12'.1)$$

په پورتنې رابطه کې:

A_o- مساحت له ($A_o = 0.85A_{oh}$) قبلېږي..

f_{yt}- په تسليمېدنه کې د تړلي ګڼدمک مقاومت دی.

A_{oh}- د ګڼدمک په واسطه محدود شوی مساحت دی چې ($A_{oh} = x_1 y_1$) قبلېږي.

θ- د څرخېدنې له امله د درز او افقي محور تر منځ زاويه ده چې (45°) قبلېږي.

s- د تړلو ګڼدمکونو فاصله ده.

د څرخېدنې په وړاندې د غیر مستطیلي (T او قوطی ډوله) مقطعو د مقاومت لپاره په لاندېنی (18.1- شکل) کې د ښودل شویو مقطعو او د لاندېنیو غوښتنو له مخې پیدا کېږي:

1- د څرخېدنې د سیخانو د محاسبې او په مقطع کې د هغې د ځای په ځای کېدنې لپاره ، د (A_{oh}) مساحت د (18e.1- شکل) په څېر قبلېږي. د طاقچه لرونکو مقطعو لپاره په مقطع کې لوی او بنسټیز مستطیل مشخصېږي اود څرخېدنې په اړوند محاسبې د همدې مستطیل له مخې سرته رسېږي ، د څرخېدنې سیخان هم په همدې کې ځای په ځای کېږي. کله چې تړلی عرضاني سیخ یا ګڼدمک د طاقچې په برخه کې وي ، نو هغه ساحه د (A_{oh}) په مساحت کې هم شاملېږي.

2- د درز کوونکي څرخېدنې مومنټ (T_{cr}) د (A_{cp}) او (P_{cp}) په محاسبه کې کولی شو له ټولې مقطع څخه ګټه واخلو.

د تړلو منځ خالي مقطعو د څرخېدنې مقاومت د منځ ډکو مقطعو د څرخېدنې مقاومت تر بریده وي ، په هغه شرط چې د مقطع د جدار ضخامت له مشخصې اندازې څخه لږ نه وي. د دې جدار مشخصه اندازه د (ACI Code) له مخې د (18d.1-شکل) په څېر د مقطع په دننه کې د عرضاني څرخېدنې سیخانو د اضلاعو د محورونو فاصله باید له ($0.5A_{oh}/P_h$) څخه لږه نه شي.

د پورتنیو محاسبوي رابطو او فورمولونو سره سره د (ACI) توصیه کوي چې لاندېنۍ غوښتنې د څرخېدنې په وړاندې محاسبه کې باید په پام کې ونیول شي:

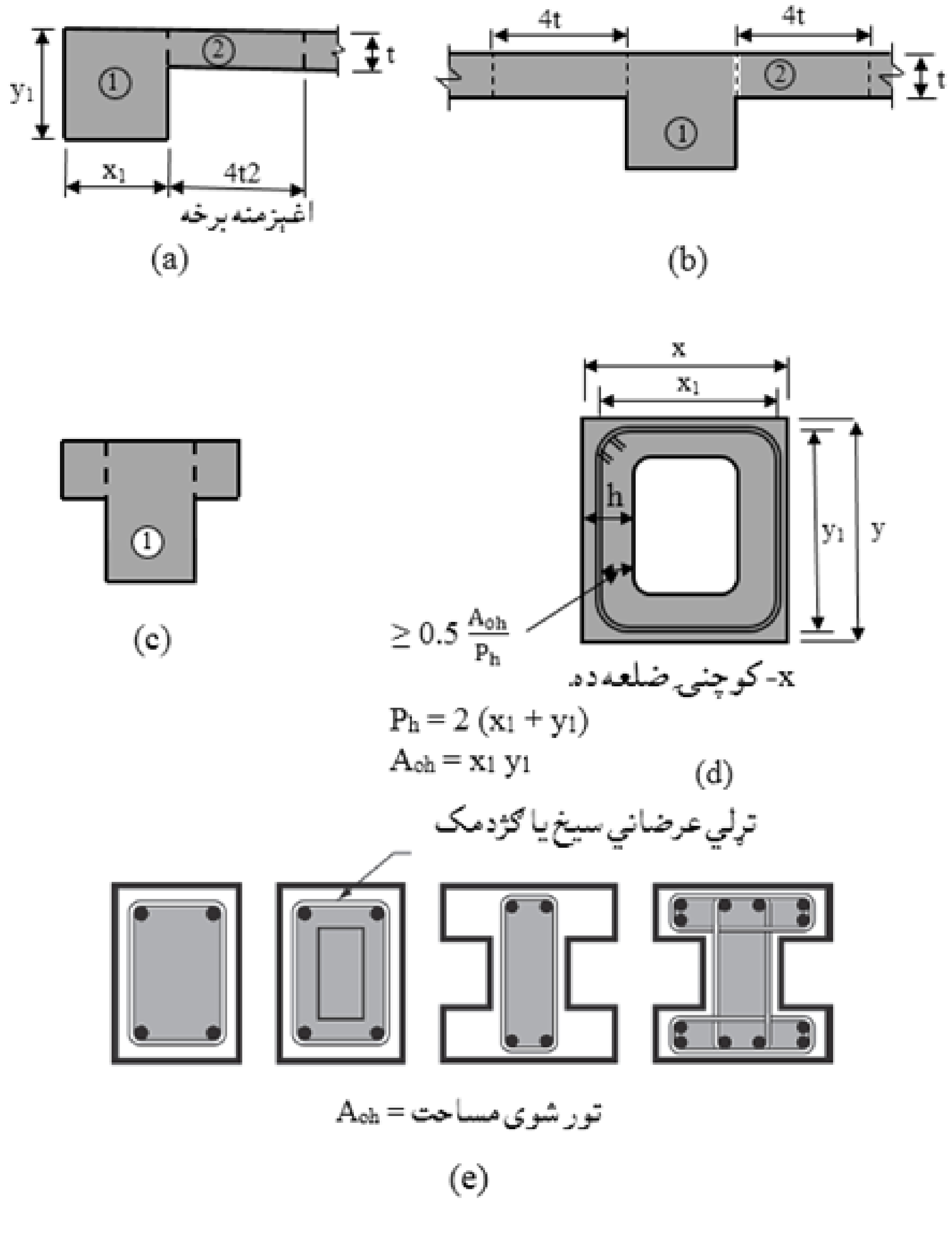
1- که مقطع له اتکاء څخه د فعالې ارتفاع (d) لـــه اندازې څخـــه لـــږه وه ، نـــو د څرخېدنې قوي موقیعیت له اتکاء څخه د (d) په محاسبه کې نیول کېږي. سره له دې که څرخـــېدونکې متمرکزه قوه هم په دې فاصله کې وي ، نو بحراني محاسبوي مقطع به د اتکاء سره نیول کېږي.

2- دعادي او سپنيزو کانکرېټو لپاره د ځرخېدنې په وړاندې ځای په ځای کېدونکو سيخانو د تسليمېدنې مقاومت (f_y) بايدله (420 MPa) څخه لوړ ونه نيول شي . له دې اعظمي قيمت څخه موخه د قطري درزونو د عرض محدودول دي.

3- طولانې کشش د اجزاوو د فشاري ساحې په کوږوالي (انحناء) کې د ځرخېدنې مومنټونو دقسمي انډول له امله رامنځته کېږي . په دې ساحه کې د ځرخېدنې سيخانو پيدا شوې مساحت د($M_u/0.9df_y$) اندازي ته راکمېږي. دا هغه مهال په پام کې نيول کېږي ، چې په مقطع نهايي اعظمي کوږوالي مومنټ (M_u) د نهايي اعظمي ځرخېدنې مومنټ (T_u) سره په مرکب ډول عمل کړی وي . سره د دې هم سيخبندي بايد د (ACI Code) د اصغري توصيه شوی سيخبندۍ څخه کږه نه شي.

4 - طولاني سيخان بايد د تړلو عرضاني سيخانو (ګڑدمکونو) په محيط کې داسې ووېشل شي ، چې ترمنځ يې فاصله له (300mm) ملي مترو څخه ډېره نه شي. لږتر لږه يو سيخ بايد د عرضاني سيخانو يا ګڑدمکونوپه کنج کې داسې ځای په ځای شي ، چې د ګڑدمک د ولاړسيخ سره وتړل شي. د دې سيخانو کچه د (10mm) ملي مترو او يا له دې څخه لويه په پام کې نيول کېږي ، خو د عرضاني سيخانو يا ګڑدمکونو تر منځ فاصلې بايدله (0.042) ځلې څخه کوچنۍ نه شي.

5 - د ځرخېدنې سيخان له هغې نقطې څخه اخواچيرته چې په تيوريتيکي توګه له هغې اوږداړين نه ګڼل کېږي له (b_t + d) فاصلې څخه بايد لږ نه شي. (b_t) د عنصر دمقطع هغه عرض دی ، چې د ځرخېدنې سيخانو احتوا کړی وي(349,350:17) .



18.1- شکل : د پېلابېلو مقطعو د(Aoh) مساحتونه . (a) L- ډوله مقطعه، (b) T – ډوله مقطع ، (c) مستطیلي مقطع ،(d) منځ خالي مقطع او (e) دبېلابېلو مقطعو د ګڼدمکونو ترمنځ منحصره ساحې (6 :376).

9.1- د څرخېدنې محاسبه او د څرخېدنې د اړینو فولادي سیخانو ټاکل
(Torsion Design and Determined of Torsion Steel Bars)

د څرخېدنې په وړاندې د او سپنیزو کانکرېټي اجزاوو محاسبه د نري جدار لرونکو قیچې په څېر تر منځ فاصلو (thin-walled tube space truss analogy) پر بنسټ چې د عنصر له دننني کانکرېټي هستې څخه پکې انصراف شوی وي سرته رسېږي . د څرخېدنې دا پیدا کېدنه په عنصر کې د درز لامل کېږي ، خو د هغې په وړاندې نژدې عرضاني سیخ یا ګڼډمک او ځای په ځای شوې طولاني سیخانو سطحه مقاومت کوي. کله چې درز رامنځته شي ، نو د کانکرېټو مقاومت په پام کې نه نیول کېږي، خو د عرضاني قوو په وړاندې بیا د کانکرېټو مقاومه عرضاني قوه په پام کې نیول کېږي . کله چې په عنصر کې د څرخېدنې تشنجات د درزکېدنې څرخېدنې له (1/4) اندازې څخه لږ وي ، نو د هغې د عرضاني قوو او کږېدنې په وړاندې مقاومت کې د پام وړ کمښت نه رامنځته کېږي (345:18).

د (ACI) کود د لارښوونې له مخې که (T_u) په لاندېنې حالت کې واقع شي نو د څرخېدنې اغېزه په پام کې نه نیول کېږي:

کله چې د څرخېدنې عامل نهایي یا اعظمي څرخېدنې مومنټ (T_u) د درز کوونکې څرخېدنې مومنټ (T_{cr}) د (1/4) برخې له اندازې څخه کوچنی وي ، نو د څرخېدنې له اغېزې څخه انصراف کېږي:

$$T_u \leq 0.083\phi\lambda\sqrt{f'_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (22.1)$$

په پورتنۍ رابطه کې:

A_{cp}- د ګڼډمک یا عرضاني سیخ په واسطه د تړل شوې سطحې مساحت دی.

P_{cp}- د ګڼډمک یا عرضاني سیخ په واسطه د تړل شوې سطحې محیط دی.

λ- ضریب دی چې د کانکــرېټو د نــوعیت پورې تــړلی دی، چې د معمولي کانکــرېټو لپاره (λ =1)، د شګې لرونکي سپکو کانکرېټو او ټولــو سپکــو کانکــرېټو لــپاره(λ = 0.75) قبلېږي.

ϕ- کمېدونکی ضریب دی چې (0.75) قبلېږي.

f'_c- د کانکرېټو فشاري مقاومت دی.

د کانکرېټو مقاومه عرضاني قوه مساوي کېږي په:

$$V_c = 0.17\,\lambda\sqrt{f'_c}\,b_w\,d$$

دهغو اجزاوو لپاره چې د محوري قوو (N_u) یانې (په فشاري حالت کې) لاندې واقع شوي وي ، پورتنی رابطه لاندېنی شکل غوره کوي:

$$T_n = 0.083\phi\lambda\sqrt{f'_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right)\sqrt{1+\frac{N_u}{A_g\lambda\sqrt{f'_c}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (23.1)$$

په پورتنی رابطه کې (A_g) د ټولې کانکرېټي مقطع مساحت دی.

د قوطی (سوریو) ډوله مقطعو لپاره د ټولې کانکرېټي مقطع مساحت(A_g) د(A_{cp}) پر ځای نیول کېږي. یانې له ټول شوي مساحت څخه باید د سوریو مساحت کم شي.

د متوازن (Compatibility) څرخېدنې مومنټ لپاره لاندېنی رابطه په پام کې نیول کېږي:

$$T_n = 0.083\phi\lambda\sqrt{f'_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right)\sqrt{1+\frac{N_u}{A_g\lambda\sqrt{f'_c}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (23.1)$$

په پورتنی رابطه کې د قوطی (سوریو) ډوله مقطعو لپاره د ټولې کانکرېټي مقطع مساحت (A_g) د(A_{cp}) پر ځــای نه نیول کــېږي . د څــرخېدنې درزونو د عرض د کنترول لپاره د (ACI Code) داسې توصیه کوی دهغه مقطع ابعاد چې د عرضاني قوی او څرخېدنې د یو ځای اغېزې لاندې داسې غوره شي چې په هغې کې کــومه ستونزه رامنځته نه شي.

د څرخېدنې په وړاندې محاسبې لپاره د څرخېدنې اعظمي مومنټ مقاومت د لاندېنيو فورمولونو په واسطه محاسبه کېږي:

الف - د قوطيو (سوريويا منځ خالي) مقطعو لپاره د څرخېدنې اعظمي مومنټ مقاومت مساوي کېږي په:

$$\frac{V_u}{b_w d} + \frac{T_u P_h}{1.7A_{oh}^2} \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{f_c'}\right) \ldots\ldots (24.1)$$

ب - د ډکو مقطعو لپاره د څرخېدنې اعظمي مومنټ مساوي کېږي په:

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7A_{oh}^2}\right)^2} \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{f_c'}\right) = \frac{5}{6}\phi\sqrt{f_c'} \ldots (25.1)$$

د څرخېدنې په وړاندې مقاومه سيخانو اړين مساحت د عرضاني سيخانو يا ګڅرمکونو د يوه ولاړ سيخ لپاره د لاندېنې فورمول په واسطه پيدا کېږي:

$$T_n = \frac{2A_t f_{yt} A_o}{s}\cot\theta \Rightarrow \frac{A_t}{s} = \frac{T_n}{2f_{yt}A_o \cot\theta} \ldots\ldots (26.1)$$

د څرخېدنې په وړاندې مقاوم سيخان د څرخېدنې مقاوم مومنټ (T_n) له مخې چې د (T_u/ϕ) سره مساوي کېږي په لاس راځي.

د عرضاني قوی او څرخېدنې په وړاندې مقاومو عرضاني سيخانو يا ګڅرمکونو اړين مساحت د (ACI) کود د غوښتنې له مخې د واړو ولاړو سيخانو لپاره له يوبل سره د لاندېنۍ رابطې په څېر جمع کېږي(176:7):

$$\text{Total}\left(\frac{A_{v+t}}{s}\right) = \left(\frac{A_v}{s}\right) + \left(\frac{2A_t}{s}\right)$$

د عرضاني قوی او څرخېدنې په وړاندې د مقاومو عرضاني ياد ګڅرمکونو سيخانو اعظمي اړين مساحت د لاندېنې فورمول په واسطه پيدا کېږي:

$$(A_v + A_t) = 0.062\sqrt{f_c'}\,\frac{b_w s}{f_{yt}} \geq \frac{0.35 b_w s}{f_{yt}} \ldots\ldots (27.1)$$

د ځرخېدنې په وړاندې مقاوم متقابلو عرضاني سيخانو د محيط اعظمي فاصله ($\frac{1}{8}$ P_h) يا (300mm) او همدا راز د عرضاني قوو لپاره له ($\frac{d}{2}$) څخه تر ($\frac{d}{4}$) پورې قبلېږي(88:8) .
دعرضاني سيخانو قطر بايد د هغې له فاصلې (0.042) ځلې څخه لږ نه شي . همدا راز د (ACI) کود د غوښتنې له مخې له (10mm) ملي متر قطر څخه لږ نه نيول کېږي .د عرضاني سيخانو اعظمي تسليمېدنې مقاومت له (420 MPa) څخه ډېر نه نيول کېږي .
د ځرخېدنې له امله دعلاوه کوونکو سيخانو اړين مساحت د لاندېنې فورمول په واسطه پيدا کېږي:

$$A_\ell = \frac{A_t}{s} P_h \left(\frac{f_{yt}}{f_y}\right) \cot^2\theta \text{ .... } (17.1)$$

ليدل شوي دي کله چې د هغه او سپنيزکانکريټي عنصر د حجم له (1%) سلنې څخه لږ د ځرخېدنې په وړاندې سيخبندي شوي وي ، نو د بار د خالصې ځرخېدنې د اغېزې له امله ډېر ژر تخريب او د ځرخېدنې درز لاندې واقع شوی دی ، نو له دې امله دا سلنه د هغه عنصر لپاره چې پر يوه مهال د عرضاني قوو او ځرخېدنې مومنټ لاندې واقع شوي وي ډېره لږه ده .
هغه رابطه چې د ځرخېدنې په وړاندې د اصغري طولاني سيخانو مساحت تياروي ، د حجم د (5%) سلنې په اندازه د طولاني سيخانو پر بنسټ ولاړه ده . همدا راز د($\frac{A_t}{s}$) قيمت بايد له ($\frac{b_w}{6f_{yv}}$) څخه لږ قبول نه شي (175-178:7).
د ځرخېدنې په وړاندې مقاوم طولاني سيخانو اصغري اړين مساحت د لاندېنې فورمول په واسطه پيدا کېږي:

$$A_{\ell,min} = \frac{0.42\sqrt{f'_c}\,A_{cp}}{f_y} - \frac{A_t}{s} P_h \left(\frac{f_{yt}}{f_y}\right) \text{ .... } (28.1)$$

په پورتنۍ رابطه کې د (ACI) کود د غوښتنې له مخې د ځرخېدنې په وړاندې طولاني سيخان بايد ترپايه د عنصر دواړو خواوو ته وغځېږي . په عمومي توګه د ځرخېدنې اعظمي مومنټ د ګاډر په انجامونو کې عمل کوي او په پايله کې د ځرخېدنې په وړاندې طولاني مقاوم سيخان د هغې دتسليمېدنې مقاومت د حاصلولو لپره د اتکاء اړخ کې

کږېږي. د دې لپاره باید د څرخېدنې په وړاندې طولاني مقاومو سیخانو سره یې چنګک او یاهم (U) ډوله پیوند کړو (470,471:10).

10.1- د عرضاني او څرخېدنې قوو ترکیب (Combined Shear and Torsion)

ډېرې ځلې یو کانکرېټي ګاډر چې د څرخېدنې د اغېزې لاندې واقع شوی وي ، پر هماغه مهال په ګاډر باندې عرضاني قوې هم اغېزه کوي او په عمل کې اصولاً ډېر لږ داسې پېښېږي ، چې پر یوه عنصر دې خالصه څرخېدنه عمل وکړي . د (ACI) کودله (1995) زکال څخه مخکې د عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ په زغم کې د کانکرېټو برخه ، له هغې ډېرې شوې عرضاني قوې او څرخېدنې مومنټ د اندازې په پرتله ډېره په پام کې نیول کېده ، کوم چې د عرضاني قوو او څرخېدنې د عرضاني سیخانو یا ګډمکونود محاسبې لپاره د کانکرېټو په واسطه تحمل کېدله. خوله (1995) زکال وروسته کله چې د (ACI) کود کې د منځ خالي نازکو جدارونوفضایي قیچي مقطع په څېر طریقه تر ګټې اخېستنې لاندې ونیول شوه (چې مخکې ترې هم یادونه وشوه) ، نو ټوله څرخېدنه د ولاړو او طولاني فولادي سیخانو په واسطه زغمل کېږي . سره له دې په دې طریقه کې چې کانکرېټ د تاوراتاوو درزونو په شتون کې د فضاي قیچي په فشاري رابطو کې له فشاري ظرفیت څخه په ګټه اخېستنه کې خپل رول لوبوي . خو د کانکرېټو دعرضاني ظرفیت د څرخېدنې له امله د عرضاني تشنجاتو په وړاندې د زغم لپاره په پام کې نه نیول کېږي. نو له دې امله یوازې د کانکرېټو د (V_c) عرضاني مقاومه قوه په پام کې نیول کېږې او د څرخېدنې په وړاندې مقاومه قوه ($T_c = 0$) قبلېږي.

د پورتنۍ فرضیې له امله څرګندېږي چې د عرضاني قوو په وړاندې محاسبه د څرخېدنې په وړاندې محاسبې سره هیڅ ګډون نه لري ، چې د همدې امله د عرضاني قوو په وړاندې محاسبه د اوسپنیزو کانکرېټي عناصرو لومړۍ برخې په اتم فصل کې په ځانګړې توګه په پام کې نیول شوی ده . همدا راز د کانکرېټو د عرضاني ظرفیت په محاسبو کې (V_c) د لاندېنۍ رابطې په واسطه په لاس راوړو :

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} = \frac{(V_u/\phi)-V_c}{f_y d}\ ,\ \left(\frac{A_t}{s}\right)_{req} = \frac{T_u}{1.7\phi A_{oh} f_{yv}}$$

$$\left(\frac{A_T}{s}\right)_{req} = \left(\frac{A_{v+t}}{s}\right)_{req} = \left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} + \left(\frac{A_t}{s}\right)_{req}$$

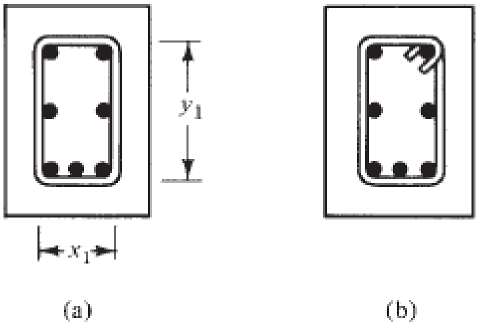
په پورتنۍ رابطه کې (A_T) د عرضاني سیخانو یا د ګژدمک د دوو ولاړو سیخانو مساحت دی ، چې پر یوه مهال د عرضاني او څرخېدنې قوو په وړاندې دمقاومت لپاره اړین دی ، همدا راز د عرضاني سیخان یا د ګژدمک د دوو ولاړو سیخانو مساحت په (A_{v+t}) هم ښودل شوی دی. پورتنۍ رابطه په ټولو کودو په ځانګړې توګه د (ACI) کود کې د عرضاني قوو او څرخېدنې قوو ترکیب او پر یوه مهال اغېزې لپاره د منلو وړ رابطه ده او په مقطع کې پریوه مهال د عرضاني قوو او څرخېدنې قوو د اغېزې په وړاندې محاسبو کې ترې ګټه اخېستل کېږي(391,392:5) .

که اوسپنیز کانکریټي عناصر د څرخېدنې قوو لاندې واقع شي او په ځانګړې توګه د څرخېدنې په وړاندې پکې مقاوم سیخان نه وي خای په ځای شوي ، نوښایي چې په ناڅاپي توګه د ویجاړېدنې او تخریب سره مخ شي . خود څرخېدنې په وړاندې د مقاومو سیخانو لاوه کول د څرخېدنې په ماهیت کې کوم بدلون نه راولي ، د څرخېدنې د قطري درزونو لامل کېږي ، خو په بېلابېلو برخود عناصروله وېشنې څخه مخنیوی کوي . په پایله کې به داد بنسټیزې څرخېدنې دمومنټ په وړاندې له ویجاړېدنې او تخریب پرته د مقاومت وړتیا ولري. تجربو ښودلې ده چې طولاني سیخان اوتړلي ګژدمکونه (فنرې سیخان) دواړه ، د کتنې وړ څرخېدنې قوولاندې عناصرو کې پر ټوله سطحه د رامنځته کېدونکو څرخېدنې قطري درزونو د مخنیوي لپاره اړین دي (345,346:17).

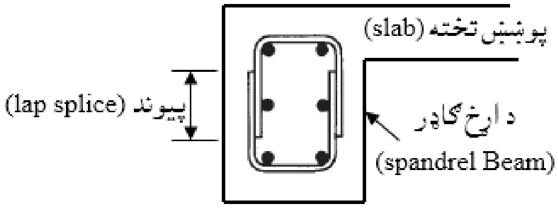
عادي (U) ډوله ګژدمکونه بسنه نه کوي بلکې انجامونه يې د پرله پسې حلقې په څېربايديوله بله سره د ولډنګ په واسطه د (16a.1- شکل) په ډول تړل شوي وي او یا یې انجامونه د طولاني سیخانوګردچاپیره د (16b.1- شکل) په څېر راکاږه شوې وي . که ګژدمکونه په همدې ډول یو شانته وکارېږي ، نو ګاډر به یوبشپړه جوړښت ولري او ټولې برخې به یې دیو واحد په څېر سره ځای په ځای شوی وي ، یا هم طولاني سیخان د تړلو

عرضاني سيخانو يا ګڙدمکونو په واسطه او د پايود سيخانو په حدودو کې يو له بل سره تړلي کېږي.

په نژدې تېرو وختونو کې په ګـــڙدمکونو کې دوه پيوند شوی (U) ډوله سيخان د (19.1- شکل) په ډول کارېدل. سره له دې چې د دې ډول ګڙدمکونو په شتون کې د طولاني سيخانو ځای په ځای کېدنه ډېره ساده کېږي خو بيا هم دا يوه ډېره مناسبه کړنه نه ده.



19.1- شکل: تړلي ګڙدمکونه (a)- د حلقې په څېر ولډنګ شوي ، (b)- يو په بل کاږه شوي (11 :472).



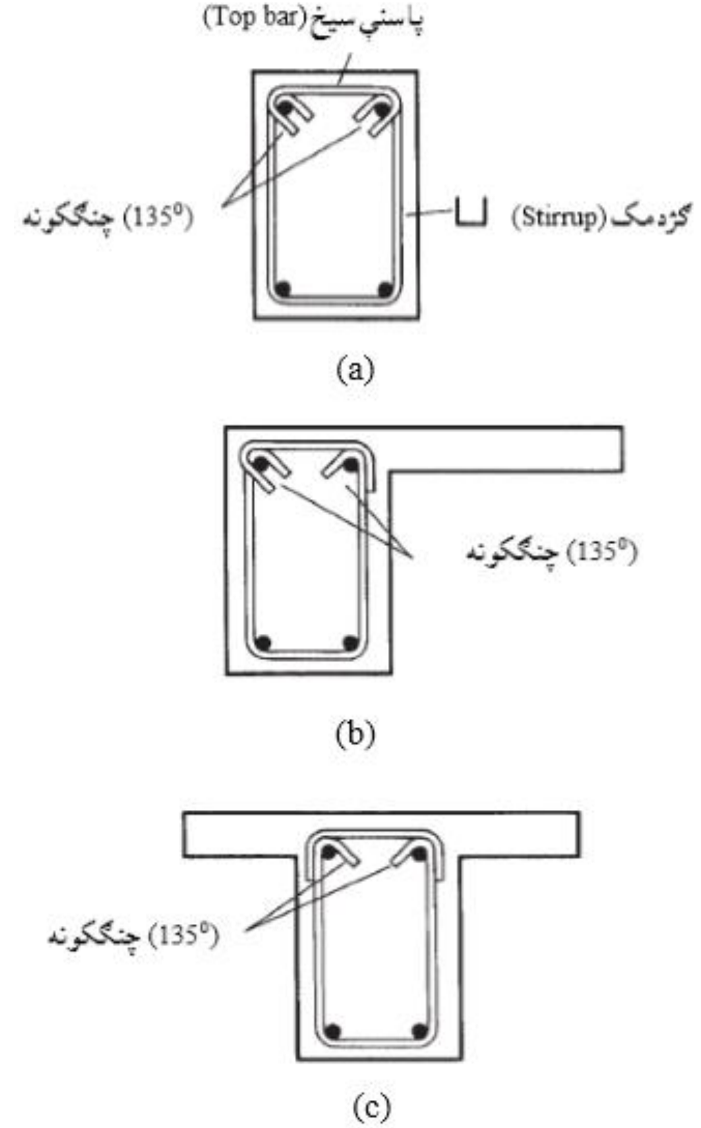
20.1- شکل: د څرخېدنې لپاره (U) ډوله پيوند شوې ګڙدمک (11 :472).

د څرخېدنې په وړاندې د (U) ډوله سيخ په سرکې سيخ په ډېر دقت سره دواړو انجامونو کې د (20.1- شکل) په څېر قات يا چنګک شوې وي ښه سيخبندي ده. دا د هغه ازمايښت له مخې په (90°) درجو سره د قات يا د چنګک شويو څرخېدنې په وړاندې ګڙدمکونو چې کانکرېټ له چنګکونو څخه بېرون ببلوي ، تيارېږي. خود دواړو (U) ډوله ګڙدمک او د هغې پرسر د ځای په ځای کېدونکو سيخانود (135°) درجو چنګک کېدونکي سيخبندي ، د کانکرېټو د بېلونې د کمېدنې له مخې ډېره ګټوره ده.

د (21.1- شکل) د(b) او (c) برخوپه څېر باید ګڼډمکونه دافقي محدود شي او د هغې په پاسنې سیخ د (90°) درجو قات کېدنه یا چنګکول کافي دي.

د پراخه تنې لرونکوګاډرونو(600mm او یا له هغې پراخه) لپاره په عامه توګه د څوولاړو سیخانو لرونکو ګڼډمکونو څخه کار اخېستل کېږي. په دې ډول شرایطو کې د بېروني ګڼډمک ولاړ سیخان د عرضاني قوو او څرخېدنې قوو په وړاندې مقاومت کوي او دننني ولاړسیخان یوازې د عرضاني قوو په وړاندې مقاومت کوي.

تړلي عـــرضاني سیخان یا ګڼډمکونه بې له طولاني سیخانو مقاومت نه شي کولی، نو له دې املــه طــولاني سیخـــان باید د عرضاني سیخانو یا ګڼډمکونو په دننه کې ګردچاپېره یوشانته داسې ځای په ځای شي،چې تر منځه یې فاصله له (300mm) ډېره نه شي. همداراز د کود د لاربښوونې له مخې یو سیخ باید د ګڼډمکو په یوه کنج کې هرومرو وتړل شي او که نه نو د کانکرېټو له امله به ســره جــدااو په پایله کې به د څرخېدنې درزونه رامنځـــته شي . د دې طـــولاني سیخانو قطر باید د عرضاني سیخانو یا ګڼډمکونو تر منځ فاصلې له (0.042) ځلــې څخــه لږ ې نه شي او قطـــر یې باید له (12mm) څخه لږنه شي (471-474:11).



21.1- شکل: توصیه شوي ګژدمکونه (a)- د کانکرېټو د یو لوري دننه محدود دیت ، نوځکه د (U) ډوله ګژدمک په سرکې سیخ په (135°) درجو دواړو انجامونو کې قات شوی دی، (b)- ښې لوري ته د پوښښ تختې په واسطه محدود شوې دي ، نوځکه د (U) ډوله ګژدمک په سرکې سیخ په همدغه لوري په (90°) درجو قات شوی دی او (c)- په دواړو لورو د پوښښ تختې په واسطه محدود شوې دي ، نو ځکه د (U) ډوله ګژدمک په سرکې سیخ په (90°) درجو دواړو انجامونو کې قات شوی دی(11 :473) .

1.1- مثـــال: د ګاډر پـــه مستطيلـــي مقطع کـــې چـــې ابعــــاد يـــې (b = 350 mm) ، (h = 600mm) وي او په هغې کې (10@100mm) عرضاني سيخان يا ګڼږدمکونه چې (f_{yv} = 420MPa) دی او هم (f'_c = 30 MPa) کانکرېټ کارېدلي وي . نو د دې مقطع لپاره د څرخېدنې مقاومت او اړين طولاني سيخان محاسبه کړئ ؟

حل:

1- د ګڼږدمکونو يا عرضاني سيخانو د ولاړو او افقي سيخانو د اوږدوالي (x_o) او(y_o) د پيداکولو لپاره دکانکرېټوخالصه محافظوي طبقه (40mm) او د سيخانو قطر(10mm) قبول شوې دی. نو لرو چې:

$$x_o = b - 2\,(40 + d_s/2) = 350 - 2\,(40 + 10/2) = 260 \text{ mm}$$
$$y_o = h - 2\,(40 + d_s/2) = 600 - 2\,(40 + 10/2) = 510 \text{ mm}$$

نو محيط (P_h) يې مساوي کېږي په:

$$P_h = 2\,(x_o + y_o) = 2\,(260 + 510) = 1{,}540 \text{ mm}$$

2- د عرضاني سيخانو تر منځ اعظمي فاصله (s_{max}) د (ACI) کود د لارښوونې له مخې مساوي کېږي په:

$$S_{max} = \min\{P_h/8\ ,\ 300\text{mm}\} = 1{,}540/8 = 192.5 \text{ mm}$$

دا چې د عرضاني سيخانو ترمنځ فاصله (s = 100mm) په پام کې نيول شوې ده ، نو له اعظمي (S_{max} = 192.5 mm) فاصلې څخه لږه ده ، باالکل درسته ده.

3- د څرخېدنې نومينالي مومنټ مساوي کېږي په:

$$T_n = \frac{2A_t f_{yv} A_o}{s} \cot\theta = \frac{1.7 A_t f_{yv} A_{oh}}{s}$$
$$A_{oh} = x_o\, y_o = 260 \times 510 = 132.6 \times 10^3 \text{ mm}^2$$
$$A_t = \pi\, d^2/4 = \pi\, 10^2/4 = 78.5 \text{ mm}^2$$

$$T_n = \frac{1.7 \times 132{,}000 \times 78.5 \times 420}{100} = 738\ .98 \times 10^6 \text{ N.mm}$$

4- په مقطع کې د خدمتي بارونو لاندې د تاراتاو شوي درز د عرض له امله د اعظمي څرخېدنې مومنټ مساوي کېږي په:

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7A_{oh}^2}\right)^2} \le \phi\left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{f_c'}\right) = \frac{5}{6}\phi\sqrt{f_c'}$$

داچې $(V_u = 0)$ دی ، نو: $\le \frac{5}{6}\sqrt{f_c'}\,\frac{T_u P_h}{1.7A_{oh}^2}$

$$\frac{T_u P_h}{1.7A_{oh}^2} = \frac{73.98 \times 10^6 \times 1{,}540}{1.7 \times (132 \times 10^3)^2} = 3.85\text{ MPa} < \frac{5}{6}\sqrt{f_c'} = \frac{5}{6}\sqrt{30} = 4.56\text{ MPa}$$

د مقطع د څرخېدنې په وړاندې مقاومت مساوي کېږي په:

$\phi T_n = 0.75 \times 73.98 = 55.49$ KN.m

5- د اړینو طولاني سیخانو محاسبه په لاندې توګه تر سره کېږي:

$$A_\ell = \frac{A_t}{s} P_h \left(\frac{f_{yt}}{f_y}\right) \cot^2\theta = \frac{78.5}{100} \times 1{,}540 \left(\frac{420}{420}\right)(1.0)^2 = 1{,}209\text{ mm}^2$$

د طولاني اړینو سیخانو اصغري مساحت مساوي کېږي په:

$A_{cp} = 350 \times 600 = 210 \times 10^3\text{ mm}^2$

$$A_{\ell,min} = \frac{0.42\sqrt{f_c'}\,A_{cp}}{f_y} - \frac{A_t}{s} P_h \left(\frac{f_{yt}}{f_y}\right) = \frac{0.42 \times \sqrt{30} \times 210 \times 10^3}{420} - \frac{78.5}{100} \times 1{,}540 \left(\frac{420}{420}\right)$$

$A_{\ell,min} = 1150.22 - 1208.9 < 0$

د لاس راغلو اړینو سیخانو طولاني مساحت د اړینو اصغري سیخانو له مساحت څخه ډېر دی، نو $(A_\ell = 1{,}209\text{ mm}^2)$ د څرخېدنې په وړاندې مقاوم سیخان په مقطع کې په لاندې ډول ځای په ځای کړو:

(a)- په لاس راغلی سیخانو مساحت په درېو برخو وېشو $(1{,}209/3 = 403\text{mm}^2)$ ، بیا د سیخانو مساحت (403mm^2) د مقطع په پاسنۍ، لاندېنۍ او منځنۍ برخو کې په مساویانه توګه ځای په ځای کوو ، خو که د سیخانو د قطر د غوره کېدنې له مخې کومه ستونزه وي ، نو بیایې په بل ډول ځای په ځای کوو.

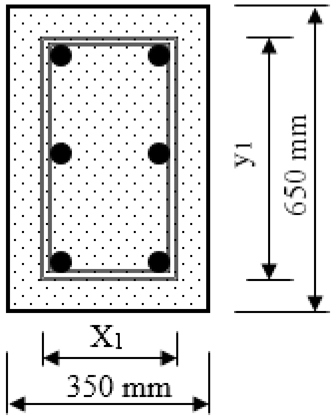
(b)- که د څرخېدنې په وړاندې طولاني سیخانو لپاره (14mm) قطر سیخان غوره کړو نو به د یو سیخ مساحت $(A_\phi = \pi d^2/4 = 154\text{ mm}^2)$ وي . نو د ځای په ځای کېدونکو سیخانو شمېر مساوي کېږي په:

$$\text{No. of steel bars} = \frac{A_s}{A_\phi} = \frac{1{,}209}{154} \approx 8 \Rightarrow (8\ \#\ 14)$$

اوس د اسیخان (14 # 3) ، د مقطع په پاسنۍ ، (14 # 3) د مقطع په لاندېنۍ او (14 # 2) د مقطع په تنه کې یو په یو مخامخ سره ځای په ځای کوو.

نوټ : د مقطع په لاندېنۍ برخه کې د لاس راغلي ته څرخېدنې په وړاندې مقاوم طولاني سیخان د مومنټ له اغېزمنو سیخانو سره په ګډه ځای په ځای کېږي.

2.1- مثال: په لاندېنۍ شکل کې د ګاډر ښودل شوې مقطع لپاره د څرخېدنې په وړاندې سیخان،که (f'_c = 28MPa) ، (f_y = 420MPa) ، عرضاني قوه (V_u = 190 KN) او د څرخېدنې مومنټ (T_u = 30 KN.m) وي ، په داسې حال کې چې د نهايي کوږوالي مومنټ (M_u) لپاره (A_s = 2050mm^2) سیخانو مساحت ته اړتیا ده او د عرضاني سیخانو یا ګڼدمکونو لپاره (10 mm) قطر سیخان او خالصه محافظوي طبقه (40 mm) قبوله شوې وي ، محاسبه کړئ ؟



حل:

1- څېړو چې د څرخېدنې په وړاندې سیخانو ته اړتیا شته او که نه: د دې د څرګندولو لپاره د ټولې مقطع مساحت (A_{cp}) او محیط په لاندې ډول(P_{cp}) پیدا کوو:

-2

$$A_{cp} = (350) \times (650) = 227{,}500\ mm^2$$
$$P_{cp} = 2\ (350 + 650) = 2{,}000\ mm$$

که ($T_u \leq 0.083\phi\lambda\sqrt{f'_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right)$) شي ، نو د څرخېدنې له محاسبې څخه انصراف کېږي.

$$0.083\phi\lambda\sqrt{f'_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right)$$

$$0.083 \times 0.75 \times 1 \times \sqrt{28} \times \frac{(227{,}500)^2}{2{,}000} = 6.42 \times 10^6 \text{ N.mm}$$

$$0.083\phi\lambda\sqrt{f_c'}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right) = 6.42 \text{ KN.m} < T_u = 30 \text{ KN.m}$$

له پورتني شرط څخه څرګنده شوه چې د څرخېدنې په وړاندې سیخانو ته اړتیا شته.

2- د مقطع مشخصات پیداکوو: دا چې ګاډر په مقطع کې د عرضاني سیخانو لپاره (10mm) قطر او خالصه محافظوي طبقه (40mm) په پام کې نیول شوې ده ، نو د دې له مخې لرو چې:

$$x_1 = 350 - 2\,(40 + \frac{10}{2}) = 260 \text{ mm}$$

$$y_1 = 650 - 2\,(40 + \frac{10}{2}) = 560 \text{ mm}$$

$$A_{oh} = x_1.y_1 = (260) \times (560) = 145{,}600 \text{ mm}^2$$

$$A_o = 0.85\, A_{oh} = (0.85) \times (145{,}600) = 123{,}760 \text{ mm}^2$$

د ګاډر د مقطع په لاندېنۍ برخه کې (2No.26 mm) سیخان فرضوو ، نو له دې له مخې فعاله ارتفاع په لاندې ډول پیداکوو :

$$d = 650 - 40 - 10 - \frac{26}{2} = 587 \text{ mm}$$

$$P_h = 2(x_1 + y_1) = 2\,(260 + 560) = 1{,}640 \text{ mm}$$

3- دا څرګندوو چې کانکرېټي مقطع د (T_u) د زغم لپاره په کافي اندازه پراخه ده او که نه؟

$$V_c = 0.17\,\lambda\,\sqrt{f_c'}\,b_w d = 0.17 \times 1 \times \sqrt{28} \times 350 \times 587 = 184{,}814 \text{ N}$$

$$V_c = 184.81 \text{ KN.}$$

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7A_{oh}^2}\right)^2} \le \phi\,(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{f_c'}\,)$$

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7A_{oh}^2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{190 \times 10^3}{350 \times 587}\right)^2 + \left(\frac{30 \times 10^6 \times 1{,}640}{1.7 \times (145{,}600)^2}\right)^2} = 1.65 \text{ N/mm}^2$$

$$\phi\,(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{f_c'}\,) = 0.75\,(\frac{184{,}814}{350 \times 587} + 0.66\sqrt{28}\,) = 3.29 \text{ N/mm}^2$$

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7A_{oh}^2}\right)^2} = 1.65 \text{N/mm}^2 < \phi\,(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{f_c'}) = 3.29 \text{ N/mm}^2$$

د پورتني شرط له مخې څرګنده شوه چې کانکرېټي مقطع په کافي اندازه پراخه ده.

4- د څرخېدنې په وړاندې مقاوم اړین سیخان پیدا کوو :

$$T_n = \frac{T_u}{\phi} = \frac{30}{0.75} = 40 \text{ KN.m}$$

د (θ) زاویه د (ACI Code) د لارښوونې له مخې (45°) قبلوو ، نو لرو چې:

$$\left(\frac{A_t}{s}\right) = \frac{T_n}{2A_o f_{yt}\cos\theta} = \frac{40 \times 10^6}{2 \times 123{,}760 \times 420 \times \cot(45°)} = \frac{40 \times 10^6}{103{,}958{,}400} = 0.385 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

د عرضاني سیخ یا ګڼډمک یو ولاړ سیخ یا یوې پښې لپاره ($0.385 \text{ mm}^2/\text{mm}$) ، همدا راز د (ACI 2014) کود له مخې $\left(\frac{A_t}{s}\right)$ باید له ($\frac{0.175\, b_w}{f_{yt}}$) څخه لوی او یا ور سره مساوي وي ، نو لرو چې:

$$\left(\frac{A_t}{s}\right) = 0.385 \text{ mm}^2/\text{mm} \geq \frac{0.175\, b_w}{f_{yt}} = \frac{0.175 \times 350}{420} = 0.146 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

5- د مقطع لپاره د اړین عرضاني سیخ یا ګڼډمک مساحت پیدا کوو :

$$V_u = 190 \text{ KN} > 0.5\, V_c = 0.5 \times 184.81 = 92.41 \text{ KN}$$

له پورتنې شرط څخه جوته شوه ، چې د عرضاني سیخانو ځای په ځای کېدنه اړینه ده.

$$V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi} = \frac{190 - 0.75 \times 184.81}{0.75} = 68.52 \text{ KN}$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_y d} = \frac{68.52 \times 10^3}{420 \times 587} = 0.278 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

د عرضاني سیخ یا ګڼډمک د وه ولاړ سیخان یا دواړو پښو لپاره ($0.278 \text{ mm}^2/\text{mm}$).

6- د عرضاني سیخانو یا ګڼډمکونو ټاکنه په لاندې ډول تر سره کېږي:

$$\frac{2A_t}{s} + \frac{A_v}{s} = 2 \times 0.385 + 0.278 = 1.048 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

د عرضاني سیخ یا ګڼډمک د وه ولاړو سیخانو یا دواړو پښو لپاره ($0.278 \text{ mm}^2/\text{mm}$) .

د عرضاني سیخ لپاره (10mm) قطر قبلوو ، چې د یو سیخ مساحت یې (78.5 mm^2) کېږي.

$$s = \frac{2 \times 78.5}{1.048} = 149.8 \text{ mm}$$

د عرضاني سیخانو تر منځ اعظمي مجاز فاصله مساوي کېږي په:

$$s_{max} = \frac{P_h}{8} = \frac{1{,}640}{8} = 205 \text{ mm}$$

نو په پایله کې د سیخانو تر منځ فاصله (200 mm) قبلوو.

د عرضاني سیخانو اصغري مساحت مساوي کېږي په:

$$A_v + 2A_t = \frac{1}{16}\sqrt{f'_c}\,\frac{b_w s}{f_{yt}} = \frac{1}{16}\sqrt{28}\,\frac{350\ x\ 200}{420} = 55.12\ mm^2$$

چې باید له ($\frac{1}{3}\,\frac{b_w s}{f_{yt}}$) څخه کوچنی او یا مساوي وي ، نو اوس د دې قیمت په لاس راوړو:

$$\frac{1}{3}\,\frac{b_w s}{f_{yt}} = \frac{1}{3}\,\frac{350\ x\ 200}{420} = 55.56\ mm^2\ ,\ \ 55.12\ mm^2 <= 55.56\ mm^2$$

له پورتنۍ پایلې څخه څرګندېږي ، چې د سیخ قطر درست غوره شوی دی.

7- د څـرخـــېدنې په وړاندې د طـــولانې مقاومو سیخانو غوره کول په لاندې ډول تر سره کېږي:

$$A_\ell = \frac{A_t}{s}\,p_h\,\frac{f_{yt}}{f_y}\,cot^2\theta = (0.385)\ x\ (1,640)\ \frac{420}{420}\ (1.0)^2 = 631mm^2$$

د څرخېدنې په وړاندې د طولاني مقاومو سیخانو اصغري مساحت مساوي کېږي په:

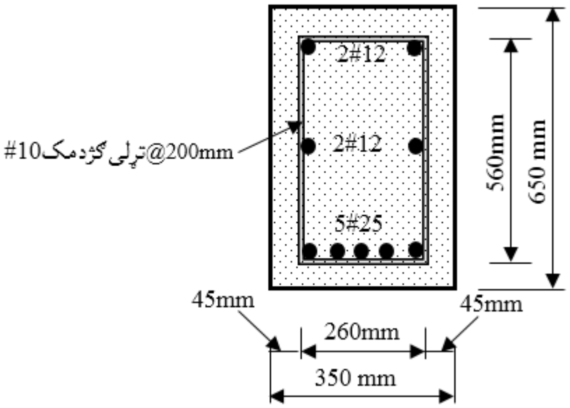
$$A_{\ell,min} = \frac{0.42\sqrt{f'_c}\ A_{cp}}{f_y} - \left(\frac{A_t}{s}\right) P_h\,\frac{f_{yt}}{f_y} = \frac{0.42x\sqrt{28}\ x227,500}{420} - (0.385)\ x\ (1,640)\ \frac{420}{420}$$

$$A_{\ell,min} = 1,204 - 631 = 573\ mm^2$$

له پورتنیو لاس ته راغلو قیمتونو څخه څرګندېږي چې:

$$A_\ell = 631\ mm^2 > A_{\ell,min} = 573\ mm^2$$

د څرخېدنې په وړاندې د طولاني مقاومو سیخانو مساحت ($A_\ell = 631\ mm^2$) قبلېږي. لاس ته راغلی مساحت په درېو برخو وېشو ، چې ($1/3\ A_\ell = 631/3 = 210mm^2$) په پاسنۍ برخه کې او په لاندېنۍ برخه کې($210 + 2,050 = 2,260\ mm^2$) او پاتې سیخان ($211mm^2$) په منځ کې ځای په ځای کېږي. په پایله کې د ګاډر د مقطع په پاسنۍ بـــرخه کې (2#12mm) سیخان چې مساحت یې ($A'_s = 226mm^2$) کېږي ، په منځ کې (2#12mm) سیخان چې مساحت یې ($A_s=226mm^2$) کېږي او همدا راز لاندې (5#25mm) سیخان چې مساحت یې ($A_s=2,453mm^2$) کېږي ، ځای په ځای کوو.



3.1- مثال: په لاندېنۍ شکل کې د ښودل شوی پوښښ تختې او ګاډر لپاره چې د یوه چتر د باروړونکو اجزاو په توګه کارېږي، په پام کې نیسو او فرض کوو چې د هغې دپاسه (W_L=2.0KN/m^2) د واورې باراو د پوښښ تختې او ګاډرله وزن پرته (W_D=1.5KN/m^2) مړ بار عمل کوي. د پوښښ تختې باروړونکي ګاډر د داسې فولادي سیخانو په واسطه سیخبندي کـــړئ ، چې (f_y = 420MPa) او د کانکـــرېټو مقاومت (f'_c = 20MPa) وي ؟

حل: د ګاډر د پاسه بارونه په لاندې ډول لاس ته راوړو :

د ګاډر خپل وزن مساوي کېږي په:

W_{D1} = 24 x (0.6 x 0.9) = 12.96 KN/m

د ښې لوري پوښښ تختې وزن مساوي کېږي په:

W_{D2} = 24 x (0.2 x 2.4) = 11.52 KN/m

د چپ لوري پوښښ تختې وزن مساوي کېږي په:

W_{D3} = 24 x (0.2 x 1.2) = 5.76 KN/m

د پوښښ تختې د پاسه عامل وېشلې بار مساوي کېږي په:

W_{D4} = 1.5 x 4.2 = 6.3 KN/m

د مړ یا دایمي بار مجموعه مساوي کېږي په:

$W_D = W_{D1} + W_{D2} + W_{D3} + W_{D4}$

W_D =12.96 + 11.52 + 5.76 + 6.3 = 36.54 KN/m

د پوښښ تختې د پاسه عامل ژوندی یا مؤقت وېشلی بار مساوي کېږي په:

W_L = 2 x 4.2 = 8.4 KN/m

نهايې بار د بارونو د ترکيب له مخې مساوي کېږي په:

$W_U = 1.2\ W_D + 1.6\ W_L = 1.2 \times 36.54 + 1.6 \times 8.4 = 43.848 + 13.44$

$W_U = 57.288$ KN/m

نهايې څرخېدنې وېشلې مومنټ مساوي کېږي په:

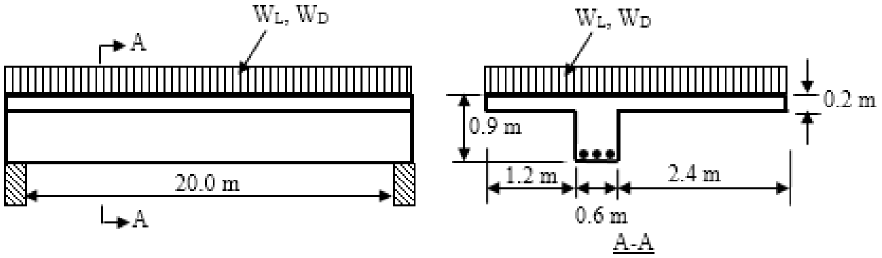
$t_U = 1.2 \times (1.5 \times 4.2 \times 0.6 + 11.52 \times 1.5 + 5.76 \times 0.9) + 1.6 \times (2 \times 4.2 \times 0.6)$

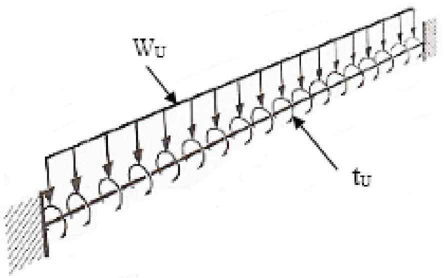
$t_U = 27.12$ KN. m/m

له اتکاء څخه د فعالې ارتفاع (d) په اندازه کولی شو عرضاني قوه او د څرخېدنې مومنټ لاس ته راوړو. سره له دې چې ګاډر په دواړو لورو د بار لاندې واقع دی او ناټاکلی ستاتيکي حسابېږي، خو دواړو لوري په متناظراو ورته ډول د بار لاندې دي، نو له دې امله په کې سيخان په ورته ډول ځای په ځای کېږي او له درز کېدنې وروسته بيا د د داخلي قوو وېشنې امکان نه رامنځته کېږي، نوله دې امله په اتکاء کې د څرخېدنې محاسبه د معادلې څرخېدنې لپاره تر سره کېږي او د هرې اتکاء لپاره بايد نيمايي څرخېدنه په پام کې ونيول شي، نوپه دې بنسټ په اتکاګانو کې د عرضاني قوو اود څرخېدنې مومنټ د محاسبې لپاره لرو چې:

$V_U = W_U\ (\frac{L_n}{2} - d) = 52.288\ (\frac{20}{2} - 0.8) = 527.07$ KN.

$T_U = t_U\ (\frac{L_n}{2} - d) = 27.12\ (\frac{20}{2} - 0.8) = 249$ KN. m.





د څرخېدنې په محاسبو کې د اړین کنټرول لپاره باید د (A_{cp}) او (P_{cp}) قیمتونه محاسبه شي . د طاقچې هغه برخه چې په دې محاسبو کې راګډېږي ، په لاندې ډول یې محاسبه ترسره کوو:

$$\min.\ \{h - h_f,\ 4h_f\} = \min.\ \{900 - 200,\ 4 \times 200\} = 700\ mm.$$

$$A_{cp} = 600 \times 900 + 2 \times 200 \times 700 = 820 \times 10^3\ mm^2.$$

$$P_{cp} = 2 \times (600 + 900 + 2 \times 700) = 5{,}800\ mm.$$

$$\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} = \frac{(820 \times 10^3)^2}{5{,}800} = 115.93 \times 10^6\ mm > \frac{(600 \times 900\ )^2}{2 \times (600+900)} = 97.2 \times 10^6\ mm.$$

اوس د دې څرګندونه کېږي چې د څرخېدنې په وړاندې دې محاسبه تر سره شي که نه ؟

$$T_{cr} = 0.083\phi\sqrt{f_c'}\ \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right) = 0.083 \times 0.75 \times \sqrt{20} \times 115.93 \times 10^6 = 32.3 \times 10^6 N.\ mm$$

$$T_U = 249.5\ KN.\ m > T_{cr} = 32.3\ KN.\ m$$

له پورتني شرط جوته شوه چې د څرخېدنې په وړاندې محاسبه باید تر سره شي.

اوس مقطع ارزوو چې د اعظمي عرضاني قوو او مجازي څرخېدنې په وړاندې د قبلېدنې وړ مقاوم سیخان د مقطع په تنې کې هم شتون ولري ، نو لرو چې:

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7A_{oh}^2}\right)^2} \leq \phi\ \left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{f_c'}\ \right) = \frac{5}{6}\ \phi\ \sqrt{f_c'}$$

$$x_o = 600 - 90 = 510\ mm,\ y_o = 900 - 90 = 810\ mm$$

فرضوو چې د څرخېدنې په وړاندې مقاوم عرضاني سیخان یا ګڼډمکونه یوازې د ګاډر د مقطع په تنه کې ځای په ځای کوو ، نو لرو چې:

$$P_h = 2\ (x_o + y_o) = 2 \times (510 + 810) = 2{,}640\ mm.$$

$$A_{oh} = x_o.\ y_o = 510 \times 810 = 413 \times 10^3\ mm^2.$$

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7A_{oh}^2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{527.07 \times 10^3}{600 \times 800}\right)^2 + \left(\frac{249.5 \times 10^6 \times 2{,}640}{1.7 \times (413.1 \times 10^3)^2}\right)^2} = 2.52MPa$$

$$\frac{5}{6}\ \phi\ \sqrt{f_c'} = \frac{5}{6} \times 0.75 \times \sqrt{20} = 2.80\ MPa > 2.52\ MPa.$$

که پورتنۍ رابطه نه کنټرولېدله ، نو په هغه حالت کې اړینه وه چې د مقطع ابعاد ډېر شوي وی. سربېره پر دې که د ګاډر د مقطع له تنې څخه علاوه په طاقچه کې د څرخېدنې په

وړاندې مقاوم عرضاني سيخان يا ګڼدمکونه ځای په ځای شي ، نو د چپ لوري رابطه راکمېږي.

د څرخېدنې - عرضاني قوو په وړاندې تړلي عرضاني سيخان يا ګڼدمکونه په لاندې ډول پيداکوو:

$$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f'_c}\, b_w\, d = \frac{1}{6} \text{ x } \sqrt{20} \text{ x } 600 \text{ x } 800 = 357.8 \text{ x } 10^3 \text{ N.}$$

$$(\frac{A_v}{s})_{req} = \frac{\frac{V_u}{\phi} - V_c}{f_y d} = \frac{\frac{527.07 \text{ x } 10^3}{0.75} - 357.8 \text{ x } 10^3}{420 \text{ x } 800} = 1.027 \text{ mm}^2/\text{mm.}$$

$$(\frac{A_t}{s})_{req} = \frac{T_u}{1.7\phi A_{0h} f_{yv}} = \frac{249.5 \text{ x } 10^6}{1.7\text{x}0.75 \text{ x } 413.1 \text{ x } 10^3 \text{x } 420} = 1.279 \text{ mm}^2/\text{mm.}$$

$$(\frac{A_{v+t}}{s})_{req} = (\frac{A_v}{s})_{req} + 2\,(\frac{A_t}{s})_{req} = 1.027 + 2 \text{ x} 1.279 = 3.585 \text{ mm}^2/\text{mm.}$$

$$(\frac{A_{v+t}}{s})_{min} = \frac{1}{16}\sqrt{f'_c}\,\frac{b_w}{f_{yv}} = \frac{1}{16} \text{ x } \sqrt{20} \text{ x } \frac{600}{420} = 0.4 \text{ mm}^2/\text{mm.}$$

$$(\frac{A_{s+t}}{s})_{min} = 0.4 \text{ mm}^2/\text{mm} < (\frac{A_{s+t}}{s})_{req} = 3.585 \text{ mm}^2/\text{mm.}$$

که له (12mm) قطر سيخ څخه د تړلي عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو لپاره کار واخلو ، نو د دوو ولاړو سيخانو مساحت له (226 mm^2) سره مساوي کېږي ، نو د عرضاني سيخانو يا ګڼدمکونو تر منځ فاصله مساوي کېږي په:

$$S_{req} = \frac{A_{sv}}{(\frac{A_{s+t}}{s})_{req}} = \frac{226}{3.585} = 63 \text{ mm.}$$

$$S_{min} = \min\{\frac{P_h}{8} = \frac{2{,}640}{8} = 330\text{mm, } 300\text{mm, } \frac{d}{2} = \frac{800}{2} = 400\text{mm}\} = 300 \text{ mm.}$$

په پايله کې د عرضاني قوواو د څرخېدنې مومنټ د ګډ عمل په وړاندې د مقطع د مقاوم کېدنې لپاره له اتکاء څخه په (50mm) فاصله (12mm ϕ @ 63mm C/C) ګڼدمکونه ځای په ځای کېږي.

همدا راز د څرخېدنې په وړاندې مقاوم طولاني سيخان په لاندې ډول پيدا کوو:

$$A_\ell = \frac{A_t}{s}\, p_h\, \frac{f_{yt}}{f_y} \cot^2\theta = (1.279) \text{ x } (2{,}640)\, \frac{420}{420}\, (1.0)^2 = 3{,}376 \text{ mm}^2$$

د څرخېدنې په وړاندې د طولاني مقاومو سيخانو اصغري مساحت مساوي کېږي په:

$$A_{\ell,min} = \frac{0.42\sqrt{f'_c}\,A_{cp}}{f_y} - \left(\frac{A_t}{s}\right) P_h \frac{f_{yt}}{f_y}$$

$$A_{\ell,min} = \frac{0.42 x \sqrt{20} \text{ x } 820 \text{ x } 10^3}{420} - (1.279) \text{ x } (2,640) \frac{420}{420} = 291 \text{ mm}^2$$

له پورتنيو لاس ته راغلو قيمتونو څخه څرګندېږي چې:

$$A_\ell = 3,376 \text{ mm}^2 > A_{\ell,min} = 291 \text{ mm}^2$$

د څرخېدنې په وړاندې د طولاني مقاومو سيخانو مساحت (A_ℓ = 3,376 mm^2) قبلېږي. له دې مساحت څخه درېيمه برخه مساحت (1,125.33 mm^2) په اتکاء کې اچوو، که د طولاني سيخانو لپاره (16mm) قطر سيخان په پام کې نيسو ، چې د يو سيخ مساحت يې (200.96 mm^2) کېږي ، نو د سيخانو شمېر يې ($\frac{1,125.33}{200.96}$ = 5.6 ≈ 6) سره مساوي کېږي. په پايله کې (6 N 16) سيخان چې مساحت يې (1,205.76 mm^2) کېږي ،په اتکاء کې ځای په ځای کوو. د اتکاء سره جوخت محاسبه شوي ګڼډمکونه د څرخېدنې او عرضاني قوو په وړاندې د مقاومت لپاره وړ دي. خو هر څومره چې د ګاډر د واېې منځنۍ لورې ته نژدې کېږو په هماغه اندازه د څرخېدنې او عرضاني قوو اندازه کمېږي ، نو له دې امله کولی شو چې د ګڼډمکونو تر منځ فاصله ډېره کړو ، د دې لپاره د ګاډر د واېې له منځ څخه لومړی دهغې ساحه فاصله په لاس راوړ چې په هغې کې د محاسبې له مخې عرضاني قوه نه وارد ېږي (V_u < ϕV_c) وي، مشخصوو اوله اتکاء څخه د دې ساحې فاصله (x_c) او همدا راز هغه ساحه چې د ګاډر د واېې په منځ کې يې څرخېدنې نه واردېږي ، مشخصوو او له اتکاء څخه يې فاصله (x_m) په لاس راوړو . په اتکاء کې د څرخېدنې مومنټ او عرضاني قوه په لاندې ډول پيدا کوو:

$$V_u = W_u \left(\frac{L_n}{2}\right) = 572.9 \text{ KN}, \quad T_u = t_u \left(\frac{L_n}{2}\right) = 271.2 \text{ KN. m}$$

$$\phi V_c = 0.75 \text{ x } 357.8 = 268.35 \text{ KN.}$$

$$x_c = \frac{V_u - \phi V_c}{W_u} = \frac{572.9 - 268.35}{57.288} = 5.26 \text{ m.}$$

$$T_{cr} = \frac{1}{12}\sqrt{f'_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right) = 0.083 \text{ x } \sqrt{20} \text{ x } \frac{(820 \, x \, 10^3)^2}{5,800} = 32.3 \text{ KN. m.}$$

$$x'_c = \frac{T_u - T_{cr}}{t_u} = \frac{271.2 - 32.3}{27.12} = 8.81 \text{ m.}$$

د (ACI) کود د غوښتنې له مخې د څرخېدنې په وړاندې مقاوم ګـڑدمکونه له اتکاء څخه د ($b_t + d = 600 + 800 = 1,400$ mm) فاصلې وروسته په مقطع کې د محاسبې داړتیا پر بنسټ ځای په ځای کېږي او د ګاډرتر نیمایي پورې ټوله ساحه احتوا کوي. همداراز په مقطع کې له اتکاء څخه تر ($x_c = 5.2$ m) فاصلې پورې د محاسبې پر بنسټ عرضاني سیخانو ته اړتیا نه لیدل کېږي او یوازې د څرخېدنې په وړاندې مقاوم ګڑدمکونه په پام کې نیول کېږي. نو اړینه ده چې په مقطع کې د څرخېدنې په وړاندې مقاوم ځای په ځای کېدونکو مقاومو سیخانو فاصلې له ($x_c = 5.2$ m) وروسته د ګاډر تر نیمایي پورې پیدا کړو:

$$T_u = 271 – 5.2 \text{ x } 27.12 = 130.18 \text{ KN. m.}$$

$$(\frac{A_t}{s})_{req} = \frac{T_u}{1.7\phi A_{0h} f_{yv}} = \frac{130.18 \text{ x } 10^6}{1.7\text{x}0.75 \text{ x } 413.1 \text{ x } 10^3 \text{x } 420} = 0.59 \text{ mm}^2/\text{mm.}$$

$$2\ (\frac{A_t}{s})_{req} = 2 \text{ x } 0.59 = 1.18 \text{ mm}^2/\text{mm. } s_{req} = \frac{2A_t}{1.18} = \frac{2 \text{ x } 113}{1.18} = 191\text{mm.}$$

داچې (s_{req} = 191 mm) یومناسب قیمت نه دی ، نو (s_{req} = 200 mm) قبلوو. د ګاډر مقطع د (s_{req} = 200 mm) او (S_{max} = 300 mm) فاصلې مشخصوو او په (x'_{200}) او (x'_{300}) فاصلو یې نوموو او د ګاډر په مقطع کې په یادوشوو فاصلو کې د څرخېدنې مومنټونه لکه ($T_{u,200}$) او ($T_{u,300}$) پیدا کوو.

داچې د ($S = 300$ mm) په ډېرېدنې سره ($\frac{2A_t}{s} = \frac{2x\ 113}{300} = 0.75$ mm) کېږي او له ($\frac{2A_t}{s}$ $_{min} = \frac{1}{3}$ x $\frac{b_w}{f_{yv}} = \frac{1}{3}$ x $\frac{600}{420}$ = 0. 5 mm) څخه لوی وي.

$$T_{u,200} = \frac{1.7\phi A_{oh} f_{yv} A_t}{s} = \frac{1.7\text{x}0.75 \text{ x } 413.1 \text{ x } 10^3 x 420\ x\ 113}{200} = 124.99\text{x}10^6 \text{ N.mm.}$$

$$X'_{200} = \frac{271.2 - 124.99}{27.12} = 5.39 \text{ m.}$$

$$V_{u,\ 200} = W_u \frac{T_{u,200}}{t_u} = 572.9\text{x} \frac{T_{u,200}}{271.2} = 2.1125 T_{u,200} = 2.1125 \text{ x } 124.99$$

$$V_{u,\ 200} = 264.04 \text{KN.}$$

$$T_{u,300} = \frac{1.7\phi A_{oh} f_{yv} A_t}{s} = \frac{1.7\text{x } 0.75 \text{ x } 413.1 \text{ x } 10^3 x 420\ x\ 113}{300} = 83.32\text{x}10^6 \text{ N.mm.}$$

$$X'_{300} = \frac{271.2 - 83.32}{27.12} = 6.93 \text{ m.}$$

$$V_{u,300} = W_u \frac{T_{u,300}}{t_u} = 572.9x\frac{T_{u,300}}{271.2} = 2.1125 T_{u,300} = 2.1125 \text{ x } 83.32 = 176.014KN.$$

همداراز د عرضاني او څرخېدنې مومنټونو له پيداکولووروسته د ګژدمکونو تر منځ دقيقې فاصلې په لاندې ډول پيداکوو:

$$\frac{A_{v+t}}{s} = \frac{\frac{V_u}{\phi} - V_c}{f_y d} + 2 \text{ x } \frac{T_u}{1.7\phi A_{0h} f_y}$$

$$\frac{226}{s} = \frac{\frac{V_{u,200}}{0.75} - 357.8}{420 \, x \, 800} \text{ x } 10^3 + 2 \text{ x } \frac{T_{u,200} \text{x } 10^6}{1.7 \text{x } 0.75 \text{ x } 413.1 \text{ x } 10^3 \, x \, 420}$$

$$\frac{226}{s} = \frac{\frac{264.04}{0.75} - 357.8}{420 \, x \, 800} \text{ x } 10^3 + 2 \text{ x } \frac{124.99 \text{x } 10^6}{1.7 \text{x } 0.75 \text{ x } 413.1 \text{ x } 10^3 \, x \, 420}$$

$$\frac{226}{s} = -0.0171 + 1.130 = 1.1129 \Rightarrow s = \frac{226}{1.1129} = 203mm = 200mm$$

د څرخېدنې په وړاندې طولاني مقاوم سیخانو مساحت په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$A_\ell = \frac{A_t}{s} p_h \frac{f_{yt}}{f_y} \cot^2\theta = (\frac{113}{300}) \text{ x } (2,640) \frac{420}{420} (1.0)^2 = 994 \text{ mm}^2$$

د څرخېدنې په وړاندې د طولاني مقاومو سیخانو اصغري مساحت مساوي کېږي په:

$$A_{\ell,min} = \frac{0.42\sqrt{f'_c}\, A_{cp}}{f_y} - \left(\frac{A_t}{s}\right) P_h \frac{f_{yt}}{f_y}$$

$$A_{\ell,min} = \frac{0.42 \text{x} \sqrt{20} \text{ x } 820 \text{ x } 10^3}{420} - (\frac{113}{300}) \text{ x } (2,640) \frac{420}{420} = 2,673 \text{ mm}^2$$

دګاډر په هغه ساحه کې چې عرضاني قوي او د څـرخـېدنې مومنټ سره يوځای واقع وي د اقتصادي محاسبې او طـرحې لـپاره د ګاډر هغه مقطع مشخصوو چې په هغې کې د محاسبې له مخې د ګژدمکونو تر منځ فا صله (s = 120mm) قبوله شوې وي. نو له همدې امله د ګاډر د مقطع له پيله په (x_{120}) مشخصوو او په ترتيب سره ضريبي شوې عرضاني قوه($V_{u,120}$) او د څرخېدنې مومنټ ($T_{u,120}$) چې په دې مقطع کې اغېزه کوي په لاندې ډول پيداکوو:

$$\frac{V_{u,120}}{V_u} = \frac{T_{u,120}}{T_u} \Rightarrow V_{u,120} = W_u \frac{T_{u,120}}{t_u} = 572.9 \text{ x } \frac{T_{u,120}}{271.2} = 2.1125\, T_{u,120}$$

$$\frac{A_{v+t}}{s} = \frac{A_v}{s} + \frac{2A_t}{s} = \frac{\frac{V_u}{\phi} - V_c}{f_y d} + 2 \text{ x } \frac{T_u}{1.7\phi A_{0h} f_y}$$

$$\frac{226}{120} = \frac{\frac{2.1125 T_{u,120}}{0.75} - 357.8}{420 \, x \, 800} \text{ x } 10^3 + 2 \text{ x } \frac{T_{u,120} \text{x } 10^6}{1.7 \text{x } 0.75 \text{ x } 413.1 \text{ x } 10^3 \, x \, 420}$$

$T_{u,120} = 169.44\ KN.m \Rightarrow x_{120} = \frac{271.2 - 169.44}{27.12} = 3.75\ m.$

$V_{u,120} = 2.1125 \times 169.44 = 357.942\ KN.$

اوس د دواړو عـرضاني قـوو او څرخېدنې په وړاندې دګڼدمکونو تر منځ فاصله له ($x'_{120} = 3.75m$) څخه تر ($x'_{200} = 5.39m$) پورې په لاندې ډول پیدا کوو :

$$\frac{226}{s} = \frac{\frac{357.942}{0.75} - 357.8}{420\ x\ 800} \times 10^3 + 2 \times \frac{169.44 \times 10^6}{1.7 \times 0.75 \times 413.1 \times 10^3\ x\ 420}$$

$$\frac{226}{s} = 0.356 + 1532 = 1.888 \Rightarrow s = \frac{226}{1.888} = 119.7\ mm \approx 100\ mm$$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_{u,120}}{1.7\phi A_{0h} f_y} = \frac{169.44 \times 10^6}{1.7 \times 0.75 \times 413.1 \times 10^3\ x\ 420} = 0.766mm.$$

$$A_\ell = (\frac{A_t}{s})\ P_h = 0.766 \times 2{,}640 = 2{,}022\ mm^2 > A_{\ell,min}$$

$$A_{\ell,min} = \frac{0.42 x \sqrt{20} \times 820 \times 10^3}{420} - 0.766\ x(2{,}640) = 3{,}667 - 2{,}022 = 1{,}645\ mm^2.$$

د ګاډر په نیمه وایه کې د عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ په وړاندې د مقاومو عرضاني سیخانو یا ګڼدمکونو تر منځ فاصلې په لاندې توګه ترتیبوو :

1- لومړنې ګڼدمک له اتکاء څخه د (50 mm) په اندازه ځای په ځای کوو (0.05 m) .

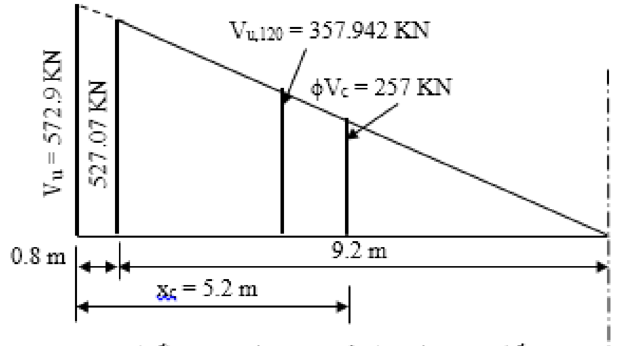
2- د ګڼدمکونو تر منځ د (63mm) فاصلې لپاره (3.75 – 0.05 = 3.70m) ،چې شمېر یې (59) کېږي.

3- د ګڼدمکونو تر منځ د (100mm) فاصلې لپاره (5.39 – 3.75 = 1.64m) ،چې شمېر یې (17) کېږي.

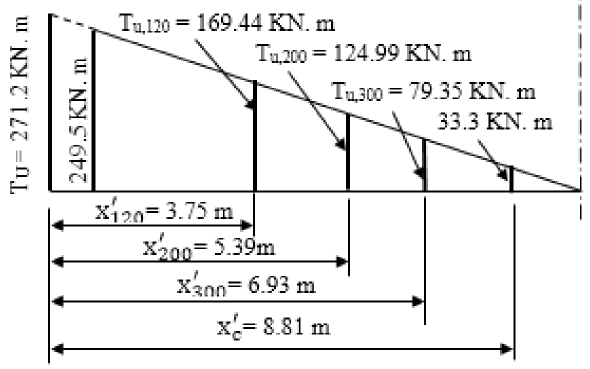
4- د ګڼدمکونو تر منځ د (200mm) فاصلې لپاره (6.93 – 5.39 = 1.54m) ،چې شمېر یې (8) کېږي.

5- د ګڼدمکونو تر منځ د (300mm) فاصلې لپاره (8.81 – 6.93 = 1.88m) ،چې شمېر یې (7) کېږي.

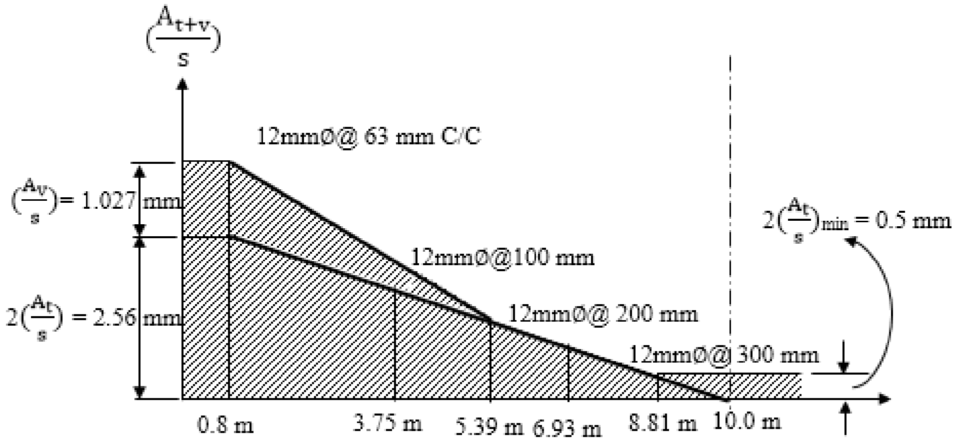
د ګاډر په نیمایې وایه کې د عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ بر وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره په پورته ډول ګڼدمکونه ځای په ځای کېږي ، همداراز په بله نیمه وایه کې یې ګڼدمکونه په همدې ترتیب سره ځای په ځای کېږي.



د ګاډر په نیمايي وایه کې د عرضاني قوو دیاګرام



د ګاډر په نیمايي وایه کې د څرخېدنې مومنټ دیاګرام



د ګاډر په اوږدو کې د څرخېدنې - عرضاني فولادي سیخانو د بدلون منحني.

4.1- مثال: په لاندېني ښودل شوي پلان کې د پوښښ تخته ، ګاډر او پایه سره سخت نښتي اود ($W_u = 15\ KN/m^2$) نهايي بار لاندې واقع دي. نو داړخ ګاډر له پايې سره د نښلېدنې په ځـای کې د څرخېدنې - عرضاني قوو په وړانـدې مقاوم ګـژدمکونو محاسبه کـړئ ،

که د کانکرېټــــو فشاري مقاومت (f'_c = 30MPa) ، د سیخانو مقاومت (f_y = 420MPa) او همدا راز فرض کړئ چې د ګاډر فعاله ارتفاع (d = 700mm) ده.

حل: معمولاً بارونه له پوښښ تختې څخه ګاډر او له ګاډر څخه پایې یا ستنې ته لېږدېږي. داچې د پوښښ تخته له اړخ ګاډر ســره سخــته نښتې ده او اوږدوالی یې (L_n = 7.0 m) دی، نــو په اتکاء کې یې د کــږېدنې مــومنټ له ($M_u=W_uL^2_n/12$) او عـرضاني قــوه یې لــه (V_u = W_u $L_n/2$) سره مساوي کېږي ، نو د پوښښ تختې د (1.0m) محاسبوي تسمې لپاره په اتکاء کې لرو چې:

$$M_u = -W_u \frac{L_n^2}{12} = -(15 \times 1)\frac{(7.0)^2}{12} = -61.25 \text{ KN. m/m}$$

$$V_u = W_u \frac{L_n}{2} = (15 \times 1)\frac{(7.0)}{2} = 52.5 \text{ KN /m}$$

دګاډر لپاره دا مومنټ ، د وېشلي څرخېدنې مومنټ رول لوبوي ، چې د ګاډرمحور ته په لیږدېدنې سره مساوي کېږي په:

$$t_u = 61.25 + 52.5 \times 0.3 = 77 \text{ KN. m/m}$$

همداراز د پوښښ تختې نهایې عرضاني قوه د ګاډر محور ته په لېږدېدنې سره د وېشلي قوي رول لوبوي چې مساوي کېږي په:

$$W_u = 52.5 + (15 \times 1) \times 0.6 = 61.5 \text{ KN/m}$$

د (W_u) وېشلې قوه د پایې له اړخه د (d) په فاصله د (V_u) عرضاني قوه رامنځته کوي ، چې مساوي کېږي په:

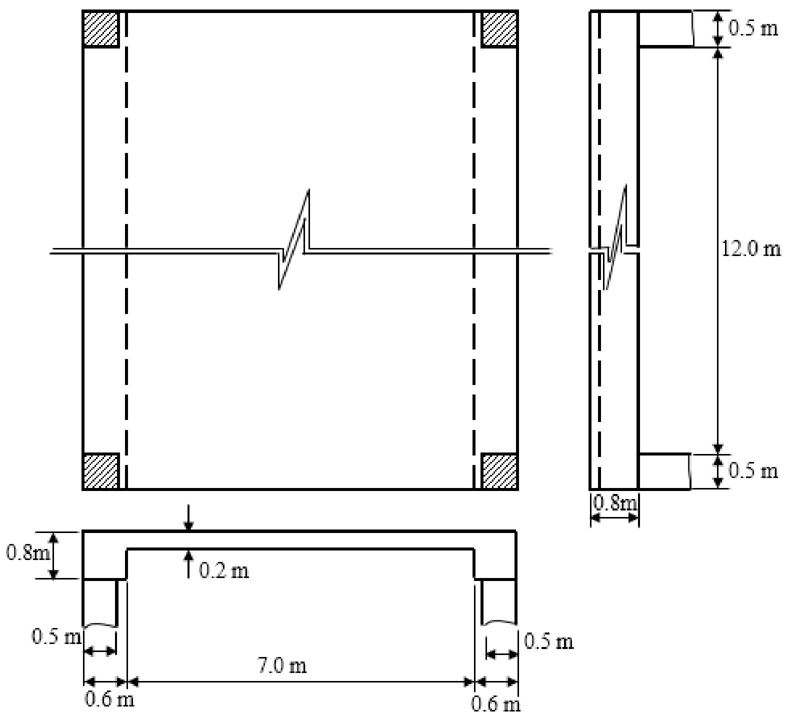
$$V_u = 61.5 \times ((12/2 - 0.7) = 326.0 \text{ KN}$$

د (t_u) وېشلې څرخېدنې قوه د پایې له اړخه د (d) په فاصله د (T_{u1}) د څرخېدنې مومنټ رامنځته کېږي ، چې مساوي کېږي په:

$$T_{u1} = 77 \times (12/2 - 0.7) = 408.1 \text{ KN.m}$$

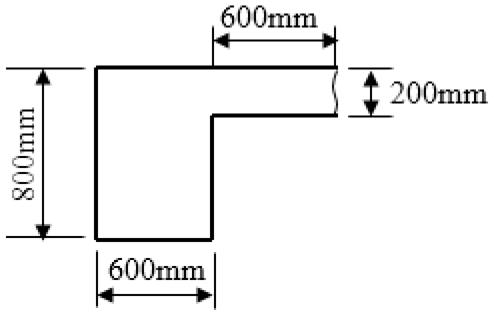
له بلې خوا د (W_u = 61.5 KN/m) وېشلې قوي له مرکزه د پایې د محور (e = 0.05m) له مخې د (d) په فاصله د (T_{u2}) د څرخېدنې مومنټ رامنځته کې ، چې مساوي کېږي په:

$$T_{u2} = (61.5 \times 0.05) \times (12/2 - 0.7) = 16.30 \text{ KN.m}$$



د پاملرنې وړ دا ده ، چې د (T_{u2}) د څرخېدنې مومنټ ، تعادلي څرخېدنې مومنټ حسابېږي ، دا ځکه چې د عنصر په تعادل کې دهغې شتون اړین دی . خو د (T_{u1}) د څرخېدنې مومنټ ، موزون یا متناسب څرخېدنې مومنټ دی ، دا ځکه چې د څرخېدنې د دې مومنټ د رامنځته کېدنې بنسټيزه سرچینه د ګاډر لپاره د کافي سختېدنې فرضیدنه او د پوښښ تختې په اخر کې د منفي کږېدنې مومنټ رامنځته کېدنه ده . نوبهتره ده چې د ګاډر د نیمګړې څرخېدنې سختۍ په فرض کېدنې سره ، کولی شو د پوښښ تختې په اخر کې د کږېدنې منفي مومنټ او د (T_{u1}) د څرخېدنې مومنټ اندازه راکمه کړو . د (ACI) کود د لارښوونې له مخې په هر اوسپنیز کانکرېټي عنصر کې چې د څرخېدنې موزون یا متناسب مومنټ ولرو ، نو اړینه د ه چې د عنصر د څرخېدنې ظرفیت د درز شوې څرخېدنې (ϕT_{cr}) سره محدود کړواو دداخلي قوو او مومنټونو په وېشنه کې اړین بدلون سرته ورسوو . د اړخ په ګاډر کې د (T_{cr}) د ټاکنې لپاره ګاډر د طاقچه لرونکي ګاډر په څېر په پام کې نیسو ، نو د ګاډر د مقطع له تنې څخه د طاقچې وتلې برخه مساوي کېږي په:

$\min \{(h - h_f), 4h_f\} = 600$ mm



$A_{cp} = 600 \times 800 + 200 \times 600 = 600 \times 10^3\ mm^2$

$P_{cp} = 2\ (800 + 600) + 2\ (200 + 600) = 2{,}800 + 1{,}600 = 4{,}400$ mm

$T_u = \frac{1}{3}\phi\lambda\sqrt{f'_c}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right) = \frac{1}{3} \times 0.75 \times 1.0 \times \sqrt{30}\left[\frac{(600 \times 10^3)^2}{4{,}400}\right] = 133.11 \times 10^6$

$T_u = 133.11 \times 10^6$ N.mm.

په همدې ډول هغه اعظمي مقدار چې کولی شي د متناسبې څرخېدنې مومنټ (T_{u1}) ته اختصاص شي ، مساوي کېږي په:

$T_{u1,max} = 133.11 - 16.30 = 116.81$ KN. M

د متناسبې څرخېدنې پورتنۍ اندازه د ګاډر په اوږدو کې د د وېشلې څرخېدنې سره متناظره ده ، چې مساوي کېږي په:

$t_{u,max} = \frac{116.81}{[\left(\frac{12}{2}\right) - 0.7]} = 22.04$ KN. m/m

دا وېشلې څرخېدنه د ګاډر د محور په اوږدو کې د پوښښ تختې د اتکاء په برخه کې د لاندېنې اعظمي منفي کږېدنې مومنټ سره متناظره ده:

$M_{u,max} = -\ (22.04 - 52.5 \times 0.3) = -\ 6.29$ KN. m/m

د کوږوالي دا مومنټ دپوښښ تختې د عرض د واحد لپاره له ($0.0086W_u\ L_n^2$)

سره معادل دی ، نو له دې امله د پوښښ تختې دواحد عرض د مثبت مومنټ لپاره محاسبه شي ، چې مساوي کېږي په:

$M = \frac{W_u L_n^2}{8} - \left(\frac{1}{2}\right)(2 \times 0.0086W_u\ L_n^2) = 0.116W_u\ L_n^2 = 85.26$ KN. m/m

دګاډر په نیمايي او په ټول ګاډر کې د څرخېدنې مومنټ وېشنه او د عرضاني قوو وېشنه په لاندېنې شکل کې ښودل شوې ده. د همدې شکل له مخې د عرضاني قوو په اړه د اتکاء په برخه کې لرو چې:

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} = \frac{\left(\frac{V_u}{\phi}\right) - V_c}{b_w d} = \frac{\left(\frac{326 x 10^3}{0.75}\right) - \left(\frac{1}{6}\sqrt{30} \text{ x } 600 \text{ x } 700\right)}{600 \text{ x } 700} = 0.122 \text{ mm}$$

$$\left(\frac{A_t}{s}\right)_{req} = \frac{T_u}{1.7\phi A_{oh} f_y} = \frac{133.11 \, x \, 10^6}{1.7 x \, 0.75 \text{ x } (510 \text{ x } 710) x \, 420} = 0.687 \text{mm}$$

$$\left(\frac{A_{t+v}}{s}\right)_{req} = 0.122 + 2 \text{ x } 0.687 = 1.496 \text{ mm} > \left(\frac{A_{t+v}}{s}\right)_{min}$$

د ګژدمکونو لپاره (ϕ10@ 100mm) سیخان کاروو.

همدارازد څرخېدنې په وړاندې د طولانې مقاومو سیخانو مساحت په لاندې ډول پیداکوو:

$$A_\ell = \frac{A_t}{s} p_h \frac{f_{yt}}{f_y} \cot^2\theta = (0.687) \text{ x } (2{,}440) \frac{420}{420} (1.0)^2 = 1{,}676 \text{mm}^2$$

د څرخېدنې په وړاندې د طولاني مقاومو سیخانو اصغري مساحت مساوي کېږي په:

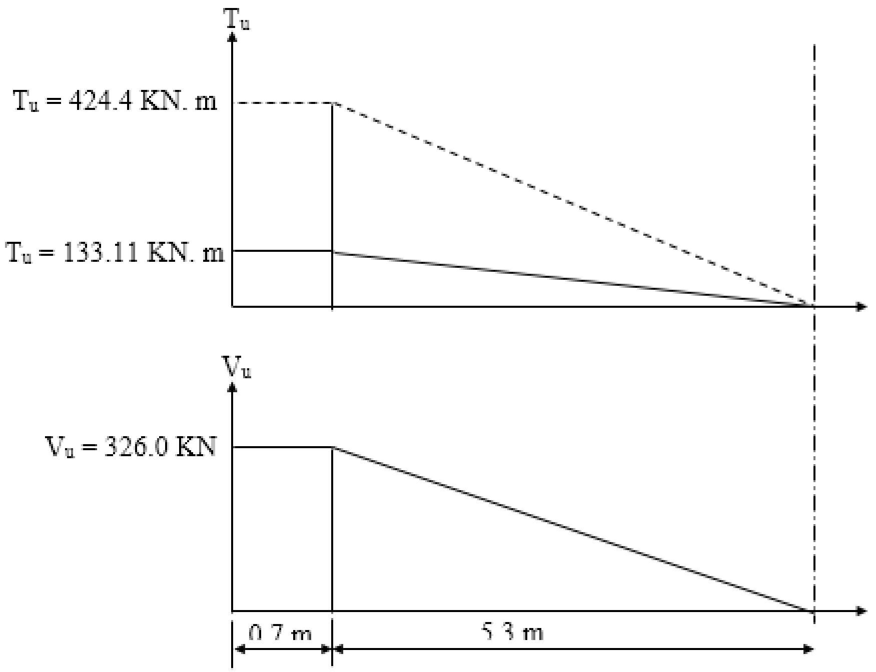
$$A_{\ell,min} = \frac{0.42\sqrt{f'_c} \, A_{cp}}{f_y} - \left(\frac{A_t}{s}\right) P_h \frac{f_{yt}}{f_y} = \frac{0.42 x\sqrt{30} \text{ x} 600{,}000}{420} - (0.687) \text{ x } (2{,}440) \text{ x} 1$$

$$A_{\ell,min} = 3{,}286.335 - 1{,}676.28 = 1{,}610 \text{ mm}^2$$

د پورتنیو لاس ته راغلو قیمتونو څخه څرګندېږي چې:

$$A_\ell = 1{,}676 \text{ mm}^2 > A_{\ell,min} = 1{,}610 \text{ mm}^2$$

نو د څرخېدنې په وړاندې د طولاني مقاومو سیخانو مساحت (A_ℓ = 1,676 mm^2) قبلېږي. لاس ته راغلی مساحت په درېیو برخو وېشو ، چې (1/3 A_ℓ = 1,676/3= 558mm^2) په پاسنۍ برخه کې ، په لاندېنۍ برخه کې(560 mm^2) او پاتې سیخان (558mm^2) په منځ کې ځای په ځای کېږي . یا هم په پاسنۍ برخه کې (3#16) سیخان چې مساحت یې (602.88mm^2) ، لاندې هم (3#16) سیخان چې مساحت یې (602.88mm^2) او په منځ کې (4#16) سیخان چې مساحت یې (803.88mm^2) کېږي دوه سیخان یو لورې او دوه سیخان بل لورې ته ځای په ځای کوو.



دارځ ګاډر په نیمایي وایه کې د څرخېدنې مومنټ او عرضاني قوې دوېشنې منحنې.

لــنډيز

هغه اوسپنيزکانکرېټي اجزاء چې د کوږوالي مومنټ لاندې واقع شوي وي ، نوپه هغې کوږوالي مومنټ د هغې باالمقابل عرضاني قوي سره يوځای او د پايې يا ستنې په شتون کې محوري قوې د عرضاني قوو او کوږوالي مومنټ سره په مرکبه توګه عمل کوي ، سربېره پردې د څرخېدنې قوې هغه کوي چې عنصر په طولاني محور تاو (Twist) کړي. د څرخېدنې دا قوې کله کله يوازې اوپه ډېری حالتونو کې د کوږوالي مومنټ او د باالمقابل عرضاني قوو او يا هم ځينې مهال د محوري قوو سره پر يوه مهال يوځای عمل کوي.

د ډېری کلونو پورې څرخېدنې ته د دويم اغېزمن عامل په څېرکتل کېدل او په محاسبو کې په روښــانه تــوګه په پام کې نه نيول کــېده ، خــود عــناصرو په محاسبه کې د کافي اندازې محافظت لپاره د ډاډمنتيا ضريب د څـرخــېدنې داغېزمنتياد شتون لپاره په پام کې نيول کېده. د محاسبې او تحليل په اوسنيو طريقو کې اجزاء په هر حالت کې د ډېر لږ محافظت لپاره د څرخېدنې په وړاندې مقاومت يې لوړېږي ، سربېره پردې د ساختماني عناصرو او اجزاوخواص دمرکزي بنې بدلېدونکې څرخېدنې په وړاند دمقاومت لوړېدنه کاربېږي. د ساختماني اجزاو د محاسبې په کړنلاره کې د څرخېدنې په وړاندې د مقاومت لوړېدنه په لومړي ځل د (ACI) کود له خوا پيشنهاد شوه او بيا وروسته په تــرتيب سره د ســـوټيزرلينډ ، اروپا او کاناډا په کــودونــوکې په پام کې ونيول شوه.

په ټوله کې په ساختماني اجزاو کې دوه ډوله لومړنۍ (معادله ياټاکلي ستاتيکي) څرخېدنه او دويمه(متناسبه يا ناټاکلې ستاتيکي) څرخېدنه يو له بله سره توپيرکېږي.

لومړی يا د معادلې (ټاکلې ستاتيکي) څرخېدنې د رامنځته کېدنې پرمهال د ساختمان په نورو اجزاوو کې د څرخېدنې تشنجات بيا نه وېشل کېږي، نــو لــه دې املــه اړونــده جــز يا عنصــر بايد د ټــولې څــرخــېدنې پــر وړاندې محــاسبه او ډيزاين شي . اويا هــم هغه څـرخــېدنه چې مقــدار او انــدازه يې د ســتاتيکــي معــادلــو په واسطه ټاکل کــېدای شي ، د معــادلې څــرخــېدنې (Equilibrium Torsion) يــا د ټــاکلــې ستاتيکي څرخېدنې (Statically Determinate Torsion) په نوم يادېږي.

هغه څرخېدنه چې د مقدار د ټاکلو لپاره يې دشکل بدلون (تغيرشکل) متناسبو (سازګار) معادلو ته اړتيا ليدل کېږي د متناسبه څرخېدنې (Compatibility Torsion) يا ناټاکلې ستاتيکي څرخېدنې (Statically Indeterminate Torsion) په نوم يادېږي .
ددويمي (متناسبې يا نا ټاکلې ستاتيکي) څرخېدنې په رامنځته کېدنې سره د څرخېدنې مومنټ نه شوکولی چې يوازې د معادل ستاتيک پرېنسپ يې په لاس راړو ، دا ځکه چې له دويمي څرخېدنې په پام کې نيولو پرته محاسبه په عنصر کې ډېری ځلې د درز کېدنې لامل کېږي ، خو په عمومي توګه د عنصر د ويجاړېدنې يا تخريبېدنې نه لامل کېږي.
د څـرخـېدنې او تاوښت په وړانـدې د ساختماني جـز ځواکمنتيا د محاسبې لـه مخې تر سره کېږي ، چې په هغې د عنصر يا جـز د مقطع د عـرضاني سيخانو يا ګــژدمکونو او همدارازد ځای په ځای کېدونکـو طـولاني سيخانـو اندازه ټاکل کېږي او د هغې لـه مخې په عنصر يا جـز کې ځای په ځای کېږي اوپه پايله کې دڅرخېدنې په وړاندې عنصر ځواکمن کېږي.

پوښتنې

1- په یوه کانکریټي عنصر کې د څرخېدنې د ډولونو نومونه واخلئ او هریو توضیح کړئ.

2- په بې سیخه کانکریټي اجزاوو کې څرخېدنه توضیح کړئ.

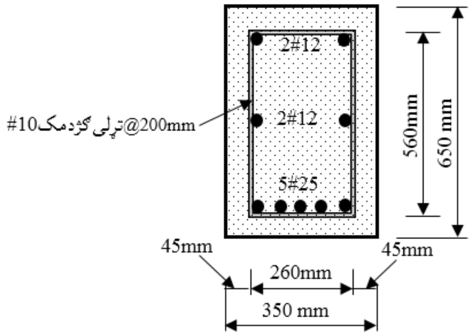
3- په اوسپنیز کانکریټي اجزاوو کې څرخېدنه توضیح کړئ.

4- په اوسپنیزو کانکریټي اجزاوو کې د عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ تر منځ څه ډول متقابله اغېزه کېږي ، په هکله یې وضاحت ورکړئ.

5- د څرخېدنې په وړاندې محاسبې لپاره (ACI 318) کود کومې غوښتنې لري.

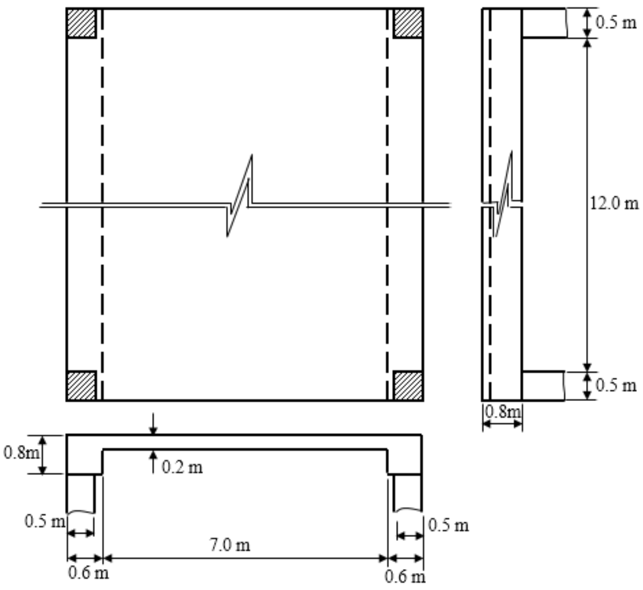
6- د ګاډر په (b = 300 mm) ، (h = 500mm) مستطیلي مقطع کې (10@100mm) ګڼډمکونه چې (f_{yv} = 420MPa) دی ځای په ځای شوي وي، (f'_c = 25 MPa) او همدارازد کانکریټو خالصه محافظوي طبقه (40 mm) وي ، د دې مقطع لپاره د څرخېدنې مقاومت او اړین طولاني سیخان محاسبه کړئ.

7- په لاندېنې شکل کې د ګاډر ښودل شوې مقطع لپاره د څرخېدنې په وړاندې سیخان ، که (f'_c = 25 MPa) ، (f_y = 420 MPa)، عرضاني قوه (V_u = 170 KN) او د څرخېدنې مومنټ (T_u = 25 KN. m) وي،د نهایي کوږوالي مومنټ (M_u) لپاره (A_s = 2050 mm^2) سیخانو مساحت ته اړتیا ده او د ګڼډمکونو لپاره (10 mm) قطر سیخان او خالصه محافظوي طبقه (40 mm) قبوله شوې وي ، محاسبه کړئ.

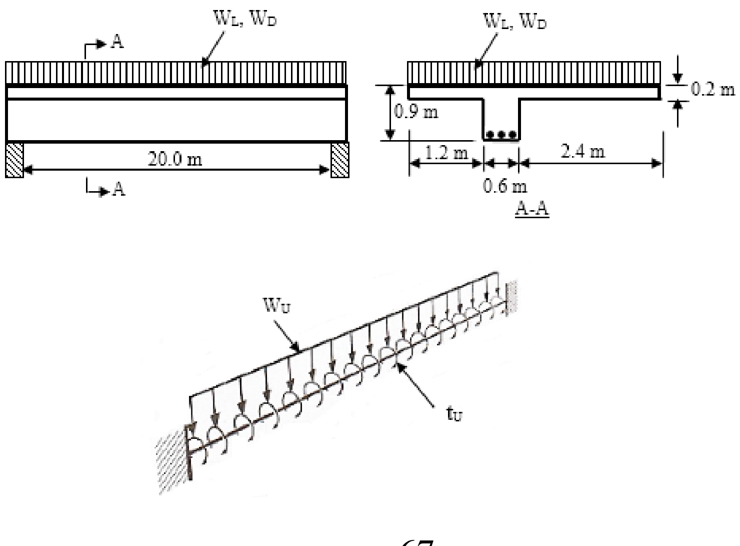


8- په لاندېنې ښودل شوې پلان کې د پوښښ تخته ، ګاډر او پایه سره سخت نښتې او د (W_u = 14 KN/m^2) نهایي بار لاندې واقع وي، که (f'_c = 30MPa) ، (f_y = 420MPa)

او همدا راز فرض کړئ چې د ګاډر فعاله ارتفاع $(d = 650mm)$ ده . نو داړخ ګاډر د پایې سره د نښلېدنې په ځای کې د ځرځېدنې او عرضاني قوو په وړاندې مقاوم ګڅدمکونو او طولاني سیخان محاسبه کړئ.



9- په لاندېنې شکل کې د ښودل شوی پوښښ تختې او ګاډر لـپاره چې د یوه چـــتر د باروړونکو اجـــزاو په توګه کارېږي، که د هغې له پاسه $(W_L = 2.2KN/m^2)$ د واورې بار، د پوښښ تختې او د ګاډرله وزن ځخه سربېره $(W_D = 1.4KN/m^2)$ مړ بار عمل کوي. د پوښښ تختې باروړونکې ګاډر د داسې فولادي سیخانو په واسطه سیخبندي کړئ ، چې $(f_y = 420MPa)$ او دکانکرېټو مقاومت $(f'_c = 25MPa)$ وي.



مـاخـــذونه

1. حقـــيار قسيم محـــمد، ستاری محـــمد اکـــبر. (1380) . د کانکـــرېټي ودانیو ډیزاین. هـرات: م (74).
2. طاحونی شاپور . (1393) . طراحی ساختمان های بتن مسلح . چاپ دوم . ایران : انتشارات علم و ادب. تهران. ص ص (370-383).
3. عالمي جان آقا. (1386). د اوسپنیزوکانکرېټي ساختمانونو ډیزاین . کابل : مستقبل خپرندویه ټولنه. م (103).
4. کی نیا امیرمسعود . (1389). آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه .اصفهان : جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان مرکز انتشارات . ص ص (224-240).
5. مستوفی نژاد داود. (1383). سازه های بتن آرمه جلد اول . اصفهان :انتشارات ارکان. ص ص (371-395).
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(136-373).
7. ACI Committee 318. (2008). Building Code Requirement for Structural concrete (ACI 318-2008) and commentary, American Concrete Institute Farmington Hills, MI. pp (175-178).
8. Code 0f Practice for Structural Use of Concrete. (2013). Published by Building Department 12/F-18/F Pioneer Center 750 Nathan Road Hong Kong. P (88).
9. International Building Code. (2009). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. pp (347-350).
10. MacCormac, Jack, C. and Russel, Brown, H. (2014). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (470-475) .
11. MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete.New Yark. pp (471-476).
12. MacGinley, T. J. and B. S. Choo. (2003). Reinforced Design Theory and Examples, Second Edition. London. pp (111,112).
13. Mosley, Bill, John, Bungey and Ray, Hulse. (2007). Reinforced Concrete Design to Eurocode 2 sixth Ed. New Yark. pp (118-122).

14. Nawy, G. Edward. (2009). Reinforced Concrete A Fundamental Approach sixth edition. Pearson Education Ltd, Upper Saddle River, New Jersey USA. Pp (221-243).
15. 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 (241-248).
16. 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. p (148).
17. Reinforcement Concrete Deasign Manual. (2010). Competers & Structures, Inc 1995 University Avenue Berkely, Calfornia 94704 USA. Pp(26-30).
18. Wight, K. James and MacGregor. (2012). Reinforced Concrete Mechanics and Design, Sixth Edition. Pearson Education prentice Hall Inc. Upper Saddle River New Jersey 07458, USA. pp (345-350).

دويم فـصل

د دوه لوريزه پوښښ تختو محاسبه او تحليل

(Design and Analysis of Two – Way Slabs)

1.2- پيـليزه

د پوښښ تخته هغه سطحي اوسپنيزکانکريټي عنصر دی چې کوچنی ضخامت لري ، په ودانيو کې ترې مستقيمه ګټه اخيستل کېږي او د هغې له پاسه بارونه د هغې د کرېدنې د لامل کېدنې په پايله کې اتکاګانو ته لېږدېږي . د ودانيو په پوښښ کې د فرشونو او بامونو لپاره اوسپنيزکانکريټي پوښښ تختې ډېر وړ عنصر دی ، چې له همدې امله د بېلابېلو ساختمانونو او ودانيو په جوړښت کې په پراخه کچه کارېږي .

د پوښښ تختې کېدای شي يولوريزه او يا دوه لوريزه وي ،چې د پوښښ تختو د ډولونواو يولوريزه پوښښ تختې محاسبه او تحليل په اړه بشپړه څرګندونې د اوسپنيزکانکريټي عناصرو لومړۍ برخه درسي کتاب په پنځم فصل کې شوې دي ، نو په دې فصل کې د دوه لوريزه پوښښ تختو د محاسبې او تحليل په اړه څرګندونې کېږي .

2.2- د دوه لوریزه پوښښ تختو پېژندنه (Introduction of Two-Way slabs)

د اوسپنیزو کانکرېټي عناصرو د پوښښ تختو پراختیا ډېر په زړه پوري دی، کله چې په لومړي ځل د پوښښ تخته جوړه شوه ، نو هغه مهال د پوښښ تختې په کاري میخانیکیت هیڅوک نه پوهیدل ، یو شمېر مخترعینود سیستم په اوږد لوري او یو شمېرو به نیمه تجربوي محاسبوي طریقې کارولې . د پوښښ تختو په اړه د امریکا پخوانی مقالې او هررنګه بحثونو سره بېلابېله بڼه لرله ، هر یوه مخترع به خپله نظریه درسته او د نورو نظریې به یې غلطې ګڼلې .

دا څرګنده نه ده چې په لومړي ځل چا پوښښ تختې جوړې کړلې ، خو د پوښښ تختو په اړه تاریخي مطالعې ته په کتنې سره سوزین (Sozen) او سایس (Siess) دعوه کړې چې لومړی واقعي هواره پوښښ تختې (Flat slabs) یې په (1906) ز کال کې د امریکا د مینسوتا ایالت د میناپولیس (Minneapolis) ښارکې د سی . ای . پی . ټیورنر (C. A. P. Turner) په واسطه جوړه کړې. په همدې کال کې په سویټزرلنډ (Switzerland) کې د میالارټ (Miallart) په واسطه هم هواره پوښښ تختې(Flat slabs) جوړې شوې . ټیورنر (Turner) د پوښښ دا ډول تختې د خرېړي ډوله پوښښ تختو (Mushroom slabs) په نوم څکه ونومولې چې ستنې د پوښښ تختې سره د نښلېدنې کې پراخېږي (Flared) ، چیرته چې په څلورو لورو (دوه یې د قایمې زاویې په لوري او دوه یې قطري لوري) یې سیخان قات شوي دي . دا قات شوي سیخان د وایې په منځ کې د پوښښ تختې د پاسنۍ برخې څخه ښکته د پایې له پاسه د پوښښ تختې لاندېنۍ برخې ته راتاوېږي . د پوښښ تختې ځیني سیخان ښکته لوري ته ستنې ته دننه راقاتېږي او ځینې نور یې ګردچاپېره په دایروي شکل لکه د (1.2- شکل) په څېر قات کېږي .

دپخوانیو ودانیو د پوښښ تختو محاسبه کوونکو یا ډیزاینرانو دجوړېدنې څخه وروسته د څوکلونو لپاره د خطر ضمانت کاوه اود ودانۍ د خاوند د قبلبدنۍ لپاره

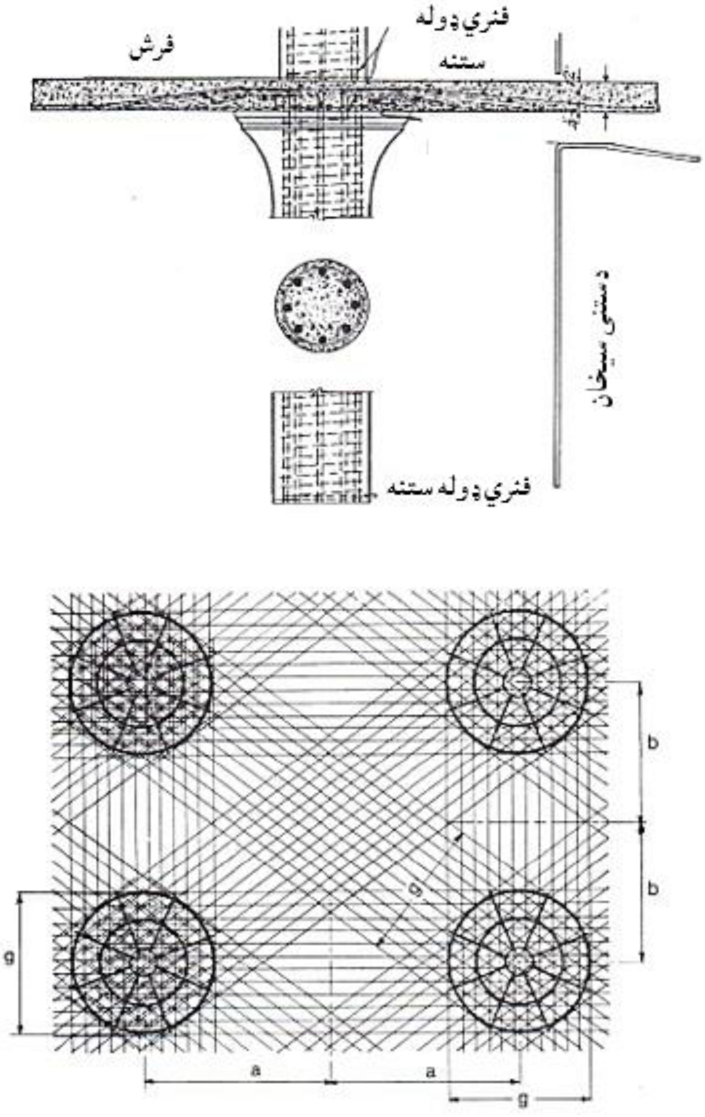
به يې د پـوښښ تختې لـه پاســه د بـارېـدنې ازمايښتــونــه تــر ســره کـول . ټيورنر (Turner) د ايچ . ټي . ايدي (H. T. Eddy) پواسطه د نيمګړې (نابشپړه) تختې د تحليل تيورۍ (incomplete analysis theory) پر بنسټ خپله محاسبه تر سره کړله. د دې مرحلې په اوږدو کې د محاسبې (Design) د لارښوود په توګه متقاطع ګاډر په پام کې نيول شوې و ، چې په هر لورې يوازې د يوې برخې د بارېدنې له امله يې خطا احساسېدله، دا ځکه چې په دې ډول ستاتيکي حالت کې د پوښښ تختې جوړښت هيڅا هم تر سره کړې نه وو .

په (1914) زکال کې جي . ار . نيکولس (J. R. Nichols) داسې ستاتيکي حالت وکاروو چې دهغې له امله يې د پوښښ تختې په ټوله تخته کې مجموعي مومنټ په لاس راوړ. د تحليل دا ډول کړنه د(ACI Code) کود دپوښښ تختې د محاسبې اوسنی بنسټ جـوړ کړ . د هغــې د مقالــې لومــړنې دريــځ او تشريح دا وه « ســره لــه دې چــې ستـــاتيک د اوسپنيزکانکرېټي فرش د هواره پوښښ تختې دتشنجاتو دپيداکېدنې لپاره بسنه نه کوي ، خو د دې تشنجاتو د زغم ډاډمنتيا ټيټ حد ټاکي» .

ايدي (Eddy) په دې نظريه نيوکه وکړله او ويې ويل چې « د دې مقالې بنسټيزه غلطه فرضيه د دې له لومړۍ جملې نه څرګنده شوه ». د ټيورنر (Turner) په عقيده په دې مقاله کې « له يوې خواڅرګنده ډېر بې مثله متعدده پوچتيا شته او له بلې خـوا يوه منطقي ، عملي او تيورتيکي نظريه ده ». همدارازای . ډبليو. بويل (A. W. Buel) په دې اړه خپله نظريه داسې څرګنده کړې وه « هغه د دې وړتيا نه لري چې په مقاله کې يوازې يو لامل او واقيعيت په ګوته کړې ، په داسې حال کې چې لاملونه او واقيعيتونه يې نه دي توضيح کړي» ، له بلې خوا دې احساس کړې وه، چې دا« د واقيعيتونو په واسطه رد شوي دي » .

دنيکولس (Nichols) له خواداسې تحليل وړانديز شوې وچې مومنټونه يې له اوسنې محاسبې او ډيزاين له واقعې قيمت څخه له (30%) سلنې څخه تر (50%) سلنې پورې لړ اټکلول . خود پوښښ تختې په غوره شوې محاسبې او ډيزاين په سيستم کې د مومنټونو

د واقعي قیمت څخه د لږ اټکلولو په وړاندې د مبصرونو او نیوونکو له خوا احساسات څرګند شو (312-314:12).



1.2- شکل: د ټیورنر (Turner) د خرېړي ډوله پوښښ تخته (Mushroom slab) (625:15) .

که څه هم د نیکولس (Nichols) تحلیل درست و او په ټوله کې د (1920) زکال په نیمايي کې قبول شوی و ، خو د (ACI Code) له خوا تر (1971) زکال پورې په بشپړه توګه په رسمیت نه وه پېژندلی او په دې یې ټینګار کاوه چې د هوار ه پوښښ تختې په محاسبه کې د ستاتیک (100%) سلنه مومنټونه اړین دي . په کړېدنه کې د بارشویو دوه

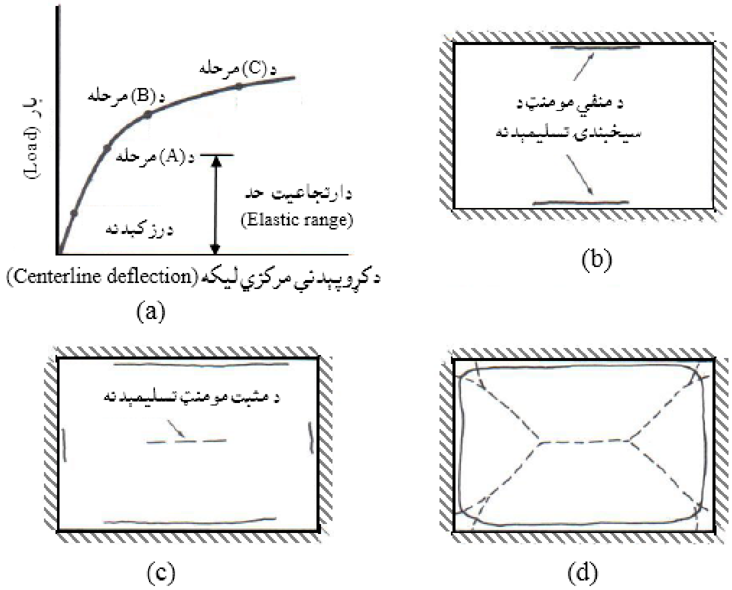
لوریزه پوښښ تختود ویجاړېدنې او تخریب لپاره اړینه ده ، چې دهغې ځانګړتیاوې په لاندې ډول د مطالعې لاندې ونیسو :

1- د پوښښ تختې له درز کېدنې څخه مخکې د یوې پلاستیکې تختې په څېر کار کوي او د لنډې مودې لپاره یې له بار لاندې د شکل بدلون (Deformation) ، تشنجات او نسبتي اوږدېدنه کولی شو د ارتجاعیت تحلیل له مخې مالومه کړو.

2- د پوښښ تختې له درز کېدنې څخه وروسته او د سیخانو له تسلیمېدنې څخه مخکې ،د ثابتې سختۍ توان نه لري ، دا ځکه چې درز شویو ساحو د کږېدنې په وړاندې یې سختې (EI)د نه درز شویو ساحو په پرتله کمېږي. سره له دې چې دا شرایط د ارتجاعیت د تیورۍ له فرضیې څخه تېرې کوي ، خو ازمایښتونو او تجربو ښودلې ده چې د ارتجاعیت تیوري لاهم د مومنټونو کافي اندازه شتون ثابتوي . په ټوله کې د یوه نارمله ودانۍ د پوښښ تختې د ګټې اخېستنې بارونو لاندې قسماً درزکېږي .

3- کله چې دلوړ مومنټ په لرلوسره د یوې یا څو ساحو سیخانو کې تسلیمېدنه پیل شي او دپوښښ تختې په ټولو برخو کې د مومنټ په څېر له تسلیمدنې ساحې څخه تر هغه ساحې پورې چې لاهم په ارتجاعیت کې واقع وي بیاوېشنه خــپره شي ،نو د یوې سختې اتکاء لــرونکې پوښــښ تختې (fixed) څــلورو څــنډو تــه د تسلــیمېدنې پــراخــتیا د (2.3- شکل) په څېر تر سره کېږي. په دې حال کې د اوږد لوري په مرکزونو کې د پلاستیکي مفصلونوپه متمرکز کېدنې کې لومړنې تسلیمېدنه دمنفي مومنټونوپه غبرګون د (2b.2- شکل) په څېر رامنځته کېږي او دا مفصلونه د اوږد لوري په اوږدو او باالاخره د پوښښ تختې د لنډو لورو په اوږدو کې په نویو مفصلونو کې خپرېږي . په عین حال کې د پوښښ تختې په لنډ لوري د مرکز سره متقاطع یا عمود ، د پوښښ تختې په تسمو کې مثبت مومنټ ډېر ېږي ، دا ځکه چې د دې تسمو په ورستیو کې د پلاستیکي مفصلونو له امله مومنټ بیا وېشل کېږي او په پایله کې په دې تسمو کې فولادي سیخان دمثبت مومنټ له امله ، لکه د (2c.2- شکل) په څېر تسلیمېدنې ته رسېږي . د بار د ډېرېدنې سره د تسلیمېدنې ساحې ، چې د تسلیمېدنې لیکو په نوم

پېژندل کېږي، چې د پوښښ تخته لکه د (2d.2- شکل) په څېر په بېلابېلو ذوذنقه يې او مثلثي ارتجاعي تختووېشي . بارونه د دې خواصو د مرحلو پورې اړه لري چې د تسليمېدنې ليکو يا خطونو تحليل د کارېدنې له مخې اټکلېږي (253:8).

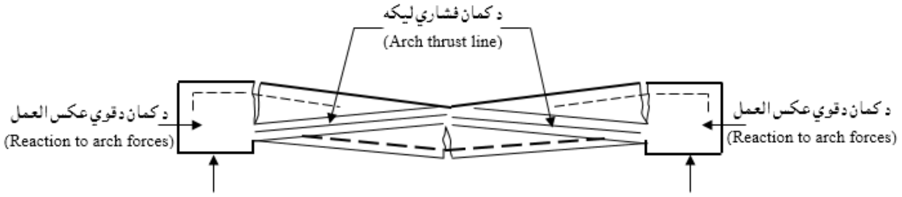


2.2- شکل: د سختې اتکاء لرونکي پوښښ تختې په څلورولوروکې د غيرارتجاعيت کړنه. (a) دبار له امله کږوېږدنه (b) دتسليمېدنې لـومړنې مرحله (د A مرحله) ، (c) د مثبت مومنټ لـه امله د تسليمېدنې پيل (د B مرحله، (d) د تسليمېدنې د ليکې ميکانيزم(د C مرحله) (626:15) .

4- سره له دې چې د تسليمېدنې خطونه تختې د پلاستيکي ميکانيزم په شکل وېشي، مفصلونه د کږوېېدنې (Deflection) د ډېرېدنې سره بې حرکته کېږي او دپوښښ تختې لکه د (3.2- شکل) په څېرکټ مټ د هواره فشاري کمان شکل اختياروي. دا فرض شوې ده چې د ساخـتمان ګـردچـاپيره د کمان د عکس العملـونـو لپاره په کافي اندازه سختې لري ، چې معمولاً په محاسبو کې د خواصو په دې مرحله کې دارنګه په پام کې نه نيول کېږي.

خواصو ته دکتنې اهميت د دې لپاره توضيح کېږي چې په لومړي قدم کې د پوښښ تختې ارتجاعي تحليل کې د ګټې اخېستنې بارونه ، د بارونو په توګه د ډېرېدنې له امله دقت د لاسه ورکوي او په دويم قدم کې د فولادي سيخانو تسليمېدنې ته د رسيدنې څخه

وروسته په لومړي حالت کې په لوړ حد د مومنتونو بیا وېشنه پېښېږي . د پوښښ یوه تخته په متداومه توګه د ګاډرونو یا دیوالونو له پاسه تکیه کېږي ، چې دې ته باید بشپړه پاملرنه وشي . که په ځینو حالتونو کې د پوښښ تختې د پایې له پاسه تکیه کړې وي ، نو په همدې ډول خواص به مشاهده شي ، د دې په استثنا چې په دې حالت کې په لومړي قدم کې درزکېدنه د پوښښ تختې له پاسنۍ یانې د ستنې ګردچاپېره برخې څخه پیلېږي اود پوښښ تختې او پایې ترمنځ ښکته لوري ته غځېږي . دپوښښ تختې چې کله د کږېدنې یا انحناء له امله له منځه تلنه کې په بې ساري توګه انعطاف منونکي دي ، د پوښښ تختې او په ځانګړې توګه د پوښښ هواره تختې د عرضاني ژر ماتېدونکو قوو له امله هم ویجاړ او تخریبېږي .

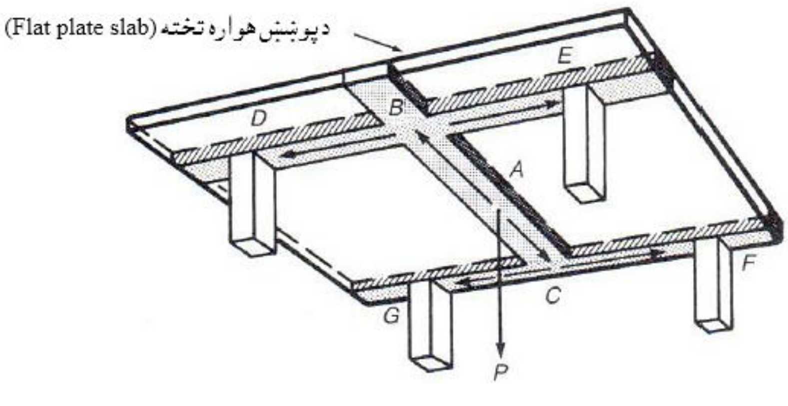


3.2- شکل: په پوښښ تختې کې د کمان کړنه (626:15) .

3.2- د دوه لوریزه پوښښ تختو ډولونه (Types of Two-Way Slabs)

دوه لوریزه پوښښ تختې دساختمانونو او ودانیو د پوښښ هغه سطحي برخه جوړوي چې دبارونو له امله په دواړو لورو انحنایي مومنتونه زغمي او په پایله کې یې اتکاء ګانو ته لېږدوي . له همدې امله په یولوریزه پوښښ تختو کې بنسټیز او اساسي فولادي سیخانو یوازې په یوه لوري د کږېدنې مومنټ پر وړاندې دمقاوم کېدنې لپاره او د هغې پر عمودي لوري د انقباض او د تودخې د اغېزو د مخنیوي لپاره ځای په ځای کېږي . خو که د پوښښ تختې لکه د (4.2- شکل) په څېر د ګاډر د ارتفاع په حدودو کې واقع شي او د پوښښ تخته په دواړو لورو بار واخلي . داسې تصور شي چې د (A) سره بار له (A) څخه تر (B) او (C) پورې دپوښښ تختې د یوې تسمې او له (B) څخه تر (D) او (E) پورې د پوښښ تختې د نورو تسمو په واسطه واخېستل شي ، په دې حالت کې د

پوښښ تختې بار په دواړو لورو خپربږي، نو ځکه ورته د دوه لور یزه پوښښ تختې نسبت ورکول کېږي .



4.2- شکل: د پوښښ تختې په دوه لوریزه کړېدنه (622:15) .

ددوه لوریزه پوښښ تختو ساختمان په ټولو اوسپنیزوکانکرېټي اجزاوو کې جوړېدونکې عنصر دی ، چې د ساختمان د جوړښت په سیستم کې دیوه اغېزمن، اقتصادي او په پراخه کچه کارېدونکې عنصر په توګه ترې ګټه اخېستل کېږي اوپه ساختمانونو کې په بېلابېل ډول د پوښښ په سیستم کې کارېږي . د سپک بارلرونکو اپارتمانونواویا دې ته ورته ودانیو لپاره د(5a.2- شکل) په څېرله هوار پوښښ تختو (Flat Plates) څخه ګټه اخېستل کېږي ، چې یو شانته او ثابت ضخامت لري او مستقیاً د پایو له پاسه تکیه وي . د اپارتمانونو پوښښ تختو پاسنۍ سطحه په ډېره اسانۍ سره فرش کېږي (Carpeted) او لاندېنۍ سطحه یې د مناسب پوښښ سره دفضایې مسطحې (Ceiling) په ډول د لاندېني پوړ لپاره کارېږي ، دا ډول پوښښ تختې د (4.5m) څخه تر (6.0m) اوږدو وایو لپاره ډېرې اقتصادي دی . د دې ډول پوښښ تختو په اړخیزه وایو کې د ضخامت د ډېرېدنې څخه د مخنیوي لپاره ګاډرونه (محیطي ګاډرونه) هم په پام کې نیول کېږي .

د پوښښ تختې د اوږدو وایو لپاره اړین ضخامت ، د عمودي بار له امله عرضاني قوي پایو ته لېږدوي ، نو له دې امله د انحناپه وړاندې مقاوم کېدنې ته اړتیا ډېرېږي ،

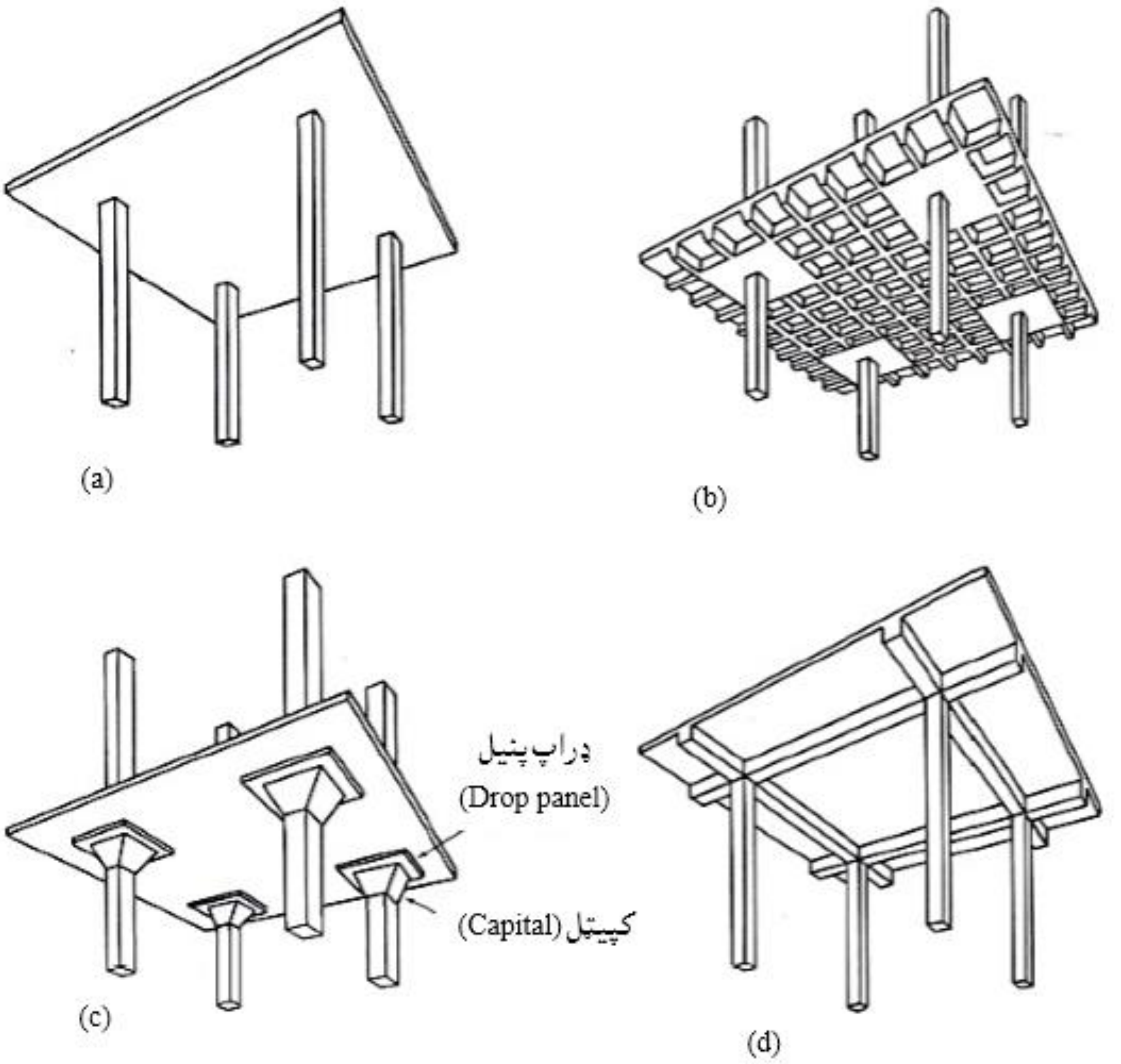
چې په پایله کې د پنیل (Panel) په منځ کې کانکرېټ په اغېزمنه توګه نه شي کارېدلی .
د دې لپاره چې د پوښښ تختې سپکې او مومنټونه یې راکم او مواد خوندي یې شي ، نو وایې باید په منځ کې د (5b.2- شکل) په څېر د پښتیو یا وتلو برخو (ribs) په واسطه متقاطع کېږي . د یادولو وړ ده چې ستنو تـه نـژدې بشپړه ارتفـاع (Full depth) ، له پوښښ تختې څخه پایې ته د عمودي بـارونو د عـرضاني قـوو د لېږدېـدنې د ساتنې لپاره په پام کې نیول کېږي ،چې ضخامت یې نسبتاً ډېر وي او د وایو په منځ کې چې یې مومنټ رامنځته کېږي ، نو د وایې په منځ کې د کشش لـه املـه کانکـرېټ د جـوړښت له مخې ګـټور نه وي دا ځکه چې د وزن او د مـوادو د مصرف د ډېـرېـدنې لامل کــېږي .
نـود د وزن د کمېدنې او د موادو د مصرف له کمېدنې څخه د مخنیوي د حل لاره دا ده چې د منځنیو وایو ضخیم ډوله تخت لرونکې پوښښ تخته بشپړه نازکه پوښښ تخته چې په دواړو لورو کې وتلې بـرخې (بـرامده ګي) لـري په پام کې نیول کېږي. دا ډول پوښښ تختې د مشبک پوښښ تختو (Waffle slabs) یـا دوه لـوریـزه فـرعي ګاډر سیستم (Two -Way joist system) په نـوم پېژندل کېږي . د دې ډول پوښښ تختو د جوړولو لپاره په مشبکه تـوګه فلـزي او فایبر ګلاس قالبونه کارېـږي ، مشبک ډوله دوه لوریزه پوښښ تختې (Waffle slabs) د پوښښونو لپاره له (6.0m) یا (20 ft) څخه تر (9.0m) یا (30 ft) او په ځینو حالتونو کې تر (12.0 m) یا (40 ft) وایو پورې کارېږي . پاملرنه باید وشي چې د ستنو په محدودو کې د مشبکه پوښښ تختې ضخامت بشپړه په پام کې ونیول شي او شبکې دوه لورو ته فرعي ګاډورونه له پایو د محـوطـې څخه بیرون په پام کې نیول کېږي ،چې دا کار د ستنو په ګردچاپیره د عرضاني قوو په وړاندې مناسب ظرفیت برابروي .
د درنوباروړونکو پوښښونو لپاره لکه د صنعتي،ګودامونواو لوی پارکینګونه چې لوی وایې ولري ، معمولاً دپوښښ تختې څخه پایو ته د بار (ځانګړې توګه د عرضاني قوو) په انتقال کې ستونزي رامنځته کېږي . دا ډول پوښښ تختې په (3c.2- شکل) کې ښودل شوې دې چې پنیلونه لري د هواره دوه لوریزه پوښښ تختو (Flat slabs) په نوم

یادېږي . په دې ډول پوښښ تختو کې ستنو ته نژ دې یا ګردچاپیره د عرضاني قوي لېږدېدنه ، پایو ته نژدې د پوښښ تختې د ډراپ پنیلونو (Drop Panels) یا د پایې له پاسه دپراخه شوې برخې (flaring the top of column) څخه د پایې د کپیټل (Capital) پورې د بشپړه ضخامت په واسطه تر سره کېږي . د پایې له پاسه ډراپ پنیل معمولاً له پایې څخه په هر لورې د وایې د اوږدوالي د شپږمې برخې په اندازه د ستنې له محوره غځېږي ، سره له دې چې په ټولو برخو کې د منځنیو وایو په حدودو کې د لږ صخامت څخه کار اخېستل کېږي ، چې له امله یې دوایې په منځ کې د کانکرېټو مقدار کمېږي .

د عرضاني قوو په وړاندې د پوښښ تختې د مقاوم کېدنې لپاره بله طرېقه دپایو په ګردچاپیره دکپیټل کارېدنه ده چې له امله یې په ساحه کې د پوښښ تختې لاندې پایې ابعاد په تدریجې ډول ډېرېږي ، خو د قالب په ترلو کې ستونزه رامنځته کوي . همداراز دعرضاني قوو د مقاوم کېدنې لپاره د ډراپ (Drop) څخه ګټه اخېستل کېږي چې د ستنې له پاسه د پوښښ تختې سره پیوست په پام کې نیول کېږي (255:8).

دپوښښ هواره تختې هغه مهال کارېږي چې بې له ضربیه بار اندازه له (5 KN/m^2) یا (100 psf) څخه ډېره او وایه له (6.0m) یا (20 ft) څخه تر (9.0m) یا (30 ft) پورې وي . په (5c.2- شکل) کې ښودل شوي کپیټل ډوله کې د شلمې پېړۍ د لومړۍ نیمایې په پرتله په اوسني وخت کې د قالب د قیمت له امله لږ کارېږي .

د پوښښ تختې بل ډول سیستم چې په ځانګړې توګه د لویو وایو لپاره د ګاډرونو سره د دوه لوریزه پوښښ تختو سیستم دی ،په دې سیستم کې دپایو تر منځ د ګاډرونو له پاسه د پوښښ تختې څخه کاراخېستل کېږي . په دې سیستم کې د پوښښ تختې له پاسه وارده بارونه ، په دوو لورو ګاډرونو ته او بیا وروسته له هغې څخه ستنو ته انتقالېږي، دې ډول پوښښ تختو ته د ګاډرونو له پاسه دوه لوریزه پوښښ تختونسبت ورکول کېږي چې په (5d.2- شکل) کې ښودی شوي دي (622-624:15) .



5.2- شکل : د دوه لوریزه پوښښ تختې ډولونه . (a) هواره دوه لوریزه پوښښ تخته (Flat plate) . (b) پښتۍ ډوله یا کولچه ډوله دوه لوریزه پوښښ تخته (Waffle slab) . (c) هواره پوښښ تخته (Flat slab) . (d) ګاډر لرونکې دوه لوریزه پوښښ تخته. (623:15) .

4.2- په دوه لوریزه پوښښ تختو کې د مومنټونو تحلیل

(Analysis of moments in Tow-way slabs)

په لاندېنۍ (6.2- شکل) کې یوه ساده اتکاء لرونکې فرشي پوښښ تخته ښودل شوې ، چې د ګاډرونو له پاسه تکیه ده او د فرش له امله (q KN/m[2]) بار پرې عمل کوي ، د تختې په یو متر عرض کې د (A-A) مقطع سره مساوي کېږي په :

$$m = q\,\frac{\ell_1^2}{8}\ \text{KN. m/m.}$$

د فرش په دننه کې مجموعي مومنټ مساوي کېږي په :

$$M = (w\ell_2)\,\frac{\ell_1^2}{8}\ \text{KN. m/m}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (1.2)$$

د ساده اتکاء لرونکي پوښښ لپاره چې عرض یې (ℓ_2) او وایه یې (ℓ_1) وي ، د اعظمي مومنټ پورتنۍ یو مشهور او اشنا فورمول دی(498:10) .

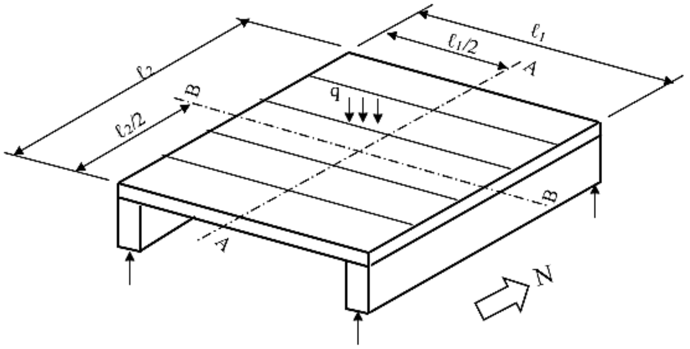
تخته په اتکاء کې هر ګاډر ته په یوه متر کې ($q\,\frac{\ell_1}{2}$) بار انتقالوي ، نو د (B – B) مقطع کې په ګاډر باندې د بار له امله مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_{1b} = \left(q\,\frac{\ell_1}{2}\right)\left(\frac{\ell_2^2}{8}\right)\ \text{KN. m.}$$

په دواړو ګاډرونو کې مجموعي منټ مساوي کېږي په :

$$M_{B\text{-}B} = (q\ell_1)\,\frac{\ell_2^2}{8}\ \text{KN. m/m}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (2.2)$$

په یاد باید ولرو چې د تختې په واسطه د ختیځ او لویدیځ لورو څخه مجموعي بار لېږدېږي ، چې په تختو کې د($w\,\frac{\ell_1^2}{8}$) مومنټ د پیداکېدنې لامل کېږي ، دلته ($w = q\ell_2$) . همدا راز مجموعي بار د شمالي او جنوبي ګاډرونه ته لېږدېږي ، چې په همدې شانته په ګاډرونو کې د مومنټ لامل کېږي .

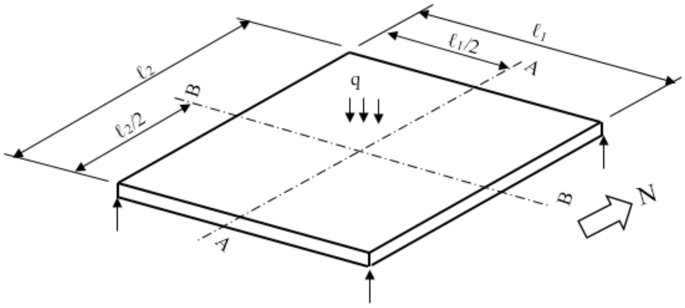


6.2- شکل: د فرش په تختې اوګاډر کې مومنټونه (627:15) .

په دوه لوریزه پوښښ تختو کې مومنټ کټ مټ د(7.2-شکل) په څېر رامنځته کېږي. د (7.2-شکل) له مخې د (A-A) او (B-B) د مقطعو په اوږدو کې مجموعي مومنټونه مساوي کېږي په :

$$M_{A\text{-}A} = (q\ell_2)\,\frac{\ell_1^2}{8}\ \text{KN. m/m} \qquad (3.2)$$

$$M_{B\text{-}B} = (q\ell_1)\,\frac{\ell_2^2}{8}\ \text{KN. m/m} \qquad (4.2)$$



7.2- شکل: په دوه لوریزه پوښښ تختې کې مومنټونه (628:15) .

1.4.2- دجان ار. نیکولس په طریقه دپوښښ په تختو کې د مومنټونو تحلیل

(John R. Nichols' Analysis of Moment in slabs)

د تحلیل او تجزیې څخه وروسته (1.2) او (2.2) استنباط شوې رابطې په لومړي ځل په (1914) ز کال کې د نیکولس (Nichols) په واسطه خپرې شوې . د نیکولس بنسټیزه تحلیل مخکې واضحه شو چې د پایې په ګردچاپېره پوښښ تختې لپاره یې وړاندې کړی

وو او له بلې خوا د اتکاء ګانو په نقطو کې د فرضيې له مخې يې (1.2) او (2.2) رابطې استنباط کړلي، دا ځکه چې اوس مهال مستطيلي مقطع لرونکې ستنې ډېرې عامه دي، په دې استنباط کې لاندېني حالتونه فرض شوي دي:

1- په لوی ساختمانونو کې دننني پنيل په ټيپيک ډول سره مستطيلي فرضېږي.

2- د ساختمان ټول پنيلونه ديو شانته بار څخه په منظمه وېشلې توګه بار شوې فرضېږي.

دا پورتنۍ دوه فرضيې د دې لپاره په پام کې نيول کېږي چې د اعظمي مومنټونو ليکه ډاډمنه شي او په دې ليکه کې د عرضاني قوو او تاوېدنې له امله مومنټونه له صفر سره مساوي وي ، په دې شرط چې دا ليکې په ساختمان کې په متناظره توګه واقع شوې وي. دا مجازي حد په (8a.2- شکل) کې په يوه ځانګړې شوې ليکه ليکه شوې برخه کې ښودل شوې دی، چې د ليکو په واسطه په متناظره توګه محدودشوی دی(318:12) .

د عمودي بارونو عکس العملونه پوښښ تختې ته د پايې په اړخ کې دګردچاپېره عرضاني قوو په واسطه انتقالېږي . دا اړينه ده چې د عرضاني قوي (Shear) وېشنه وپېژنو او يا يې فرض کړو تر څو د پوښښ تختې په پنيل کې مومنټونه پيداکړو. د ستنې د کنجونو سره داعظمي عرضاني قوي (Shear) انتقال رامنځته کېږي او نسبتاً په لږ مقدار د ستنې په منځنۍ لوري کې انتقالېږي .

3- دپايو عکس العملونه د دوې په څلوروکنجونوکې متمرکز وي . په (8b.2- شکل) کې د پوښښ تختې برخې ، د قوو او مومنټونو عمل ښودل شوی دی . د ليکه ليکه شوی پنيل په مرکز کې عامل بار ($q\ell_1\ell_2/2$) منفي د پايو په واسطه اشغال شوي مساحت باندې بار ($qc_1c_2/2$) ، د پايې په کنجونو کې د مخ پورته عکسل العمل سره معادل دی .

مجموعي ستاتيکي مومنټ (M_o) د منفي مومنټ (M_1) او مثبت مومنټ (M_2) مجموعه ده ، چې د(A-A) ليکي ته د مومنټونو د مجموعي څخه په لاندې ډول پيداکېږي :

$$M_o = M_1 + M_2 = \left(\frac{q\ell_1\ell_2}{2}\right)\frac{\ell_1}{4} - \left(\frac{qc_1c_2}{2}\right)\frac{c_1}{4} = \left(\frac{q\ell_1\ell_2}{2} - \frac{qc_1c_2}{2}\right)\frac{c_1}{2}$$

$$M_o = \frac{q\ell_2}{8}\left[\ell_1^2\left(1 - \frac{2c_1}{\ell_1} + \frac{c_2c_1^2}{\ell_2\ell_1^2}\right)\right] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5.2)$$

پورتنې رابطه د (ACI) کود د (ℓ_n^2) قیمت په عوضولو سره ساده کوي ، چې(ℓ_n) د پایو د اړخونو ترمنځ خالصه وایه ده چې مساوي کېږي په : ($\ell_n = \ell_1 - c_1$)

$$\ell_n^2 = \ell_1^2 \left(1 - \frac{2c_1}{\ell_1} + \frac{c_1^2}{\ell_1^2}\right) \quad (6.2)$$

د (5.2) او (6.2) رابطو د پرتله کېدنې څخه (ℓ_n^2) یوازې د (3.2) رابطې په قوس کې لـږ تـوپیر څـرګـندېږي او د مجموعي ستاتیکي مومنټ لپاره رابطه کولی شو په لاندې ډول ولیکو:

$$M_o = \frac{q\ell_2\ell_n^2}{8} \quad (7.2)$$

د دایروي ستنو لپاره نیکولس فرض کړې وه چې د پایو له اړخ سره عرضاني قوه ګردچاپیره یو شانته وېشلې عمل کوي ، نو په دې حالت کې یې مومنټ مساوي کېږي په:

$$M_o = \frac{q\ell_2\ell_n^2}{8}\left[1 - \frac{4d_c}{\pi\ell_1} + \frac{1}{3}\left(\frac{d_c}{\ell_1}\right)^2\right] \quad (8.2)$$

دلته : (d_c) د پایې د کپیټل قطر دی . نیکولس پورتنۍ رابطه په لاندې ډول اټکل کړله :

$$M_o = \frac{q\ell_2\ell_n^2}{8}\left(1 - \frac{2}{3}\frac{d_c}{\ell_1}\right)^2 \quad (9.2)$$

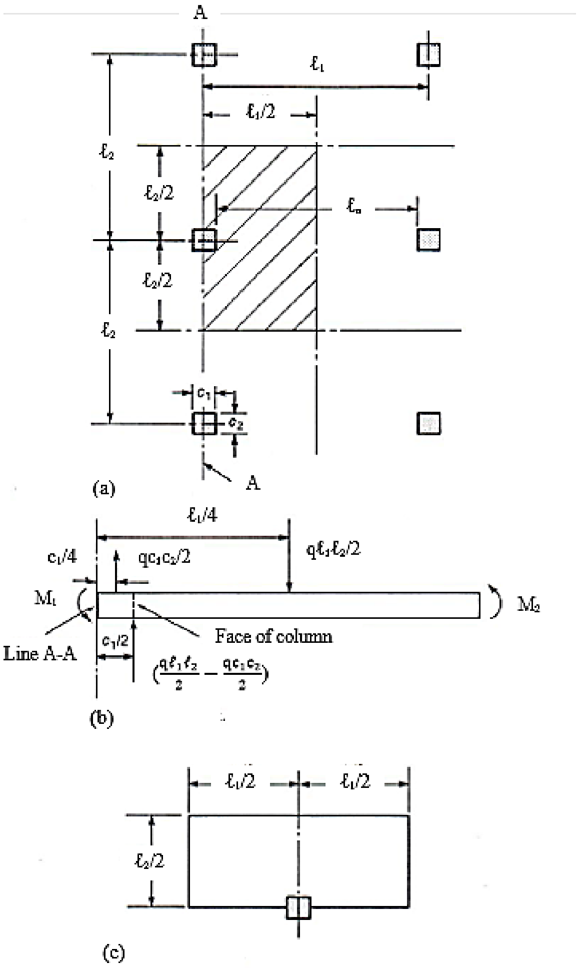
د (ACI) کود د مربعوي مقطع لرونکو پایو لپاره د (ℓ_n) پر بنسټ د(7.2) رابطې کارېدنه تائید کړله ، په دې شرط چې مربعوي مقطع لرونکې پایې تر منځ معادلې وایې د دایروي پایو په څېر یو شانته مساحت ولري .

په دې حالت کې ($c_1 = d_c\sqrt{\frac{\pi}{2}} = 0.886d_c$) .

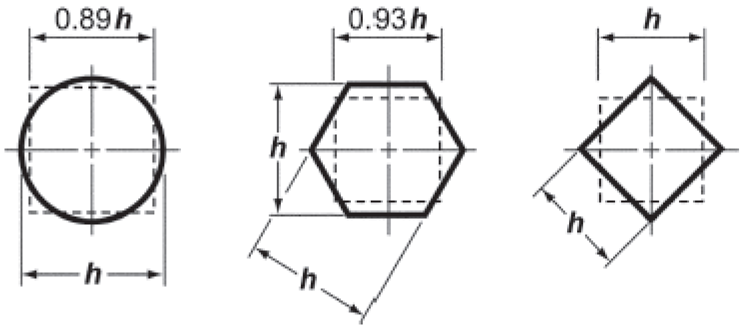
د مربعوي مقطع لرونکو پایو لپاره د (c_1/ℓ_1) نسبت حدود له (0.05) څخه تر (0.15) پورې په پام کې نیول کېږي . که ($\frac{c_1}{\ell_1} = 0.05$) او ($c_1 = c_2$) شي ، نو(3.2) او (5.3) رابطو څخه لیکلی شوچې : ($M_o = K\frac{q\ell_2\ell_1^2}{8}$) دلته : (K) ضریب دی چې په ترتیب سره (0.900) او (0.903) قبلېږي . د ($\frac{c_1}{\ell_1} = 0.15$) د (K) ضریب په ترتیب سره (0.703) او (0.723) قبلېږي. په دې ډول د(7.2) رابطه په دقت سره دهغه پوښښ تختو مومنټونه څرګندوي چې په مربعوي مقطع لـرونکو پایو باندې تکیه شوې وي ، د مناسبه محافظه کارۍ لپاره د (c_1/ℓ_1) نسبت ډېرېږي .

د دايروي مقطع لرونکو ستنو لپاره د $(\frac{c_1}{\ell_1})$ نسبت حدود له (0.05) څخه تر (0.2) پورې په پام کې نیول کېږي. که $(\frac{c_1}{\ell_1} = 0.05)$ او $(c_1 = c_2)$ شي ، نو(6.2) ارابطه له مخې $(K = 0.936)$ ، کله چې د (5.2) رابطه د (ℓ_n) پر بنسټ د $(c_1 = d_c\sqrt{\frac{\pi}{2}})$ په کارېدنې سره $(K=0.913)$ قبلېږي . د $(\frac{c_1}{\ell_1} = 0.2)$ لپاره د (K) مطابق قیمت د (7.2) او (8.2) رابطو لپاره په ترتیب سره له (0.748) څخه تر (0.677) پورې په پام کې نیول کېږي . په دې ډول د دایروي مقطع لرونکو پایو لپاره د (7.2) رابطه د (M_o) څخه تر (10%) سلنې پورې ، د (8.2) رابطې په پرتله لږ اټکل کېږي .

که په (8c.2- شکل) کې ښودل شوې برخو تعادل د مطالعې لاندې ونیو ل شي ، نو د (M_o) لپاره همدا ډول رابطې به د (ℓ_1) او (ℓ_2) همداراز د(c_1) او (c_2) دبدلون په پایله کې حاصل شي . له دې څخه یو ځل بیاڅرګندېږي چې په دواړو (ℓ_1) او (ℓ_2) لورو کې د مجموعي بار د مومنټ تعادل هرومرو بایدقانع کوونکې وي .



-8.2 شکل : په پوښښ تختې کې دنيکولس تحليل . (a) دپوښښ تختې پلان ، (b) د پوښښ تختې اخيزه نمااو (c) د دويمي پوښښ تختې پلان (629:15) .



-9.2 شکل : د اتکايي اجزاوو لپاره د معادلي مربعوي مقطع بېلګې (119:5) .

5.2- په دوه لوریزه پوښښ تختو کې د مومنټ وېشنه

(Distribution of Moments in two-way Slabs)

د ارتجاعیت تحلیل پر بنسټ د پوښښ په تختوکې د مومنټ لپاره بنسټیزه رابطه مساوی کېږي په :

$$m_x = -\frac{Et^3}{12}\left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}\right)$$
$$m_y = -\frac{Et^3}{12}\left(\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10.2)$$
$$m_{xy} = -\frac{Et^3}{12}\left(\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}\right)$$

په دې رابطو کې $\left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}\right)$ د پوښښ تختې په تسمه کې د (x) په لوري او $\left(\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}\right)$ د پوښښ تختې په تسمه کې د (y) په لوري کږېدنه (curvature) ښيي . د پوښښ تختې د تسمې کږېدنه (curvature) مساوي کېږي په : $= \frac{-\varepsilon I}{y\ r}$

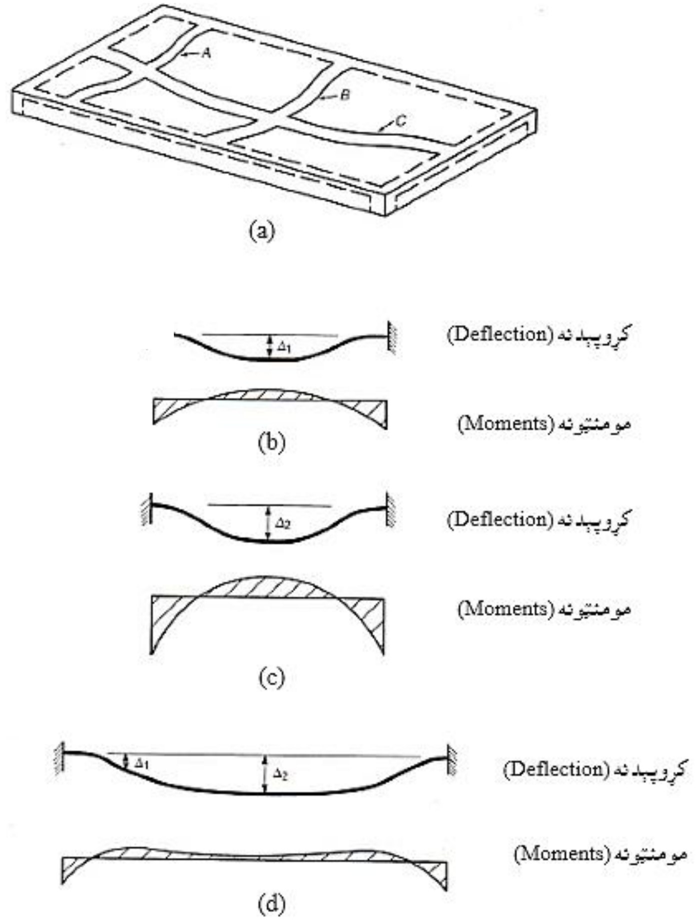
دلته : (r) د کږېدنې شعاع (د پوښښ تختې د منځني هواره محور څخه د کږ ې شوې پوښښ تختې د منحني تر مرکزه پورې فاصله) ده ، ($\frac{I}{r}$) کږېدنه ده او (y) د مرکزي محور څخه تر (ε) نسبتي اوږدېدنې تر ريښکۍ پورې فاصله ده . په ارتجاعیت کې د انحنايې جز کږېدنه مساوي کېږي په : $= \frac{-MI}{EI\ r}$

پورتنۍ رابطه د کږېدنې او مومنټ تر منځ مستقیمه رابطه ده ، چې د پوښښ تختې د کږوپېدنې (deflection) بڼه مجسم کوي او د کیفیت له مخې د مومنټونو وېشنه اټکلوي.

په (9a.2- شکل) کې یوه مستطیلي ډوله پوښښ تخته ښودل شوې ده ، چې ټول اړخونه يې د ګاډرونو سره سخت نښتي دي او هغې کې يوه طولاني او دوه متقابلې تسمې هم ښودل شوې دي . د دې تسمو د کږوپېدنې يا خميده ګې بڼه او د هغې داړونده مومنټونو دیاګرام له (9b.2) څخه تر (9d.2) شکل پورې ښودل شوي دي . دلته کږوپه شوې (deflected) بڼه ښکته لوري ته مقعر کېدنه ده چې په لاندېنۍ برخه کې د فشار مومنټ له امله ، منفي مومنټ نومول کېږي ، رامنځته کېږي ، چې له (8.2) رابطې څخه څرګندېږي . څرنګه چې (z) د مثبت ښکته لوري څخه اخيستل شوې دی، نو مثبته کږېدنه

$\left(\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}\right)$ د هغې منحني پورې تړلې ده چې ښکته لوري مقعره شوې ده . د مومنټ دا لویوالې او اهمیت د کږېدنې سره متناسب دی .

ډېره کږوپېدنه (Δ_2) د پنیل په مرکز کې رامنځته کېږي ، چې په پایله کې یې کږېدنه د (B) په تسمه کې مومنټونه د (A) تسمې مومنټونو په پرتله ډېرېږي . د (C) تسمې مرکزي برخه اساساً مستقیمه وي ، داسې ښکاري چې په دې ساحه کې د ډېرې بارونو عمل د پوښښ تختې په لنډ لوري د یولوریزه پوښښ تختې په څېر خپرېږي .



10.2- شکل: د پوښښ تختې د کږېدنې او مومنټونو تر منځ اړیکې . (a) د پوښښ تختې کږوپې شوې تسمې، (b) په (A) تسمه کې کږوپېدنه، (b) په (B) تسمه کې کږوپېدنه ، (c) په (C) تسمه کې کږوپېدنه (632:15) .

د پوښښ په تختې کې د تاووېدنې موجوده مومنټونه (m_{xy}) د متقاطع تسمې د شباهت په واسطه څرګندېږي .

11.2- شکل : د تاووېدنې مومنټ (m_{xy}) له امله د پوښښ تختې د(B-B) تسمې کړوپېدنه (632:15) .

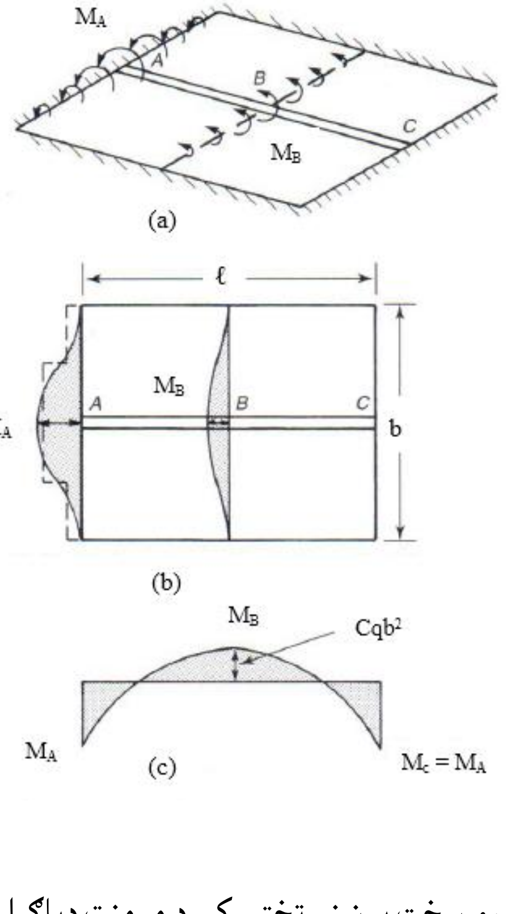
په سختو ګاډرونو یا دیوالونو باندې تکیه په مربعوي او مستطیلي ډوله پوښښ تختو کې دمومنټونو وېشنه ، په یو یا دوو ګرافیکومنحنیو کې ښودل کېږي . د پوښښ تختې په عمودي اوږدو لیکو کې د منفي مومنټونو(M_A) او مثبتو مومنټونو (M_B) وېشنه په (11a.2) او (11b.2) شکلونوکې پرله پسې منحني ګانو په څېر ښودل شوې دي ، لکه څنګه چې د څرګنده لیکو او تورې شوې سطحې په واسطه ښودل شوي دي یا د یولړ قدمونو(Steps) لکه د(M_A) لپاره د منقطع لیکوپه واسطه ښودل شوې ده. د هرې نقطې سره د منحني ارتفاع دا ښیي چې د دغه نقطو سره مومنټ پراخېږي . په ځېنو حالتونو کې د پوښښ تختې باالمقابل د (A-B-C) په تسمې کې د انحنایې مومنټونو وېشنه لکه د (10.2- شکل) اویا (12.2- شکل) په څېر ترسمېږي .

مومنټونه به د (Cqb^2) په مقدار سره څرګند شي ، کله چې (b) د پنیل د لنډ لوري اندازه وي ، د (C) ضریب قیمت په یوه مربعوي ، ساده اتکاء لرونکي یو لوریزه پوښښ تختې کې (0.125) وي . د پوښښ په تختو د ارده بارونوله اغېزې مومنټونو واحدونه په (lb. ft/ft) پونډفوټ په یوه فوټ یا (KN. m/m) کیلونیوټن په یوه متر عرض کې ښودل کېږي او په ټولو حالتونو کې د یوشانته بار شوې بار (q) لاندې پوښښ تختې لپاره د مومنټونو دیاګرامونه په پام کې نیول کېږي .

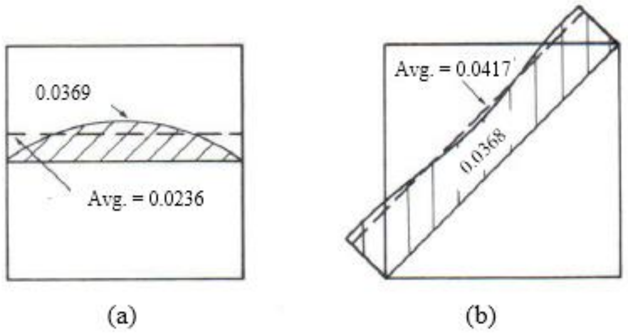
په (13.2- شکل) کې د ساده اتکاء لرونکې مربعوي پوښښ تختې لپاره د مومنټونو دیاګرام ښودل شوې دی ، د مومنټونو کار نظر لیکې ته په (12a.2- شکل) کې دي او د

پوښښ تختې په ډېره اندازه مومنتونه نظر د قطري محور اوږدو ته په (2.13b- شکل) کې ښودل شوې دي .

د یادولو وړ ده چې د پوښښ تختو یا ګاډرونو ته مجموعي بار د مومنتونو په واسطه له اتکاء ځخه اتکاء ته انتقالیږي . په (2.14a- شکل) کې دپوښښ یوه تخته چې دوو لوروته ساده اتکاء لري او دوو نورو لورو د ګاډرونو په اوږدو تکیه ده ، ښودل شوې ده . د پوښش تختې هغه مومنتونه چې په (2.12a- شکل) کې ښودل شوي دي ،د مجموعي مومنتونو یوازې (19%) سلنه حسابیږي . د مومنتونو پاتې برخه په ښودل شویو دوو ګاډرونو وېشل کیږي .



2.12- شکل : په څلورو لورو سخت پوښښ تختې کې د مومنټ دیاګرام . (a) د پوښښ تختې په څنډو اومنځ کې مومنتونه، (b) د پوښښ تختې په څنډو اومنځ کې مومنتونه وېشنه ،(c) د (ABC) په تسمه کې مومنتونه (633:15) .

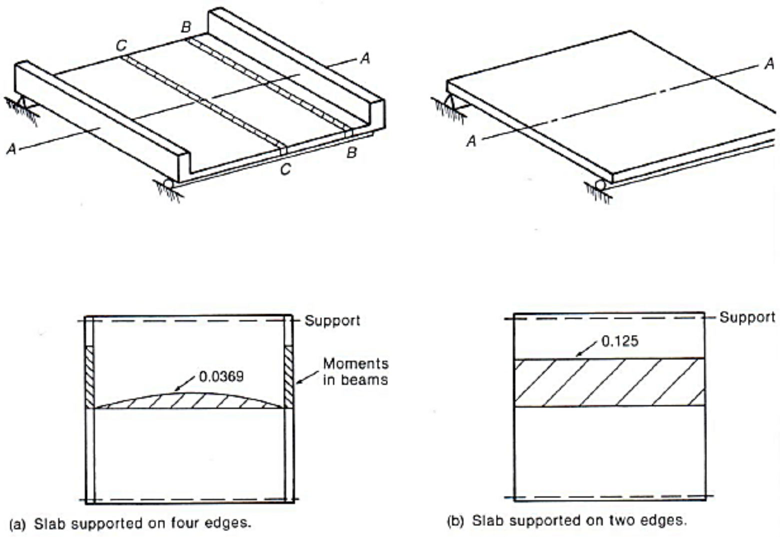


13.2- شکل : په څلورو لورو مفصلي پوښښ تخته کې مومنټونه . (a) د پوښښ تختې په مرکز کې مومنټونه، (b) د پوښښ تختې په قطر کې مومنټونه (634:15) .

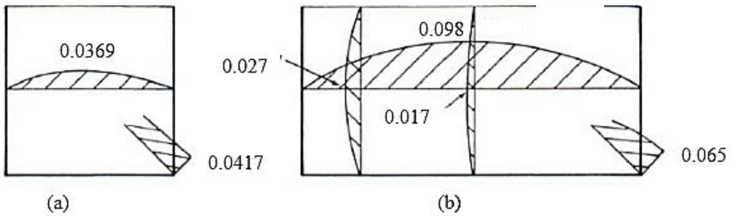
د (2.14b- شکل) په دواړو څنډو کې د ګاډرونو د سختۍ د کموالي اغېزه ښيې ، دلته په دواړو څنډو کې د ګاډرونو د سختۍ د عرض په واحد کې کموالې د پوښښ تختې سره مساوي دی ، نو له دې امله د بشپړه مومنټ په وړاندې مقاومت د يولوريزه پوښښ تختې په واسط تر سره کېږي . په واقيعيت کې د (A-A) ليکې ته مومنټونه د ټولووايوپه تسمو کې د وايو په منځ کې کرښدنې ثابتې ښودل شوې دي ، يانې داچې له اتکاء څخه تر اتکاء پورې مساوي دي . له بلې خوا د (B-B) تسمې په اوږدو کې کرښدنه د (2.14a - شکل) په څېر د (C-C) تسمې په پرتله ډېر ه کوچنۍ ده ، دا ځکه چې د (B-B) تسمه ستخت ګاډر ته نژدې ده، له دې څخه دا څرګنده شوه چې ولې د پوښښ تختې مومنټ په (2.14a - شکل) کې څنډو ته نژدې کمېږي .

د ساده اتکاء لرونکې پوښښ تختې په کنجونو کې هڅه کېږي چې د اتکاګانو په مشخصو برخو کې پيچل کېږي ، چې په دې فصل کې وروسته پرې بحث وشي . د مومنټ له دياګرامونو څخه ښکاري چې د کنجونو سره ښکته لوري نقطه کې بارونو له مخې په کنجونو کې ښکته فرض شوې دي .

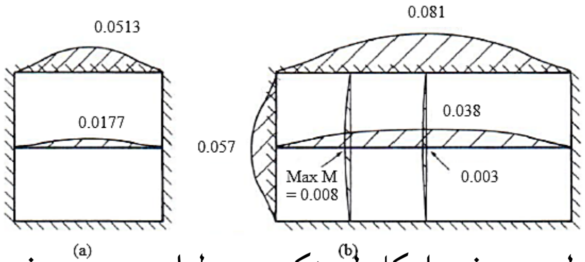
د مومنټونو وېشنه په څو نوروبېلابېل ډوله پوښښ تختو کې له (2.15 - شکل) څخه تر (2.17- شکل) پورې په ښه ترسيمېږي . په (2.16- شکل) کې مربعوي سخته اتکاء لرونکې پوښښ تختې مومنټونه ، د (36%) سلنې ستايکې مومنټونو لپاره ، چې پاتې نور مومنټونه يې په څنډوپه ګاډرونو کې ښودل شوې دي . د اوږدالی او عرض د نسبت په څېر ، د پوښښ تختې مرکزي برخه د يولوريزه تختې عمل اختياروي .



14.2- شکل : د پوښښ تختو په مومنټونو د ګاډر د سختۍ اغېزه . (a) په څلورو څنډومتکي پوښښ تخته، (b) په دوو څنډومتکي پوښښ تخته(634:15) .



15.2- شکل : په څلورو لورو ساده اتکاء لرونکو مستطیلي پوښښ تختود عرض په واحد کې انحنايي مومنټونه. (a) مربعوي پوښښ تخته، (b) مستطیلي پوښښ تخته چې (b/a = 0.5) وي (635:15) .



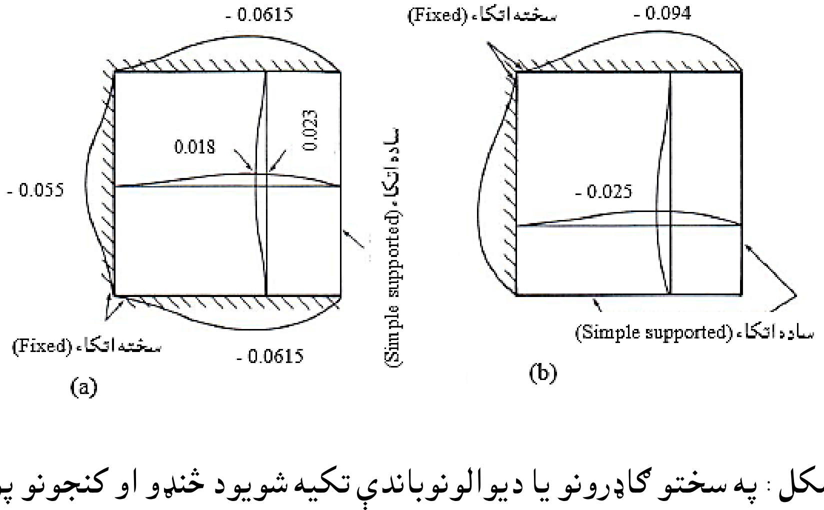
16.2- شکل : په څلورو لورو سخته اتکاء لرونکو مستطیلي پوښښ تختو په یومتر کې انحنايي مومنټونه. (a) مربعوي سخته اتکاء لرونکې پوښښ تخته، (b) مستطیلي سخته اتکاء لرونکې پوښښ تخته چې (b/a = 0.5) وي (635:15) .

1.5.2- د ځانګړو پایو په واسطه تکیه شویو پوښښ تختو کې مومنټونه

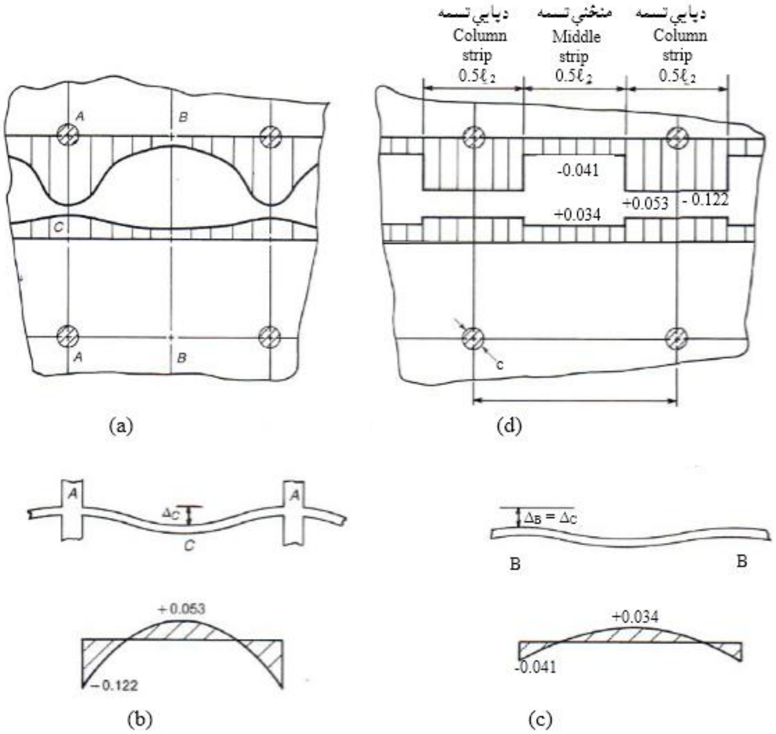
(Moments in Slabs Supported by Isolated columns)

هواره پوښښ تختې مستقیماً بې له ګاډر ل د پایو په واسطه تکیه کېږي ، دلته د پوښښ تختې ډېرې سختې برخې هغه برخې دي چې له یوې پایې څخه تر بلې پایې پورې د پنیل د څلورو څنډوپه اوږدو کې واقع وي ، چې د پوښښ تختې په دې برخو کې مومنټونه له نورو برخو څخه ډېر لوړ وي .

(18a.2- شکل) د ډېر ې لوی پوښښ تختې په ټیپیک داخلي پنیل کې چې ټول پنیلونه یې د معادلو بارونو سره پوشانته بارشوې دي ، د مومنټونو ښودنکې دی . د هغه پوښښ تختې د دایروي پایې چې قطر یې (c = 0.1ℓ) دی له پاسه تکیه شوې وي ، تر ټولو لوی منفي او مثبت مومنټونه یې د پایو ترمنځ وایه کې رامنځته کېږي . په (18b.2) او (18c.2) شکلونو کې د (A-A) او (B-B) تسمود لیکو په اوږدو کې کړېدنه او د مومنټونو دیاګرام ښیي . دواړه تسمې پایو ته نژدې منفي مومنټونه او د وایو په منځ کې مثبت مومنټونه لري .



17.2- شکل : په سختو ګاډرونو یا دیوالونوباندې تکیه شویو د څنډو او کنجونو پوښښ تختوانحنايې مومنټونه. (a) د څنډې پنیل، (b) د کنج پنیل (635:15) .



18.2- شکل : په ځانګړو پایو تکیه شویو پوښښ تختو کې مومنټونه ($\ell_2/\ell_1 = 1.0$) او ($c/\ell_1 = 0.1$) .

(a) د ارتجاعي تحلیل څخه مومنټونه، (b) د پایې په (A-A) تسمه کې کږېدنې او منځنې مومنټونه ، (c) د پایې په (B-B) تسمه کې کږېدنې او منځنې مومنټونه، (d) د تسمو له پاسه منځنې ارتجاعي مومنټونه (636:15) .

په (18a.2- شکل) کې د مومنټ دیاګرام د پایو او په منځنیو تسمو(د دوو پایو په منځ) کې د ($\ell_2/2$) په عرض کې د مومنټونو د ښودنې لپاره بیا ترسیم شوې دي.

د (ACI) کود د محاسبې په کړنلاره کې د پایو د منځنیو تسمو په عرض کې د مومنټونو منځنې قیمت په پام کې نیول کېږي . د (18a.2) او (18d.2) شکلونو تر منځ پرتلنه ښیې چې پایوته نژدې مجاور منځنې ښودل شوې قیمتونو په نسبت د تیورتیکې ارتجاعیت مومنټونه ښایې د پام وړ دېروالی ولري .

مجموعي ستاتیکي مومنټ (M_o) په لاندې ډول محاسبه کېږي :

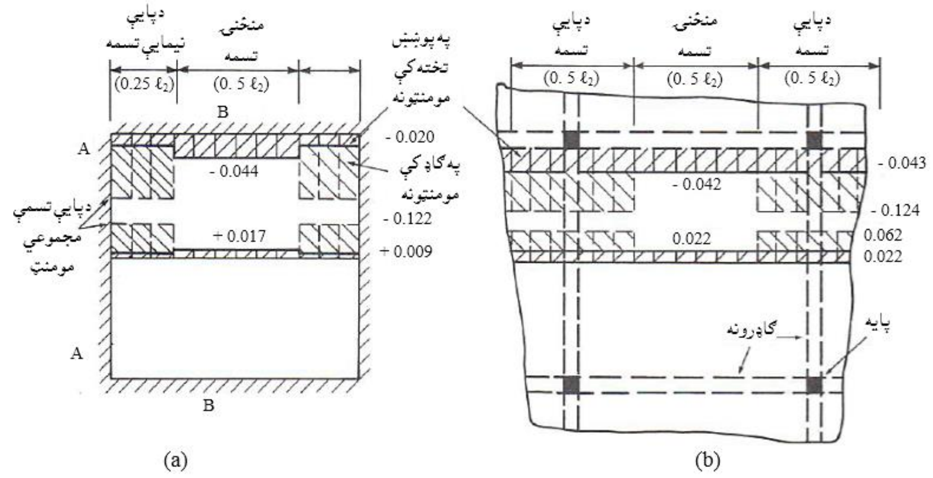
$$M_o = q\ell_n^2\ (0.122 \times 0.5\ell_2) + (0.041 + 0.5\ell_2) + (0.053 \times 0.5\ell_2) + (0.034 \times 0.5\ell_2)\ M_o = 0.125\ q\ell_2\ell_n^2$$

په (16.2- شکل) کې د مربعوي سخته پوښښ تخته چې په څلورو لورو یې په محکمو ګاډرونو تکیه کړې ده ، د مومنټونو بیا وېشنه ، چې په (19a.2- شکل) کې د پایو او د

منځنۍ تسمې د منځنۍ مومنټونو سره بيا ترسيم شوې دي لکه د (18.2- شکل) په څېر چې د هوارې پوښښ تختې لپاره په کې مومنټونه ښودل شوې دي . سربېره پر دې د ګاډر د مومنټ،نو او د پوښښ تختې د پايې د تسمې د مومنټونو مجموعه د پايې د تسمې په عرض وېشل کېږي او د ستنې د تسمې د مومنټ په څېر ترسيمېږي . په (18b.2- شکل) کې د مومنټونو وېشنه دمنځنۍ تسمې او په (19a.2- شکل) کې د ستنې د مجموعي مومنټ د وېشنې سره ورته والی لري .

په منځنۍ حالت کې په کوم کې چې د پوښښ تختې په عرض (ℓ_2) کې د ګاډر سختې (I_b) د پوښښ تختې د سختۍ (I_s) سره مساوي وي په (19b.2- شکل) کې ښودل شوې دی . سره له دې چې د پوښښ تختې او ګاډر ونو ترمنځ د مومنټونو وېشنه توپير لري ، خو دمجموعي مومنټونو وېشنه بيا هم سره ورته وي لکه څنګه چې په (18b.2) او (19a.2) شکلونو کې ښودل شوي دي .

د (ACI) کود دمجموعي مومنټونو وېشنې له ورته والی څخه د پوښښ تختې د محاسبې د کړنلارې په يو کېدنه کې ګټه اخېستې .



19.2- شکل : په هغه پوښښ تختو چې (l2/l1 = 1.0) وي مومنټونه . (a) څلورو څنډوکې سخت او څنډې نه وي کړوپې شوې، (b) په انعطاف منونونکې ګاډرونو تکيه شوې څلورڅنډۍ (636:15) .

6.2- د پوښښ تختو محاسبه (Design of Slabs)

د (ACI) کود په (13.5) برخه دا تجزوي چې د پوښښ تختې محاسبه د هرې کړنلارې یا طریقې په واسطه تر سره کېدای شي ، چې په هغې کې دواړه تعادل او هندسي اندولتیا تصدیق شي او همداراز د هـرې برخـــې مقاومت یې لږتر لږه د اړین مقاومت سره مساوي وي او د ګـتې اخـېستنې شـرایطـو په وړانـدې وړتیا ولـري . د (ACI) کـود د کـرېدنې په وړاندې د دوه لـــوریزه پوښښ تختو د سیستم د تحلیل او محاسبې لـــپاره دوه کـړنلارې او طـــریقې په تفصیل ســره وړانـدې کړې دي . دا طـــریقې د مستقیمې محاسبې طریقه (Direct – Design Method) یا (DDM) او د معادل چوکاټ طریقه (Equivalent – Design Method) یا (EDM) ده، چې د دې فصل په راتلونکو برخو کې به په تفصیل سره پرې بحث وشي . دا دواړه طریقې په سر کې د پوښښ تختې د مومنټونو په پیداکېدنې کې سره توپیر لري . په مستقیمه محاسبوي طریقه کې د مومنټ محاسبه د مجموعي ستاتیکي مومنټ (M_o) پر بنسټ تر سره کېږي ، چې په اړه یې مخکې په دې فصل کې په تفصیل سره بحث وشو. په دې طریقه کې د پوښښ تختې هر پنیل ته پاملرنه کېږي او د هر پنیل په هر لوري کې مومنټ د (5.2 - رابطې) په کارېدنې سره پیداکېږي . دا ستاتیکي مومنټ په مثبتو اومنفي مومنټونو او بیا د پایو او منځنیو تسمو تر منځ وېشل کېږي(454,455:3) .

د معادل چوکاټ طریقې (Equivalent – Design Method) یا (EDM) کې د پوښښ تخته په هر لوري په دوه بعدي چوکاټونو وېشل کېږي او د ارتجاعی - چوکاټ تحلیل له لارې مثبت او منفي مومنټونه پیداکېږي . د مثبت او منفي مومنټونه پیداکېدنې څخه وروسته کټ مټ لکه د مستقیمې محاسبې طریقې په څېر د منځنیو او پایو تسمو تر منځ وېشل کېږي .

د پوښښ تختې د محاسبې پړاوونه (Steps in slab Design) : د دوه لوریزه پوښښ تختې د محاسبې پړاوونه په لاندې ډول دي :

1- پوښښ تختې موقیعیت او ډول غوره کول ، چې د هغې له مخې د دوه لوریزه پوښښ تختې محاسبه تر سره کېږي . د پوښښ تختې د ډول په غوره کولو کې مهندسي او ساختماني جوړښت ته پاملرنه کول سخته اغېزه لري .

2- د پوښښ تختې د ضخامت غوره کول ، چې د ګټې اخېستنې پر مهال دکږوپېدنې (deflection) له ډېرېدنې څخه يې مخنيوي وشي . په همدې اندازه د پوښښ تختې ضخامت غوره کېدنه ډېره مهمه ځکه ده ، چې د پايو په دننه اوبیرون برخو کې د عرضاني قوو په وړاندې يې وړتيا د همدې له مخې ټاکل کېږي .

3- د محاسبوي مومنټ د پيداکولو لپاره د محاسبوې طرېقې غوره کول .

4- د پوښښ په تخته کې د مثبتو او منفي مومنټونو پيداکول .

5- د پوښښ تختې په عرض کې د مومنټونو وېشنه ، چې په پنيل کې دا وېشنه د پوښښ تختې د هندسي جوړښت او د ګاډرونو د سختۍ پورې اړه لري .

6- د محاسبه شوې مومنټونو له مخې د محاسبوي سيخانو پيداکول .

7- دپايو ګردچاپيره دبحراني مقطع سره د عرضاني قوو په وړاندې د مقاومت چک کول .

ګاډر ته د پوښښ تختې د سختۍ نسبت (α_f) : د پوښښ تختې په ترتیب سره د ګاډرونو په وايه کې له يوې ستنې څخه تر بلې ستنې پورې د ودانۍ په محيط تکيه وي . دا ګاډرونه هڅه کوي چې د پوښښ تختې ځنډې سختې يا محکمې کړي او دپوښښ تختې د بيروني پنيلونو کږوپېدنې د کمېدنې سره مرسته وکړي . ډېرې درنې بار شوې پوښښ تختې په اوږده وايه شبکه ډوله پوښښ تختې (Waffle slab) کله کله د پوښښ تختې په ساختمان کې ټولې پايې د ګاډرونو سره نښلوي .

د (ACI) کود په کږوپېدنې کې د ګاډرونو د سختې اودمومنټونود وېشنې اغېزې توضيح کړې دي ، چې د(α_f) تابع دي او د انحنايي سختۍ ($\frac{4EI}{\ell}$) په څېرېې تعريف کړی دي،چې د لاندېنې فورمول په واسطه محاسبه کېږي :

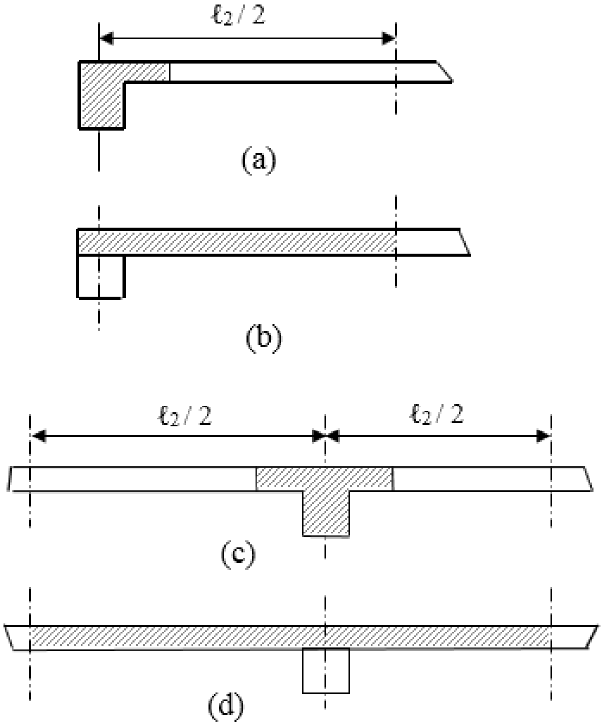
$$\alpha_f = \frac{\frac{4E_{cb}I_b}{\ell}}{\frac{4E_{cs}I_s}{\ell}}$$

دا چې د ګاډر او پوښښ تختې اوږدوالی (ℓ) دي،نو پورتنۍ رابطه په لاندې ډول لیکلی شو:

$$\alpha_f = \frac{E_{cb}I_b}{E_{cs}I_s} \qquad (11.2)$$

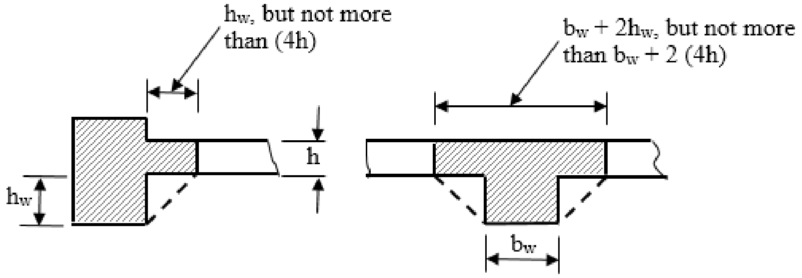
دلته:

(E_{cb}) او (E_{cs}) په ترتیب سره د ګاډر او پوښښ تختې د کانکرېټو د ارتجاعیت مودولونه دی . (I_b) او (I_s) په ترتیب سره د نه درز شویو ګاډرونو او پوښښ تختو د انرشیا مومنټونه دي ، چې په (20.2- شکل) کې په لیکه لیکه ډول ښودل شوي او هغه وایه چې د محاسبه کېدونکي لوري سره عمودي واقع ده په (ℓ_2) ښودل شوې ده . په (20c.2- شکل) کې د پام لاندې ګاډرونه چې باالمقابل ببلابېلې وایې لري په مجاوریت کې یې پنیلونه ښودل شوې دي . په دې حالت کې د (ℓ_2) محاسبه په (1.2 - مثال) کې توضیح شوې ده ، که په هغې کې ګاډر نه وي ، نو ($\alpha_f = 0$) کېږي .



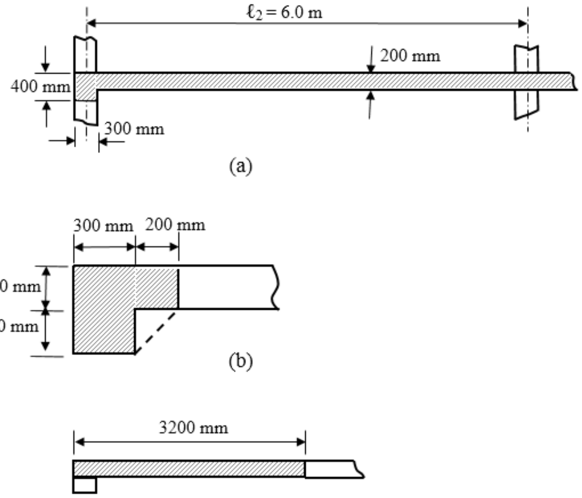
20.2- شکل : د(α_f) دمحاسبې لپاره د ګاډر او پوښښ تختې قطعه . (a) دڅنډې ګاډرد (I_b) لپاره قطعه ، (b) دڅنډې ګاډرد (I_s) لپاره قطعه، (c) دداخلي ګاډرد (I_b) لپاره قطعه ، (d) دداخلي ګاډرد (I_s) لپاره قطعه (639:15) .

د (ACI) کود په (Section 13.2.4) برخې له مخې ګاډر په یوریخت ډول یا په بشپړه توګه د جوړښت له مخې د ګاډرتنه جمع د پوښښ تختې برخه ، د ګاډر په هر لوري دپوښښ تختې له پاسه یا لاندې په مساوی توګه د فاصلې غځېدنه په پام کې نیول کېږي، په دې شرط چې د دې فاصلې ډېروالی د پوښښ تختې د ضخامت له څلور برابره څخه ډېر نه شي ، چې (2.12-شکل) کې ښودل شوې ده (638-640:15).



2.21- شکل : د(ACI) کود په واسطه د ګاډرونو تعریف شوې مقطع . (640:15) .

2.1- مثال : د لاندېنې شکل له مخې ، د پوښښ تخته او ګاډرونه سره په یو ریخت ډول جوړ او د کانکرېټو مقاومت او (E_c) یې سره یو شانته وي . د(α_f) قیمت په لاس راوړي؟



1- په سر کې د (I_b) انرشیا مومنټ په پورتنې شکل کې د ګاډر د ښودل مقطع له مخې پیدا کوو. د دې ګاډر د ثقل مرکز د پوښښ تختې له پاسنې برخې څخه په (175 mm) کې واقع دی ،نو د ګاډر د انرشیا مومنټ مساوي کېږي په :

$I_b = (300 \times \frac{(400)^3}{12}) + (300 \times 400) \times (25)^2 + (200 \times \frac{(200)^3}{12}) + (200 \times 200) \times (75)^2$

$I_b = 2,033.3 \times 10^6\ mm^4$.

2- د پورتنې شکل له مخې د پوښښ تختې انرشیا مومنټ (I_s) د لیکې لیکې شوې برخې لپاره په لاندې ډول پیدا کوو :

$I_s = (3,150 \times \frac{(400)^3}{12}) = 1.68 \times 10^{10}\ mm^4$

3- د (α_f) قیمت په لاندې ډول په لاس راوړو :

$\alpha_f = \frac{I_b}{I_s} = \frac{2,033.3 \times (10)^6}{1.68 \times (10)^{10}} = 0.121$

7.2- د دوه لوریزه پوښښ تختو اصغري ضخامت

(Minimum Thickness of Two-Way Slabs)

د (ACI) کود د (Section 9.5.3) برخې د تعریف له مخې د دوه لوریزه پوښښ تختو اصغري ضخامت په ټوله کې د پوښښ تختې د کړوپېدنې دقبلېدنې وړ مناسب حد ټاکل شوې دی . د پوښښ تختو اصغري ضخامت تر هغه حالته کارولی شو چې د پوښښ تختې په لاس راغلې کړوپېدنه د هغې له اندازې څخه ډېره نه شي . د (ACI) کود د دوه لوریزه پوښښ تختو لپاره اصغري ضخامت د لاندېنیو ځانګړتیاو سره اړینه ګڼي :

الف - دپوښښ هغه دوه لوریزه تختې چې بې له ګاډره تکیه شوې وي : د دې ډول پوښښ تختو لپاره اضغري ضخامت ، چې د دننیو پایو ترمنځ یې ګاډرونه نه وي او د اوږد او لنډ لورو نسبت یې (2) او یا له دوو څخه کوچنی وي د لاندېني (1.2-جدول) یا د (ACI) کود له (Table 9.5c) جدول څخه اخېستل کېږي،خود (ACI Code) د(13.2.5) برخې د لارښوونې پربنسټ د پوښښ هغه تختې چې د ډراپ پنیل ونه لري باید چې د (125 mm) ملي متره یا (5.0 in) انچ ، څخه او هغه چې ډراپ پنیل ولري باید چې له (100 mm) ملي متره یا (4.0in) انچ ، څخه لږ نه شي (447:6) .

د یادولو وړ ده چې دګاډر د سختۍ نسبت (α_f) باید (0.8) اویا له دې څخه ډېر وي نو دا ګاډر د څنډې ګاډر نومول کېږي . دا د دې ښکارندوینه کوي چې د ګاډر ارتفاع (h) لږترلږه د پوښښ تختې دوه برابره او مجموعي مساحت یې لږترلږه ($4h^2$) وي اود سختۍ نسبت (α_f) قیمت یې له (0.8) څخه ډېر وي ، د دې کړنلارې له مخې د پوښښ تختې د ضخامت ټاکنه ساده کېږي .

د پوښښ تختې د کړوپېدنې ډېروالی یو لړ ستونزې رامنځته کوي ، نو له دې امله په (1.2-جدول) کې د ورکړل شویو ضخامتونو په ټاکنه کې که ضخامت تر (150 mm) ملي متره یا (6.0 in) انچه پورې وي ، نو د واحد تر یو پرڅلورمې برخې پورې او که له دې څخه ضخیم وي نو د واحد تر نیمایې پورې باید په تام عدد ګرد شي ، د ضخامت د ټاکنې لپاره د عدد ګردول د پوښښ تختې د محکمېدنې د لوړېدنې او د کړوپېدنې دکوچنۍ کېدنې سره مرسته کوي . د پوښښ تختو دکړوپېدنې مطالعې جوته کړې ، هغه پوښښ تختې چې بې له ګاډرونو په پایو تکیه وي د کړوپېدنې مخنیوي لپاره یې ضخامت د (ACI) کود د اصغري ضخامت څخه (10%) ډېر په پام کې نیول کېږي .

1.2- جدول: بې له د اخلي ګاډرونو پوښښ تختو اصغري ضخامت (500:9) .

دسیخانو د تسلیمېدنې مقاومت (f_y) په (MPa)	بې له ډراپ پنیله پوښښ تختې			له ډراپ پنیله سره پوښښ تختې		
	بیروني پنیلونه		داخلي پنیلونه	بیروني پنیلونه		داخلي پنیلونه
	بې له څنډې ګاډرونه	څنډې لرونکې ګاډرونه		بې له څنډې ګاډرونه	څنډې لرونکې ګاډرونه	
275	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{40}$	$\frac{\ell_n}{40}$
420	$\frac{\ell_n}{30}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$
517	$\frac{\ell_n}{28}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{34}$	$\frac{\ell_n}{34}$

په پورتنې جدول کې (ℓ) داوږد لوري د خالصې وایې اوږدوالی دی چې د اتکاګانو تر منځ د اړخونو څخه حسابېږي . همداراز دپوښښ تختو لپاره چې د پایو ترمنځ ګاډرونو باندې تکیه وي ، نو باید چې د (α_{fm}) قیمت یې له (0.8) څخه لږ نه وي .

ب - دپوښښ هغه تختې چې په ګاډرونو تکیه شوې وي : د دننیو اتکاګانو ترمنځ دګاډرونو سره پوښښ تختو لپاره ضخامت د (ACI Code) د (9.5.3.3) برخې دلارښوونې له مخې په لاندې ډول اصغري ضخامت ټاکل کېږي :

(a)- د هغه پوښښ تختو لپاره اصغري ضخامت چې په هغې کې ($\alpha_{fm} \leq 0.2$) وي ، له پورتنې (1.2- جدول) څخه ټاکل کېږي .

(b) - د هغه پوښښ تختو لپاره چې په هغې کې ($0.2 < \alpha_{fm} \leq 2.0$) وي، نو اضغري ضخامت باید له لاندېنې قیمت او په هیڅ وجــه لــه (125 mm) ملي مترو یا (5.0 in) انچو څخه لږ نه شي .

$$h = \frac{\ell_n\left[0.8+\left(\frac{f_y}{1,500}\right)\right]}{36+5\beta(\alpha_{fm}-0.2)} \geq 125\text{mm but not less than (125 mm) or (5.0 in).}$$

(c) - د هغه پــوښښ تخــتو لــپاره چــې پــه هغې کې ($\alpha_{fm} > 2.0$) وي، نو اصغري ضخامت باید له لاندېنې قیمت او په هیڅ وجه له (90 mm) ملي مترو یا (3.5 in) انچو څخه لږ نه شي.

$$h = \frac{\ell_n\left[0.8+\left(\frac{f_y}{1,500}\right)\right]}{36+9\beta} \geq 90\text{ mm but not less than (90 mm) or (3.5 in).}$$

(d) - په ازادو څنډو کې او یا د څنډو په ګاډرونو کې چې د سختۍ نسبت یې له (0.8) څخه لږ نه وي باید چې د پوښښ تختې ضخامت یې د څنډې په پنیل کې (10%) سلنه ډېر شي، دا ځکه چې لږترلږه باید چې (125 mm) یا (90 mm) باید پوره کړي .

په پورتنیو فورمولونو کې : (h) - بشپړه ارتفاع ده ، (ℓ_n) - د مطالعې لاندې پوښښ تختې د پنیل په اوږد لوري خالصه وایه ده . (α_{fm}) - د پنیل د څلورو واړو څنډو د(α_f) منځنې قیمت دی . β - د پنیل د اوږد او لنډ لورو د خالص اوږدوالي نسبت دی(447:6) .

د پوښښ تختې ضخامت د عرضاني قوو له مخې هم پیداکېږي ، دا په هغه ځانګړې حالت کې چې د څنډې پایو ته ډېر مومنتونه انتقالېږي او یا هم د داخلي پایو تر منځ وایې اوږدوالی یو له بله ډېر توپیر ولري . د ضخامت ټاکنه هغه مهال د قناعت وړ ده چې دڅنډې د پایو سره عرضاني قوه ($V_u \approx 0.5\phi V_c$) څخه تر ($V_u = 0.55\phi V_c$) پورې او د د اخلي پایو سره ($V_u = 1.0\ \phi V_c$) وي .

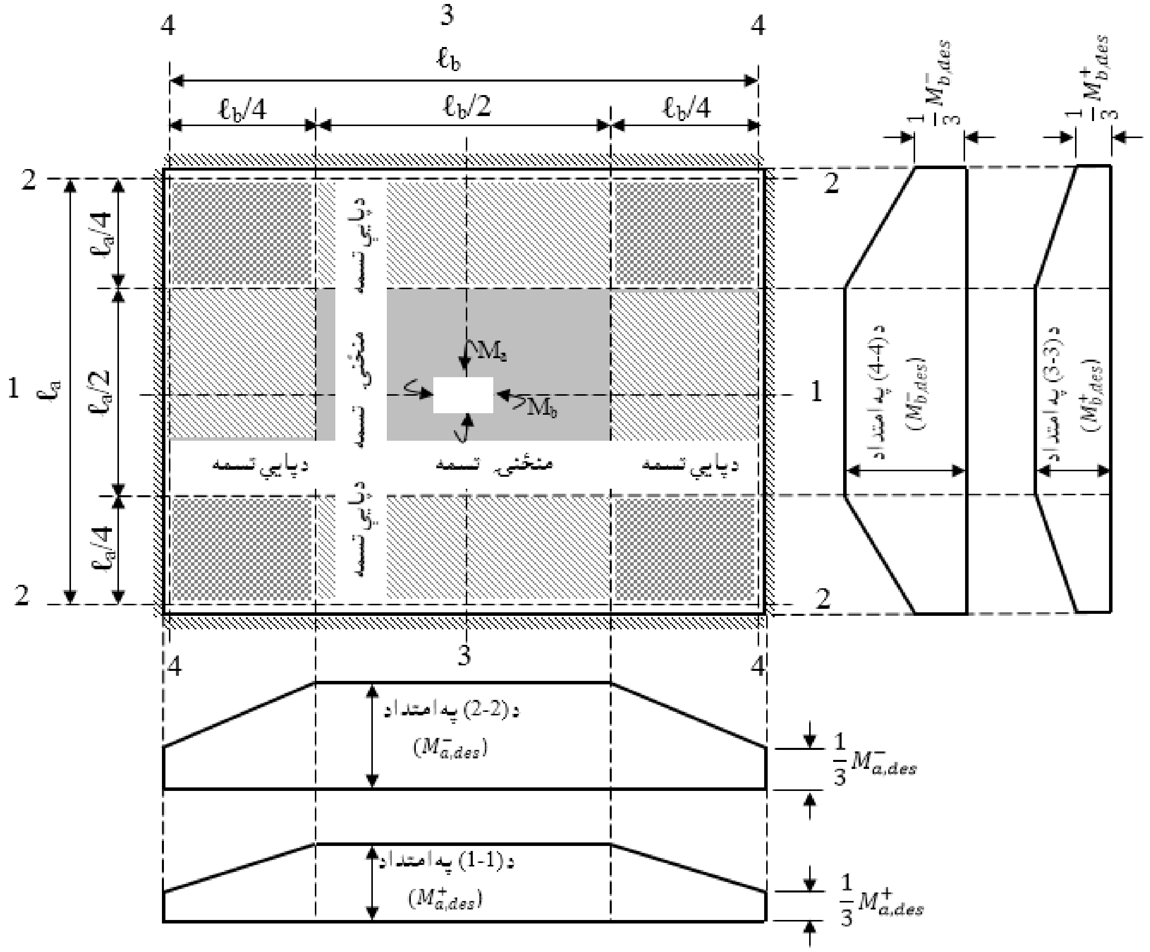
8.2- دضريبونو په طريقه د دوه لوريزه پوښښ تختو تحليل او محاسبه

(Analysis and Design of Two-Way Slabs by Coefficient Method)

اوسپنيز کانکرېټي دوه لوريزه پوښښ تختې چې ديوشانته وېشلې بار لاندې واقع وي او په څلورو لورو څنډوکې يې له کومه بدلونه د ديوالونو يا ګاډرونو له پاسه نسبتاً سخت تکيه شوې وي . ديوې خطي ارتجاعي سطحې د شکل د بدلون لپاره د ديفرنشيالي معادلې د دقيق حل په پايله کې د پوښښ تختې په بېلابېلو برخو کې د انحنايي مومنټونو او عرضاني قوو د پيداکولولپاره ضريبونه حاصلېږي . دا ساده او تقريبي طريقه چې پر يوه ارتجاعي تحليل متکي ده د (ACI Code) کود په لومړنيو خپرونو او د اوس مهال د کاناډا او ايران او ځينې نورو هېوادونو په کودونو کې تشريح او توضيح شوې ده . د دې طريقې په کارېدنه کې يو تکيه شوې ګاډر د سخت تکيه شوې حالت کې په پام کې نيول کېږي، چې په هغې کې بايد($\frac{b_w h_b^3}{\ell_n h_s^3} \geq 2.0$) نسبت شتون ولري ، په دې کې (b_w) د ګاډر تنه ، (h_b) د ګاډر ارتفاع ، (ℓ_n) د وايې اوږدوالی او (h_s) د پوښښ تختې ضخامت دی (22.2- شکل).

د يو دوه لوريزه پوښښ تختې په دواړو لورو په پايو تسمو(Columns strips) او يو منځنۍ تسمې (Middle strip) وېشل کېږي ، منځنۍ تسمه د پوښښ تختې مرکزي محور ته د نږدې کېدنې له مخې هر لوري ته د پوښښ تختې د عرض د نيمايي په اندازه او د منځنۍ تسمې دوه اړخيزې ناحيې چې هره يوه يې د پوښښ تختې د عرض يو پرڅلور برخ جوړوي ، د پايو د تسمو پورې اړه لري . که د پوښښ تختې دلنډ او اوږد لورو اندازې په ترتيب سره په (ℓ_a) او (ℓ_b) سره وښايو ، نود(ℓ_b) په استقامت د پوښښ تختې په يوه واحد عرض کې محاسبوي منفي او مثبت مومنټونه په ترتيب سره د(1-1) او (2-2) لپاره ($M_{a,des}^{-}$) او ($M_{a,des}^{+}$) ښودل شوې دي . سره له دې چې د پايو د تسمو لپاره دا مومنټونه په خطي توګه دپايو د تسمې او د منځنۍ تسمې په ګډه په سرحد کې د دې اندازو څخه په اتکاء کې ديو پر درې په اندازه کمېږي . په همدې ډول د (ℓ_a) استقامت

په ترتیب سره د(3-3) او (4-4) لپاره ($M^+_{b,des}$) او ($M^-_{b,des}$) ښودل شوې دي او دپايو د تسمولپاره په اتکاء کې په خطي ډول یو پر دریمه اندازه اړونده مقدار کمیږي .



22.2- شکل: په دوه لوریزه پوښښ تخته کې د پایو او منځنۍ تسمې ښودنه او مثبتو او منفي بحراني مقطعو کې دمحاسبوي انحنايي مومنټونوبدلون (.168:2)

د منځنۍ تسمې لپاره محاسبوي کرېدنې مومنټونه د مخکنې تعریف پر بنسټ د لاندېنیو رابطو په کارېدنې سره پیداکیږي :

$$M_{a.\,des} = C_a\, W\, \ell_a^2 \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (12.2)$$

$$M_{b.\,des} = C_b\, W\, \ell_b^2 \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (13.2)$$

په پورتنیو رابطو کې د (C_a) او (C_b) ضریبونه د مومنټونو ټاکونکې ضریبونه دي ، چې په منځنۍ تسمه کې د منفي مومنټـــونو لـــپاره په (C^-_a) او (C^-_b) ښودل شوې

چې له (2.2-جدول) څخه اخېستل کېږي ، په دې حالت کې (w) د ضریبونو سره دمړو او ژوندیــو بارونو مجموعه ده چې د پوښښ تختې په یــوه واحــده سطحه کې په پام کې نیول کېږي.

په منځنۍ تسمه کې د مثبتو مومنټونو د ټاکنې لپاره ضریبونه په (C_a^+) او (C_b^+) ښودل ښوې دي ، چې د مړو بارونو په پام کې نیولو سره د مثبتو مومنټونو د پیداکولو لپاره له (3.2- جدول) څخه اود ژوندیو بارونو په پام کې نیولو سره له (4.2- جدول) څخه اخېستل کېږي. د مړواو اوژوندیو بارونو له مخې د مومنټ د ضریبونو توپیر په (3.2) او (4.2) جدولونو کې ، چې د پوښښ تختې د لنډلوري اواوږدلوري نسبت په ($m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$) ښودل شوی دی او له (1.0) څخه تر (0.5) محدودې پورې بدلون مومي ، که دانسبت له (0.5) څخه کوچنی شي ، نود پوښښ تخته نوره دوه لوریزه عمل نه کوي ښه به داوي چې د یولوریزه تختې په څېر یې محاسبه تر سره شي. همداراز په لاندېنیو جدولونوکې د پوښښ تختو د تکیه کېدنې نهه بېلابېل حالتونه ښودل شوې ، چې د هر حالت لپاره د هغې د ځانګړتیاوو په پام کې نیولو سره ضریبونه له جدول څخه اخېستل کېږي .

د پوښښ تختې په محاسبه کې (اتکاء ته نژدې) مجموعي بار (w) د (ℓ_b) او (ℓ_a) په لورو په (5.2- جدول) کې دښودل شویودباروېشونکو (w_a) او (w_b) ضریبونو دمحاسبې لپاره له هغې څخه اخېستل کېږي . د ګاډرونو او یا دیوالونو له پاسه د بارونو د محاسبې لپاره هم له دې طریقې څخه ګټه اخېستل کېږي ، په دې شرط چې دپوښښ تختې د لنډې اتکاء په لوري د متناظربار څخه چې د (45°) درجو په زاویه تکیه کېدونکې ساحې څخه لږ بارونه وانه خلي .

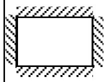
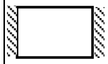
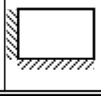
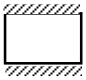
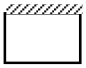
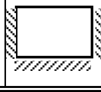
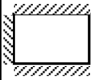
په ګاډرونو کې انحنايي مومنټونه له پوښښ تختې څخه د انتقال شویو بارونو له امله 1- له پوښښ تختې څخه د لنډ لوري ګاډرته (په مثلثي ډول) د بار انتقال :

$$q_u = \frac{w_u \ell_a}{3} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14.2)$$

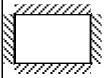
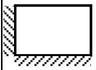
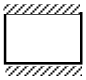
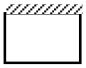
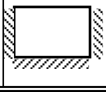
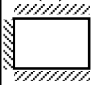
2- له پوښښ تختې څخه د اوږد لوري ګاډرته (په ذوذنقه یې ډول) د بار انتقال:

$$q_u = \left(\frac{w_u \ell_a}{3}\right)\text{-}\left(\frac{3-m^2}{2}\right)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15.2)$$

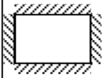
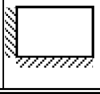
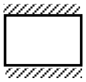
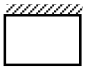
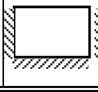
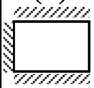
2.2- جدول: په ضريبي طريقه د پوښښ تختې د منفي انحنايي مومنتونو ضريبونه (د ضريبي شويو مړو او ژونديو بارونو پربنسټ)(283:4).

$m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$		حالت (1)	حالت (2) 	حالت (3) 	حالت (4) 	حالت (5) 	حالت (6) 	حالت (7)	حالت (8) 	حالت (9) 
1.0	C_a^-	-	0.045	-	0.050	0.075	0.070	-	0.033	0.061
	C_b^-	-	0.045	0.076	0.050	-	-	0.071	0.061	0.033
0.95	C_a^-	-	0.050	-	0.055	0.079	0.075	-	0.038	0.065
	C_b^-	-	0.041	0.072	0.045	-	-	0.067	0.056	0.029
0.90	C_a^-	-	0.055	-	0.060	0.080	0.079	-	0.043	0.068
	C_b^-	-	0.037	0.070	0.040	-	-	0.062	0.052	0.025
0.85	C_a^-	-	0.060	-	0.066	0.082	0.083	-	0.049	0.072
	C_b^-	-	0.031	0.065	0.034	-	-	0.057	0.046	0.021
0.80	C_a^-	-	0.065	-	0.071	0.083	0.086	-	0.055	0.075
	C_b^-	-	0.027	0.061	0.029	-	-	0.051	0.041	0.017
0.75	C_a^-	-	0.069	-	0.076	0.085	0.088	-	0.061	0.078
	C_b^-	-	0.022	0.056	0.024	-	-	0.044	0.036	0.014
0.70	C_a^-	-	0.074	-	0.081	0.086	0.090	-	0.068	0.081
	C_b^-	-	0.017	0.050	0.019	-	-	0.038	0.029	0.011
0.65	C_a^-	-	0.077	-	0.085	0.087	0.093	-	0.074	0.083
	C_b^-	-	0.014	0.043	0.015	-	-	0.03	0.024	0.008
0.60	C_a^-	-	0.081	-	0.089	0.088	0.095	-	0.080	0.085
	C_b^-	-	0.010	0.035	0.011	-	-	0.024	0.018	0.006
0.55	C_a^-	-	0.084	-	0.092	0.089	0.096	-	0.085	0.086
	C_b^-	-	0.007	0.028	0.008	-	-	0.019	0.014	0.005
0.50	C_a^-	-	0.086	-	0.094	0.090	0.097	-	0.089	0.088
	C_b^-	-	0.006	0.022		-	-	0.014	0.010	0.003

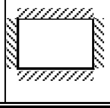
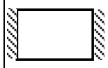
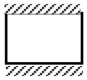
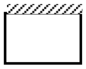
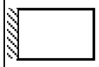
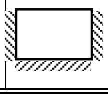
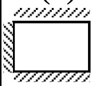
3.2- جدول: په ضريبي طريقه دپوښښ تختې د مثبت انحنايي مومنټونوضريبونه (دضريبي شويو مړو بارونو پربنسټ)(284:4).

$m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$		حالت (1)	حالت (2) 	حالت (3)	حالت (4) 	حالت (5) 	حالت (6) 	حالت (7)	حالت (8) 	حالت (9) 
1.0	C_{aD}^{+}	0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	C_{bD}^{+}	0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	C_{aD}^{+}	0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	C_{bD}^{+}	0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	C_{aD}^{+}	0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	C_{bD}^{+}	0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	C_{aD}^{+}	0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	C_{bD}^{+}	0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	C_{aD}^{+}	.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	C_{bD}^{+}	0.023	0.11	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	C_{aD}^{+}	0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	C_{bD}^{+}	0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	C_{aD}^{+}	0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	C_{bD}^{+}	0.016	0.007	0.016	0.016	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	C_{aD}^{+}	0.074	0.32	0.54	0.050	0.036	0.54	0.065	0.44	0.34
	C_{bD}^{+}	0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	C_{aD}^{+}	0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	C_{bD}^{+}	0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	C_{aD}^{+}	0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	C_{bD}^{+}	0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	C_{aD}^{+}	0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	C_{bD}^{+}	0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

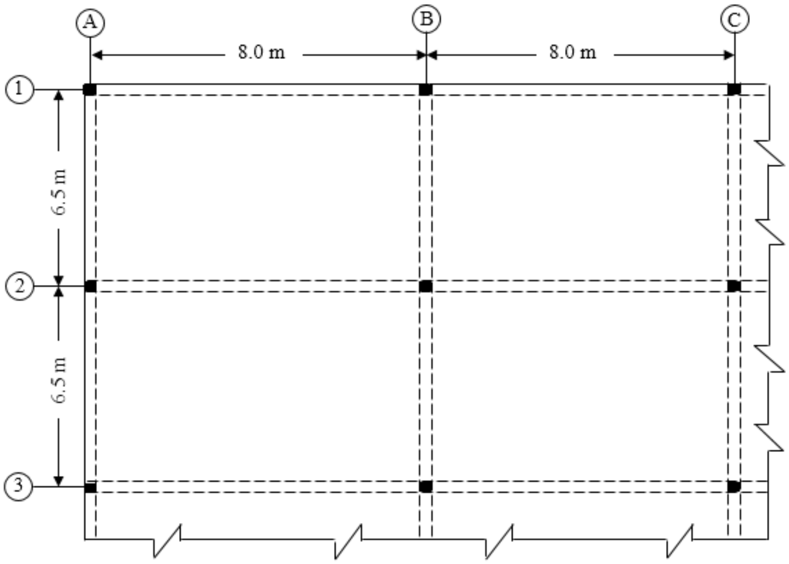
4.2- جدول: په ضریبي طریقه دپوښښ تختې د مثبت انحنایي مومنتونوضریبونه (دضریبي شویو ژوندیو بارونو پربنسټ)(285:4).

$m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$		حالت (1)	حالت (2) 	حالت (3)	حالت (4) 	حالت (5) 	حالت (6) 	حالت (7)	حالت (8) 	حالت (9) 
1.0	C_{aL}^{+}	0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
	C_{bL}^{+}	0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.030	0.028
0.95	C_{aL}^{+}	0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.034	0.038	0.031	0.032
	C_{bL}^{+}	0.033	.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.90	C_{aL}^{+}	0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
	C_{bL}^{+}	0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	C_{aL}^{+}	0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
	C_{bL}^{+}	0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.020
0.80	C_{aL}^{+}	0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	C_{bL}^{+}	0.023	0.017	0.022	0.020	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	C_{aL}^{+}	0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	C_{bL}^{+}	0.019	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.70	C_{aL}^{+}	0.068	0.048	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
	C_{bL}^{+}	0.016	0.012	0.016	0.014	0.011	0.013	0.017	0.014	0.011
0.65	C_{aL}^{+}	0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.64	0.070	0.059	0.054
	C_{bL}^{+}	0.013	0.010	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.011	0.009
0.60	C_{aL}^{+}	0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	C_{bL}^{+}	0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.0009	0.007
0.55	C_{aL}^{+}	0.88	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
	C_{bL}^{+}	0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.50	C_{aL}^{+}	0.95	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.070	0.067
	C_{bL}^{+}	0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004

5.2- جدول: د پوښښ په تخته کې او دهغه بار چې په اتکاګانو کې واردېږي د عرضاني قوو په محاسبه کې د(ℓ_a) او(ℓ_b) په لورو د(w) نسبتونه (286:4).

$m = \frac{\ell_a}{\ell_b}$		حالت (1)	حالت (2) 	حالت (3) 	حالت (4)	حالت (5) 	حالت (6) 	حالت (7) 	حالت (8) 	حالت (9) 
1.0	w_a	0.50	0.50	0.17	0.50	0.83	0.71	0.29	0.33	0.67
	w_b	0.50	0.50	0.83	0.50	0.17	0.29	0.71	0.67	0.33
0.95	w_a	0.55	0.55	0.20	0.55	0.86	0.75	0.33	0.38	0.71
	w_b	0.45	0.45	0.80	0.45	0.14	0.25	0.67	0.62	0.29
0.90	w_a	0.60	0.60	0.23	0.60	0.88	0.79	0.38	0.43	0.75
	w_b	0.40	0.40	0.77	0.40	0.12	0.21	0.62	0.57	0.25
0.85	w_a	0.66	0.66	0.28	0.66	0.90	0.83	0.43	0.49	0.79
	w_b	0.34	0.34	0.72	0.34	0.10	0.17	0.57	0.51	0.210.33
0.80	w_a	071	0.71	0.33	0.71	0.92	0.86	0.49	0.55	0.83
	w_b	0.29	0.29	0.67	0.29	0.08	0.14	0.51	0.45	0.17
0.75	w_a	0.76	0.76	0.39	0.76	0.94	0.88	0.56	0.61	0.86
	w_b	0.24	0.24	0.61	0.24	0.06	0.12	0.44	0.39	0.14
0.70	w_a	0.81	0.81	0.45	0.81	0.95	0.91	0.62	0.68	0.89
	w_b	0.19	0.19	0.55	0.19	0.05	0.09	0.38	0.32	0.11
0.65	w_a	0.85	0.85	0.53	0.85	0.96	0.93	0.69	0.74	0.92
	w_b	0.15	0.15	0.47	0.15	0.04	0.07	0.31	0.26	0.08
0.60	w_a	0.89	0.89	0.61	0.89	0.97	0.95	0.76	0.80	0.94
	w_b	0.11	0.11	0.39	0.11	0.03	0.05	0.24	0.20	0.06
0.55	w_a	0.92	0.92	0.69	0.92	0.98	0.96	0.81	0.85	0.95
	w_b	0.08	0.08	0.31	0.08	0.02	0.04	0.19	0.17	0.05
0.50	w_a	0.94	0.94	0.76	0.94	0.99	0.97	0.86	0.89	0.97
	w_b	0.06	0.06	0.24	0.06	0.01	0.03	0.14	0.11	0.03

2.2- مثال: په لاندېنۍ شکل کې ښودل شوې پوښښ تختې ، چې د پارکنګ لپاره کارېږي ، که دپایو ابعاد (400 mm x 400 mm) او د ګاډرونو ابعاد (400 mm x 700 mm) وي ، د پوښښ تخته سربېره له خپل وزن څخه د ($5\ KN/m^2$) ژوندي بار لاندې هم واقع کېږي او همداراز ($f'_c = 25MPa$) او ($f_y = 420\ MPa$) وي، نو د ضریبونو په طریقه یې محاسبه کړئ؟



حل : لکه څنګه چې مالومېږي د پوښښ تخته په څلورو لورو د ګاډرونو له پاسه تکیه ده او همداراز د پوښښ تختې د ډول د څرګندونې لپاره اړینه ده چې د اوږد او لنډ لورو د اوږدوالي نسبت یې پیدا کړو.

د اوږد لوري وايې محاسبوي اوږدوالی مساوي کېږي په : ($\ell_b = 8.0 - 0.40 = 7.6m$).

د لنډ لوري وايې محاسبوي اوږدوالی مساوي کېږي په : ($\ell_a = 6.5 - 0.40 = 6.1m$).

نو ($\ell_b / \ell_a = 7.6/6.1 = 1.25 < 2.0$) له دې نسبت څخه څرګنده شوه چې د پوښښ تخته دوه لوریزه پوښښ تخته ده .

د پوښښ په تختې وارده بارونه یوازې عمودي بارونه چې په منظمه توګه وېشل شوې دي. همدا راز که د پوښښ تختې ضخامت ($h_s = 200$ mm) قبول کړو نولرو چې :

$$\frac{b_w h_b^3}{\ell_n h_s^3} = \frac{400 \text{ x } (700)^3}{7600 \text{ x } (200)^3} = 2.26 > 2.0$$

د دې نسبت د پايلې پربنسټ کولی شو د ضريبونو په طريقه پيداشوې مومنټونه دمستطيلي پلان لرونکې پوښښ تختې دتحليل او محاسبې لپاره وکاروو .
داچې د پوښښ تخته د پلان په څنډه کې موقيعيت لري او لږترلږه يوه لوري ته نه دې نښتې نو ضخامت يې په لاندې ډول پيدا کوو :

$$h = \frac{\text{د پوښښ تختې محيط}}{140} = \frac{2 \times (6{,}100+7{,}600)}{140} = 195.7 \text{ mm} > 100 \text{ mm.}$$

په پايله کې (h = 200 mm) قبول شوې ضخامت وړ ضخامت دی ، په دې شرط چې دا ضخامت د پوښښ تختې د عرضاني قوو په وړاندې هم اړينه وړتيا ولري . نو د عرضاني قوی په وړاندې د ارزونې لپاره د پوښښ تخته چې يوه اوږد او يوه لنډ لورو ته نښتې د څلورم حالت سره برابره ده ،د ($m = \ell_a / \ell_b = 6.1/7.6 = 0.80$) له مخې له (5.2 - جدول) څخه د ($w_a = 0.71$) او ($w_b = 0.29$) قيمتونه اخلو. د پوښښ تختې لپاره د کارېدونکو کانکرېټو حجمي وزن ($\gamma = 24$ KN/m^3) قبلوو، نو د پوښښ تختې مړ بار مساوي کېږي په:

$W_D = 0.2 \times 24 = 4.8$ KN/m^2.

$W_u = 1.2W_D+1.6W_L= 1.2\text{x}4.8 + 1.6 \times 5.0 = 5.76 + 8.0 = 13.76$ KN/m^2.

عرضاني قوه (V_u) مساوي کېږي په :

$V_u = w_aW_u\ell_a /2 = 0.71 \times 13.76 \times 6.1 /2 = 29.80$ KN/m.

د پوښښ تختې مقاومه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$V_c = 0.17\phi\sqrt{f_c'}\, b_wd= 0.17 \times 0.75 \times \sqrt{25} \times 1{,}000 \times (200 – 25)$

$V_c = 111.563\text{x}10^3$ N/m = 111.563 KN/m > $V_u = 29.80$ KN/m.

له پورتنۍ محاسبې څخه څرګنده شوه چې د پوښښ تختې ضخامت (h = 200 mm) درست غوره شوې دی . د يادولو وړ ده چې عرضاني قوه کولی شو له اتکاء څخه د فعالې ارتفاع (d) په فاصله کې هم پيدا کړو .

د پوښښ تختې دانحنايې مومنټونو د پيداکولو لپاره چې يوه اوږد او يوه لنډ لورو ته نښتې د څلورم حالت سره سم د ($m = \ell_a / \ell_b = 6.1/7.6 = 0.80$) نسبت له مخې دمنفي مومنټونو لپاره د (C_a^-) او (C_b^-) ضريبونه له (2.2- جدول) په منځنۍ تسمه کې د مثبتو

مومنټونو د ټاکنې لپاره ضريبونه (C^{+}_{aD}) ، (C^{+}_{bD}) ،(C^{+}_{aL}) او (C^{+}_{bL}) له (3.2- جدول) او (4.2- جدول) څخه اخلو :

$$m = \frac{\ell_a}{\ell_b} = \frac{6,100}{7,600} = 0.80.$$

$C^{-}_{a} = 0.071, \quad C^{-}_{b} = 0.029$

$C^{+}_{aD} = 0.039, \quad C^{+}_{bD} = 0.016$

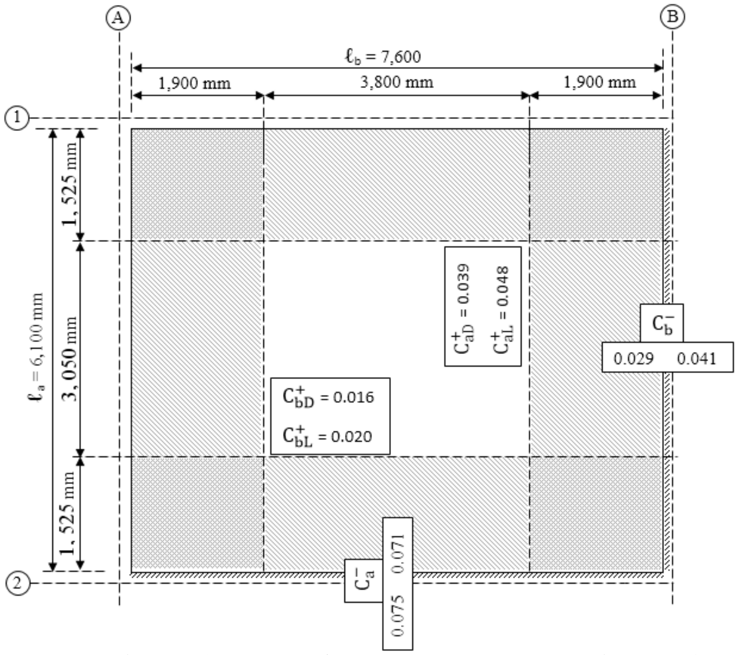
$C^{+}_{aL} = 0.048, \quad C^{+}_{bL} = 0.020$

که د نورو پوښښ تختو لپاره انحنايي مومنټونه پيداکوو نو د هغوې د موقيعيت په پام کې نيولو سره د هغوې د حالت له مخې له جدولونو څخه دا ضريبونه اخېستل کېږي . د (8) حالت پوښښ تختې لپاره چې د(A) ،(B) ، (1) او (2) محورونو ترمنځ واقع دی د($C^{-}_{b} = 0.041$) ضريب دی . د نهم حالت پوښښ تختې لپاره چې د(A) ،(B) ، (2) او (3) محورونو ترمنځ واقع دی د($C^{-}_{a} = 0.073$) ضريب دی .

پورتني ضريبونه ښيې چې د (B) محور څخه چپ لورته اتکاء د منځنۍ تسمې منفي مومنټ د ښي لوري د متناظر اتکاء له اندازې څخه د (80%) سلنې په اندازه لږ دی، په پورتنې شکل کې د (0.029) او (0.041) ضريبونو د پرتلنې او د پوښښ تختې د (AB) او (CD) ازادو محورونو تر منځ د وايو دمساوي اوږدوالي ته په کتنې سره د دوو مجاورو پوښښ تختو تر منځ مومنټ توپير د دواړو پوښښښ تختو په اتکاګانو کې د انحنايي سختيو نسبتونوپه پام کې نيولو سره وېشل کېږي . چې دا د مومنټونو بيا وېشنه حسابېږي، نو د وايو د بارونود شدت او اوږدوالي مساوي والي ته په کتنې سره د (B) په دواړو لورو د مومنټونو توپير د مومنټونو د ضريبونو د توپير سره يو شانته وي ، نو له دې امله د دوو مجاورو يا ګاونډيو پوښښ تختو د انحنايي سختۍ ضريبونه د (B) اتکاء ته ، په دې دليل چې ازاد اوږدوالی يې سره مساوي دی کولی شو د دوې لپاره د مومنټ د سختۍ منځنی ضريب محاسبه کړو :

$$C^{-}_{b} = \frac{1}{2}(0.029 + 0.041) = 0.035$$

په همدې توګه د (2) محور دواړو لورو ته د منځنۍ تسمې منفي مومنټ (0.071) او (0.075) ضريبونو پرتلنه ښيې چې د دوې تر منځ تر (80%) سلنې پورې توپير نه شته ، نو له دې امله کولی شو چې ($C_a^- = 0.071$) قبول کړو.



د يوښښ تختې لپاره د کړېدنې مومنټونه په لاندې ډول پيدا کوو:

1- په نښتې اتکاء کې منفي مومنټ مساوي کېږي په :

$$M^-_{a,des} = C^-_a\ w_u\, \ell_a^2 = 0.071 \times 13.76 \times (6.1)^2 = 36.35\ KN.\ m/m.$$

$$M^-_{b,des} = C^-_b\ w_u\, \ell_b^2 = 0.035 \times 13.76 \times (7.6)^2 = 27.82\ KN.\ m/m.$$

2- دوايې په منځ کې د مړو او ژونديو بارونو په پام کې نيولو سره مثبت مومنټ مساوي کېږي په :

$$M^+_{aD,des} = C^+_{aD}\ w_{uD}\, \ell_a^2 = 0.039 \times (1.2 \times 4.8) \times (6.1)^2 = 8.36\ KN.\ m/m.$$

$$M^+_{aL,des} = C^+_{aL}\ w_{uL}\, \ell_a^2 = 0.048 \times (1.6 \times 5.0) \times (6.1)^2 = 14.29\ KN.\ m/m.$$

په لنډې وايې د مجموعي بارونو لپاره مومنټ مساوي کېږي په :

$$M^+_{a,des} = M^+_{aD,des} + M^+_{aL,des} = 8.36 + 14.29 = 22.65\ KN.\ m/m.$$

$$M^+_{bD,des} = C^+_{bD}\ w_{uD}\, \ell_b^2 = 0.016 \times (1.2 \times 4.8) \times (7.6)^2 = 5.32\ KN.\ m/m.$$

$$M^+_{bL,des} = C^+_{bL}\ w_{uL}\, \ell_b^2 = 0.020 \times (1.6 \times 5.0) \times (7.6)^2 = 9.24\ KN.\ m/m.$$

په اوږدې وايې د مجموعي بارونو لپاره مومنټ مساوي کېږي په :

$$M^+_{b,des} = M^+_{bD,des} + M^+_{bL,des} = 5.32 + 9.24 = 14.56\ KN.\ m/m.$$

3- په نه نښلېدونکو اتکاء ګانو کې منفي مومنټونه چې دمنځنۍ وایې د مثبت مومنټ (3/4) برخه یا (75%) سلنې سره مساوي قبلېږي ، چې په لاندې ډول یې پیداکېږي :

$M^{-}_{a,des}$ = 0.75 x 22.65 = 17.00 KN. m/m.

$M^{-}_{b,des}$ = 0.75 x 14.56 = 10.92 KN. m/m.

4- په پوښښ تختې کې د لاسته راغلو کږېدنې مومنټونو له مخې د کږېدنې په وړاندې مقاوم سیخان په لاندې ډول پیداکېږي:

دا چې په پوښښ تختو کې فولادي سیخان یو دبل له پاسه ځای په ځای کېږي ، نو فعاله ارتفاع (d) د هغه فولادي سیخانو لپاره چې په بېلابېلو لورو کې اچول کېږي (12 mm) قطر او خالصه محافظوي طبقه (20 mm) قبوله کړو , مساوي کېږي په :

. d = 200 – (20 + 12/2) = 174 mm. په لنډ لوري

. d = 174 -12 = 162 mm په اوږد لوري

(الف) - په نښتي لنډ لوري اتکاء کې محاسبوي کږېدنې مومنټ له مخې په لاندې ډول فولادي سیخان په لاس راوړو :

$(M^{-}_{a,des} = 36.35 \text{ KN. m/m})$

$$R_{nA} = \frac{M^{-}_{a,des}}{\phi b d^2} = \frac{36.35 \text{ x } 10^6}{0.9 \text{ x } 1000 \text{ x } (174)^2} = 1.334 \text{ N/mm}^2 = 1.334 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 25}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 1.334}{0.85 \text{ x } 25}}\right)\right] = 0.00329$$

د اړینوفولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$A_s = \rho bd = 0.00329 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 174 = 572.46 \text{ mm}^2/\text{m}$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانواصغري مساحت په لاندې ډول پیداکوو: داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي :

$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 150 = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$

(A_{smin} = 270 mm²/m < A_s = 572.46 mm²/m)، نو د سیخانو مساحت (A_s = 572.46 mm²/m) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې په لنډ لوري نښتې اتکاء کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو.

د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیداکوو :

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_s} = \frac{113 \text{x } 1{,}000}{572.46} = 197.4 \text{ mm C/C}$$

په پورتني فورمول کې (A_ϕ) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د یو سیخ چې قطر یې(12 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په :

$$A_\phi = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \text{ x } (12)^2}{4} = 113 \text{ mm}^2$$

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 تختې په لنډ لوري نښتې اتکاء کې ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (190 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږ ه ده قبلوو یانې (ϕ 12 mm @ 190 mm C/C) فولادي سیخان کاروو .

(ب) - په نښتې اوږد لوري اتکاء کې محاسبوي کړېدنې مومنټ له مخې په لاندې ډول فولادي سیخان په لاس راوړو : ($M^-_{b,des}$ = 27.82 KN. m/m)

$$R_n = \frac{M^-_{b,des}}{\phi b d^2} = \frac{27.82 \text{ x } 10^6}{0.9 \text{ x } 1000 \text{ x } (174)^2} = 1.021 \text{ N/mm}^2 = 1.021 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85 f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 25}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 1.021}{0.85 \text{ x } 25}}\right)\right] = 0.0025$$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_s = \rho b d = 0.0025 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 174 = 435 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیداکوو: داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي :

$$A_{smin} = \rho b h = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 150 = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$$

(A_{smin} = 270 mm²/m < A_s = 435 mm²/m)، نو د سیخانو مساحت (A_s = 435 mm²/m) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې په لنډ لوري نښتې اتکاء کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو. د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیداکوو :

$$\frac{A_{\phi}\ x\ 1,000}{A_s} = \frac{113x\ 1,000}{435} = 259.8\ mm\ C/C$$

په پورتني فورمول کې (A_{ϕ}) د پوښښ په تخته کې ځای په ځای کېدونکې د يو سيخ چې قطر يې(12 mm) مساحت دی ، چې مساوي کېږي په :

$$A_{\phi} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14\ x\ (12)^2}{4} = 113\ mm^2$$

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 تختې په اوږد لوري نښتې اتکاء کې 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 ، قبلوويانې (ϕ 12 mm @ 250 mm C/C) فولادي سيخان کاروو .

ج) - د لنډ لوري په ازاده اتکاء کې محاسبوي کرېدنې مومنټ له مخې په لاندې ډول فولادي سيخان په لاس راوړو : ($M^{-}_{a,des}$ = 17.00 KN. m/m)

$$R_n = \frac{M^{-}_{a,des}}{\phi b d^2} = \frac{17.0\ x\ 10^6}{0.9\ x\ 1000\ x\ (174)^2} = 0.624\ N/mm^2 = 0.624\ MPa.$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85\ x\ 25}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2\ x\ 0.624}{0.85\ x\ 25}}\right)\right] = 0.00152$$

د اړينوفولادي سيخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_s = \rho bd = 0.00152\ x\ 1,000\ x\ 174 = 264.5\ mm^2/m$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سيخانواصغري مساحت په لاندې ډول پيداکوو: داچې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نيول کېږي :

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018\ x\ 1,000\ x\ 150 = 270\ mm^2/m$$

(A_{smin} = 270 mm²/m > A_s = 264.5 mm²/m)، نو د سيخانو مساحت (A_s = 270 mm²/m) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې په لنډ لوري نښتې اتکاء کې فولادي سيخان ځای په ځای کوو. د لاسته راغلو سيخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پيداکوو :

$$\frac{A_{\phi}\ x\ 1,000}{A_s} = \frac{113x\ 1,000}{270} = 418.5\ mm\ C/C$$

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 تختې په اوږد لوري نښتې اتکاء کې ځای په ځای کېدونکو فـولادي تـر منځ فاصلـه (350 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو ، یانې (ϕ 12 mm @ 350 mm C/C) فولادي سیخان کاروو .

(د) - د اوږد لوري په ازاده اتکاء کې محاسبوي کړېدنې مومنټ له مخې په لاندې ډول فولادي سیخان په لاس راوړو :

$$(M^-_{b,des} = 10.92\ KN.\ m/m)$$

$$R_n = \frac{M^-_{b,des}}{\phi b d^2} = \frac{10.92 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times (174)^2} = 0.41\ N/mm^2 = 0.401\ MPa.$$

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85 f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 25}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \times 0.401}{0.85 \times 25}}\right)\right] = 0.001$$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_s = \rho b d = 0.0010 \times 1{,}000 \times 174 = 174\ mm^2/m$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیداکوو: داچې ($f_y = 420$ MPa) دی ، نو($\rho = 0.0018$) په پام کې نیول کېږي :

$$A_{smin} = \rho b h = 0.0018 \times 1{,}000 \times 150 = 270\ mm^2/m$$

($A_{smin} = 270\ mm^2/m > A_s = 174\ mm^2/m$)، نـــو د سیخـــانـــو مساحـت ($A_s = 270\ mm^2/m$) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې په لنډ لوري نښتې اتکاء کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو. د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیداکوو :

$$\frac{A_\phi \times 1{,}000}{A_s} = \frac{113 \times 1{,}000}{270} = 418.5\ mm\ C/C$$

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 تختې په اوږد لوري نښتې اتکاء کې ځای په ځای کېدونکو فـولادي

تـر منځ فاصـلـه (350 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو ، يانې (ϕ 12 mm @ 350 mm C/C) فولادي سيخان کاروو .

(هـ) - د اوږد ي وايې په منځ کې محاسبوي کېدنې مومنټ له مخې په لاندې ډول فولادي سيخان په لاس راوړو :

$$(M^{+}_{a,des} = M^{+}_{aD,des} + M^{+}_{aL,des} = 8.36 + 14.29 = 22.65 \text{ KN. m/m})$$

$$R_n = \frac{M^{+}_{a,des}}{\phi bd^2} = \frac{22.65 \text{ x } 10^6}{0.9 \text{ x } 1000 \text{ x } (174)^2} = 0.831 \text{ N/mm}^2 = 0.831 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 25}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 0.831}{0.85 \text{ x } 25}}\right)\right] = 0.0020$$

د اړينو فولادي سيخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_s = \rho bd = 0.0020 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 174 = 352.2 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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 :

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \text{ x } 1{,}000 \text{ x } 150 = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$$

(A_{smin} = 270 mm²/m < A_s = 352.2 mm²/m)، نـــو د سيخــــانـــو مساحـــت (A_s = 352.2 mm²/m) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې په لنډ لوري نښتې اتکاء کې فولادي سيخان ځای په ځای کوو. د لاسته راغلو سيخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پيدا کوو :

$$\frac{A_\phi \text{ x } 1{,}000}{A_S} = \frac{113\text{x } 1{,}000}{352.2} = 320 \text{ mm C/C}$$

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 تختې په اوږد لوري نښتې اتکاء کې ځای په ځای کېدونکو فـولادي تـر منځ فاصـلـه (300 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو ، يانې (ϕ 12 mm @ 300 mm C/C) فولادي سيخان کاروو .

(و) - د اوږدې وايې په منځ کې محاسبوي کرېدنې مومنټ له مخې په لاندې ډول فولادي سيخان په لاس راوړو :

$$(M^{+}_{b,des} = M^{+}_{bD,des} + M^{+}_{bL,des} = 5.32 + 9.24 = 14.56 \text{ KN. m/m})$$

$$R_n = \frac{M^{+}_{b,des}}{\phi b d^2} = \frac{14.56 \times 10^6}{0.9 \times 1000 \times (162)^2} = 0.616 \text{ N/mm}^2 = 0.616 \text{ MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85 f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 25}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \times 0.616}{0.85 \times 25}}\right)\right] = 0.00152$$

د اړينو فولادي سيخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_s = \rho bd = 0.00152 \times 1{,}000 \times 162 = 246.24 \text{ mm}^2/\text{m}$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سيخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پيداکوو: داچې ($f_y = 420$ MPa) دی ، نو($\rho = 0.0018$) په پام کې نيول کېږي :

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1{,}000 \times 150 = 270 \text{ mm}^2/\text{m}$$

(A_{smin} = 270 mm^2/m > A_s = 246.24 mm^2/m)، نو د سيخانو مساحت (A_s = 270 mm^2/m) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې په لنډ لوري نښتې اتکاء کې فولادي سيخان ځای په ځای کوو. د لاسته راغلو سيخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پيداکوو :

$$\frac{A_\phi \times 1{,}000}{A_s} = \frac{113 \times 1{,}000}{270} = 418.5 \text{ mm C/C}$$

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 تختې په اوږد لوري نښتې اتکاء کې ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (350 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو، يانې (ϕ 12 mm @ 350 mm C/C) فولادي سيخان کاروو .

د سيخانو د پيداکېدنې لپاره سرته رسيدلې محاسبه په لاندېنې جدول کې ځای په ځای کوو :

د محاسبه شوي پوښښ تختې د محاسبې څرنګوالی .

وايې	موقيعيت	کوږوالي مومنټ (KN.m)	فعاله ارتفاع (d) (mm)	R_n (MPa)	سيخبندۍ نسبت (ρ)	سيخانو مساحت (A_s) (mm^2/m)	سيخان
لنډ لوري	نښتې اتکاء	36.35	174	1.334	0.00329	572.46	ϕ 12 mm @ 190 mm C/C
	د وايې منځ	22.65	174	0.831	0.002024	352.2	ϕ 12 mm @ 300 mm C/C
	ازاده اتکاء	17.00	174	0.624	0.00152	$A_s < A_{smin}$	ϕ 12 mm @ 350 mm C/C
اوږد لوري	نښتې اتکاء	27.82	162	1.021	0.0025	435.00	ϕ 12 mm @ 250 mm C/C
	د وايې منځ	14.56	162	0.616	0.00152	$A_s < A_{smin}$	ϕ 12 mm @ 350 mm C/C
	ازاده اتکاء	10.92	162	0.401	0.0010	$A_s < A_{smin}$	ϕ 12 mm @ 350 mm C/C

9.2-په مستقيمه محاسبوي طرېقه د دوه لوريزه پوښښ تختو تحليل اومحاسبه
(Analysis and Design of Two-Way Slabs by Direct Design Method)

د مستقيمي محاسبې طرېقه د مستقيمې تحليلي طرېقې په نامه څکه يادېږي ، چې په دې طرېقه کې د اړتيا له مخې پرته له ساختماني تحليل څخه د پوښښ تختې د پنيل په بېلابېلوبرخو کې دمومنټونولپاره قيمتونه توصيه کوي . دا طرېقه د معادل چوکاټ محاسبوې طرېقې په پرتله ډېره اسانه ده ، خو يوازې د منظمو څو پنيلونو لرونکو پوښښ تختو لپاره مناسبه ده . د دې طرېقې په کارېدنې کې د (ACI Code) کود (13.6.1) برخه د لاندېنيو محدوديتونو لارښوونه کوي :

1- په هر لوري بايد په اصغري ډول درې پرله پسې وايې شتون ولري ، څکه نو نهه پنيل لرونکي (3 x 3) ساختمان کولى شو ، د کوچني ساختمان په څېر په پام کې ونيسو . خو که له درېو پنيلونو څخه لږ وي ، نو د مستقيمې محاسبوي طرېقې په واسطه داخلي منفي مومنټونه به ډېر کوچني حاصل شي .

2- د پوښښ تختې بايد مستطيلي ډوله وي اود پنيلونو د اوږدې او لنډې وايو اوږدوالي نسبت بايد له دوو څخه ډېر نه شي . که د وايو دانسبت دوه او يا له دوو څخه لوی شي ، نو ديو لوريزه پوښښ تختې په څېر عمل کوي .

3- په هر لوري د پرله پسې وايو اوږدوالى بايد د اوږدې وايې د يو پر درې څخه ډېر توپير ونه لري . دا محدوديت تحميلوي چې دسيخبندي غوڅېدنې تفصيل لپاره کولى شو ټاکلی ستندرد وکاروو .

4- د پرله پسې پايو دمرکزي محورونو د هر يو محور ته د ستنو د محور بيرونوالى بايد په اعظمي توګه د وايې د اوږدوالي (د مرکزيت څخه په بيرون شوې لوري) د (10%) سلنې په اندازه فاصله ولري .

5- د پوښښ تختې پرپنيل بايد ټول بارونه يوازې ثقلي او په بشپړه توګه په پنيل باندې يو شانته وېشلې بارونه وي. مستقيمه محاسبوي طرېقه نه شوکولي چې د بې له اتکايې

میلو (حرکي) عناصرو، افقي بارشوې چوکاټونو، فرشي تهدابونو او مخکني متشنج پوښښ تختو لپاره وکارو.
6- د ګټې اخېستنې (بې له ضریبه) ژوندي بار باید د ګټې اخېستنې مړ بار د دوه برابره څخه ډېر نه شي. که محاسبوي تسمه ژوندې بار د مړبار په پرتله په لوړ نسبت بار شوې وي ، ښايي د دې طریقې د تحلیل د فرضیې څخه ډېر مومنټونه رامنځته کړي .
7- په ټولو لورو کې د اتکاګانو تر منځ ګاډرونو سره دپوښښ تختې د پنیل لپاره ، دګاډرونو ا ړونده سختي په دواړو متقاطع لورو ($\alpha_{f1}\ell_2^2$ / $\alpha_{f2}\ell_1^2$) باید له (0.2) څخه کم او له (5.0) څخه ډېر نه شي . د (α_f) اصطلاح به په راتلونکې کې توضیح شي ، (ℓ_1) او (ℓ_2) په دواړو لورو وایې دي(505:9) .
په مستقیمې محاسبوي طریقې سره د دوه لوریزه پوښښ تختې د تحلیل لپاره باید لاندېنۍ درې بنسټیزې مرحلې تر سره شي :
1 - ستاتیکي مومنټ پیداکول (Determent of Statical Moment) : د پوښښ تختې د محاسبې لپاره په دواړه لورو د لاندېنې شکل په څېر یو لړ چوکاټونه په پام کې نیول کېږي. دا چوکاټونه د پایو لیکوپه هر لوري د پنیلونو تر منځ پورې غځېږي . دچوکاټونو د هریو چوکاټ په هره وایه کې دا اړینه ده چې ستاتیکي مجموعي مومنټونه (M_o) د لاندېنې فورمول په واسطه پیداکړو : که د اتکاګانو منفي مومنټونه په (M_1) او (M_2) او د وایې په منځ کې مثبت مومنټ په (M_m) وښودل شي او دوایې له منځ څخه د هماغه ساده اتکاء لرونکي ګاډر لپاره ستاتیکي مومنټ (M_o) د لاندېنۍ رابطې په واسطه ښودل کېږي :

$$M_o = M_m - \frac{1}{2}(M_1 + M_2)$$

که بار(w) د ګاډر په اوږدوالي (ℓ) یو شانته وېشلی وي، نو ($M_o = w\ell^2/8$) کېږي .

$$M_o = \frac{q_u \ell_2 \ell_n^2}{8} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16.2)$$

دلته :

q_u - د سطحې د یو واحد لپاره ضریبي شوی باردی .

ℓ_2 - د تسمې باالمقابل عرض دی .

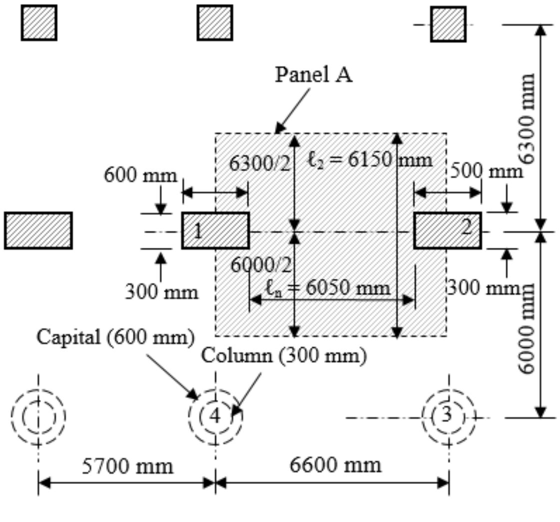
ℓ_n - د پایو یا ستنې تر منځ خالصه وایه ده .

د(ℓ_n) په پیداکېدنې کې د دایروي پایې یا دکپیټل (Capital) قطر (d_c) د مربعوي معادلې پایې ($0.886d_c \approx 0.89d_c$) سره عوض کېږي . د هر لوري د پنیلونو لپاره د(ℓ_2) او (ℓ_n) قیمتونه په (22.2- شکل) کې ښودل شوي دي(578:1) .

د ټیپیک پوښښ تختې پنیل لپاره د (M_o) محاسبه په (3.2- مثال) کې ښودل شوې ده.

د ستاتیکي مومنټ په محاسبه کې د وایې خالص او ږدوالی (ℓ_n) باید له ($0.65\ell_1$) څخه لږ په پام کې ونه نیول شي . د ستایکي مومنټ په محاسبه کې (ℓ_2) د مجاورو وایو(د ℓ_1 سره عمود) د منځني عرض سره مساوي قبلېږي . په دې محاسبه کې که مجاوره وایه یو لوریزه وي، نو (ℓ_2) فاصله د هغه اړخ څخه د پوښښ تختې د پنیل مرکزي لیکې (د ℓ_1 سره عمود) پورې په پام کې نیول کېږي (311:4) .

3.2- مثال : د لاندېنې شکل له مخې ستاتیکي مومنټ پیداکړئ چې د پوښښ تختې ضخامت (200 mm) او دهغې له پاسه ($5.0\ KN/m^2$) ژوندې بار تکیه وي ؟



1- لومړی یوشانته بارشوی ضریبي بارونه په لاندې ډول پیداکوو:

q_u = 1. 2 x 0.20 x 24 + 1.6 x 5.0 = 5.76 + 8.0 = 13.76 KN/m^2.

-2 د (A) پنیل په پام کې نیولو سره د (1) او (2) پایو تر منځ وایه کې ستاتیکي مومنټ په لاندې ډول پیدا کوو:

$$M_o = \frac{q_u \ell_2 \ell_n^2}{8}$$

دلته:

ℓ_2 - د پوښښ تختې د پنیل عرض دی چې مساوي کېږي په:

ℓ_2 = (6,300/2) + (6,000/2) = 6,150 mm.

ℓ_n - د پوښښ تختې د پنیل خالصه وایه ده چې مساوي کېږي په:

ℓ_n = 6,600 – (500/2) – (600/2) = 6,050 mm.

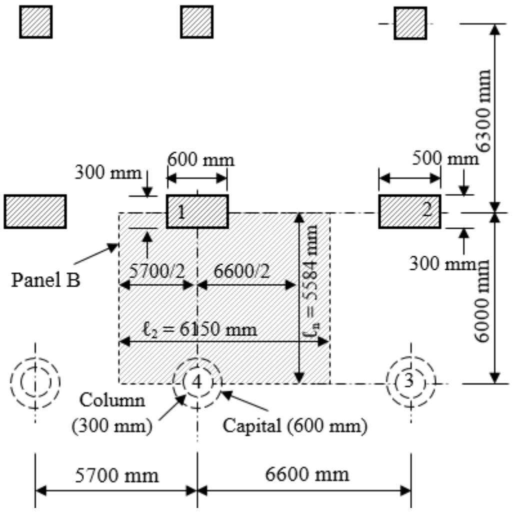
$$M_o = \frac{13.76 \text{ x } 6.15 \text{ x } (6.05)^2}{8} = 3,097.45 \text{ KN. m.}$$

-3 د (B) پنیل په پام کې نیولو سره د (1) او (4) پایو تر منځ وایه کې ستاتیکي مومنټ په لاندې ډول پیدا کوو:

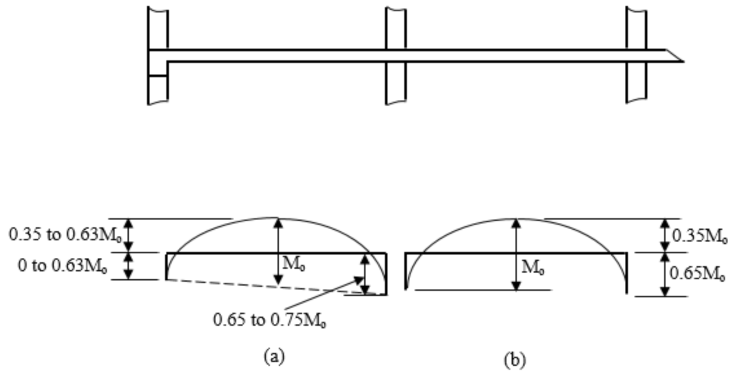
$$\ell_2 = \left(\frac{5,700}{2}\right) + \left(\frac{6,600}{2}\right) = 6,150 \text{ mm.}$$

$$\ell_n = 6,000 - \left(\frac{300}{2}\right) - \frac{1}{2} \text{ x } (0.886 \text{ x } 600) = 5,584 \text{ mm.}$$

$$M_o = \frac{13.76 \text{ x } 6.15 \text{ x } (5.584)^2}{8} = 2,638.67 \text{ KN. m.}$$



4- په پنیل کې مثبت اومنفي مومنټونه : په مستقیمه محاسبوي طریقه کې د (ACI) کود د (13.6.3) برخې د قاعدې سره سم مجموعي ضریبي شوی ستاتیکي مومنټ (M_o) په مثبت او منفي ضریبي شویو مومنټونو وېشل کېږي ، چې په لاندېنې (23.2- شکل) کې ښودل شوې دي . په داخلي وایو کې منفي ضریبي شوې مومنټ ساحه د مجموعي ضریبي شوې ستاتیکي مومنټ (M_o) د (65%) سلنې تربرېده او مثبت مومنټ ساحه د مجموعي ضریبي شوې ستاتیکي مومنټ (M_o) د (35%) سلنې تربرېده قبلېږي . دا اټکلي اندازه د یوشانته بارشوي سختې اتکالرونکې ګاډر سره ورته دی چې په هغې کې منفي مومنټ د (M_o) د (67%) سلنې تر برېده او مثبت مومنټ د (M_o) د (33%) سلنې تر برېده پورې قبلېږي(282:14) .



23.2- شکل : په دوه لوریزه پوښښ تخته کې دمثبتو او منفي مومنټونه د ساحې ښودنه. (a) بیروني وایه او (b) داخلي وایه (461:3) .

6.2- جدول: په بیروني وایې کې ، د مجموعي ضریبي شوي مومنټ (M_o) وېشنه (462:3) .

مومنټونه	نه تکیه شوې بیروني څنډې	دټولو اتکاګانو تر منځ ګاډر لرونکي پوښښ تختې	د داخلي اتکاګانو تر منځ بې له ګاډرونو پوښښ تختې		بشپړه تکیه شوي بیروني څنډې
			بې له څنډې ګاډر	څنډې لرونکې ګاډر	
داخلي منفي ضریبي شوی مومنټ	0.75	0.70	0.70	0.70	0.65
د منځنې وایې مثبت ضریبې شوی مومنټ	0.63	0.57	0.52	0.50	0.35
بیروني منفي ضریبي شوی مومنټ	0	0.16	0.26	0.30	0.65

5- د پایې او منځنۍ تسموترمنځ د مومنټ وېشنه: د پوښښ تختې د تسمې په عرض کې محاسبه شوي مومنټونه باید په ډېره مناسبه توګه د پایې او منځنۍ تسموترمنځ ووېشل شي. خو د دوې څخه د پایې تسمه د انحنایې بې ځایه کېدنې په وړاندې د ډېرې سختۍ له امله ځانته ډېر مومنټ ځانګړې کوي . که دپوښښ تخته له ګاډر سره یوځای وي نو دپایې د تسمې د مومنټ برخه باید په ډېره مناسبه توګه دګاډر او پوښښ تختې تر منځ ووېشل شي . په بیروني وایه کې بیروني انجام د داخلي اتکاء د انجام په نسبت لږه استواره په پام کې نیول کېږي . د مثبتو اومنفي منټونو په ساحه کې د (M_o) وېشنه په (6.2- جدول) کې ورکړل شوې ده . په دې جدول کې بیروني څنډې تکیه شوې نه وي، پوښښ تختې اړونده په کومه کې چې بیروني څنډې یې تکیه شوي وي ، خو هغه لکه د بېلګې په توګه د معموره ډوله دیوال په څېر دي . بیروني بشپړه تکیه شوې څنډې د هغه پوښښ تختو چې بیروني څنډې یې تکیه شوې وي او پرله پسې د هغه کانکرېټي دیوال انحنایې سختي یې د پوښښ تختې په نسبت ډېره وي .

که په لاس راغلي منفي مومنټونو د اتکاء دواړو لورو ته توپیر ولري ، نو د پوښښ تختې منفي مومنټ مقطع له دوو څخه د لوی لپاره محاسبه کېږي(3:462-460) .

6- د پوښښ تختې یا پوښښ تختې - ګاډر د تسمې د اجزاو تر منځ د مومنټ وېشنه : هغه مثبت او منفي مومنټونه چې د پوښښ تختې یا پوښښ تختې - ګاډر د تسمه په عرض کې محاسبه کېږي ، نو د پايې یا ستنې د تسمې او د نیمه منځنیو تسمو په نسبت وېشل کېږي . د ستنو د تسمو سختي د ستنو د محور په ګردچاپېره کې د محدود واقع کېدنې په دلیل او د ګاډر سختي (د پوښښ د تختې یا ګاډر) چې د ($\frac{\ell_2}{\ell_1}$) یا (د پوښښ تختې یا پوښښ تختې - ګاډر د تسمې عرض او دوايې اوږدوال نسبت) د بدلونونو اود (α_{f1}) یا (د پوښښ تختې - ګاډر په مقطع کې د ګاډر او پوښښ تختې د سختۍ نسبت) دپايې او منځنۍ تسمو د نسبت د محاسبې لپاره مناسب او وړ کمیتونه ښيي .

په هغه پوښښ تخته کې چې په ګاډر تکیه نه وي ($\alpha_{f1} = 0$) وي ، نو د پايې تسمې ته (75%) ضریبي شوې منفي مومنټ او (60%) ضریبي شوې مثبت مومنټ رسېږي. په همدې ترتیب سره منځنې نیمايې تسمو ته د پوښښ تختې د تسمې د مجموعي متناظر مومنټ څخه (12.5%) ضریبي شوې منفي مومنټ او (20%) ضریبي شوې مثبت مومنټ رسېږي . همداراز د پوښښ هغه تخته چې په ګاډر تکیه وي او د ($\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1} \geq 0$) وي ، په داسې حالت کې چې د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$) د (0.5) ، (1.0) او یا (2.0) سره مساوي وي ، نو ستنې تسمې ته د مجموعي منفي او مثبت ضریبي شوې مومنټونه په ترتیب سره (90%) ، (75%) او (45%) رسېږي .

د پايې او منځنې تسمو تر منځ د خارجې ضریب سره د منفي مومنټونو د وېشنې لپاره باید چې د اړخ ګاډر نسبي څرخېدنې نسبت (β_1) ته پاملرنه وشي . که د اړخ ګاډر نسبي څرخېدنې نسبت ($\beta_1 = 0$) وي ، نو بیروني ضریبي مجموعي منفي مومنټ د پايې تسمې ته ځانګړې کېږي او منځنۍ تسمې ته هیڅ برخه نه رسېږي . خو که د اړخ ګاډر

نسبي ځرخېدنې نسبت $(\beta_1 \geq 2.5)$ وي ، نو بيروني ضريبي مجموعي منفي مومنټ د داخلي ضريبي منفي مومنټ په څېر د پايې او منځنۍ تسمو ترمنځ وېشل کېږي .

د اړخ ګاډر نسبي ځرخېدنې نسبت(β_1) د عرضاني قوی مودول (G) او د اړخ ګاډر ځرخېدنې ثابت (C) د ضرب حاصل اوپه ځرخېدونکې ګاډر او د پوښښ تختې د تسمې عرض سره نښتې پوښښ تختې اړونده (EI) پر وېشلو څخه په لاس راځي ، چې د پواسون ضريب د صفر سره وي (v = 0) او (G = E/2) قيمتونو د قبلېدنې سره مساوي کېږي په :

$$\beta_1 = \frac{E_{cb}C}{2E_{cs}I_s} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17.2)$$

دلته : (E_{cb}) او (E_{cs}) په ترتيب سره د ځرخېدونکې ګاډر او پوښښ تختې د کانکرېټو د ارتجاعيت مودول دی او ($I_s = \frac{\ell_2 h^3}{12}$) د پوښښ تختې د انرشيا مومنټ دی (443:13) .

د ځرخېدونکي ګاډر مقطع د (ACI) کود پر بنسټ د هغې په اوږدو کې ثابته او د لاندېنيو درېيو قيمتونو سره مساوي اويا ورڅخه لوي په پام کې نيول کېږي :

الف - د پام وړ وايې په اوږدو کې د مومنټ د محاسبې لپاره د پوښښ تختې يوه برخې عرض د ستنې د عرض، د پايې يا ستنې د سر او يا د براکټ د عرض سره مساوي په پام کې نيول کېږي .

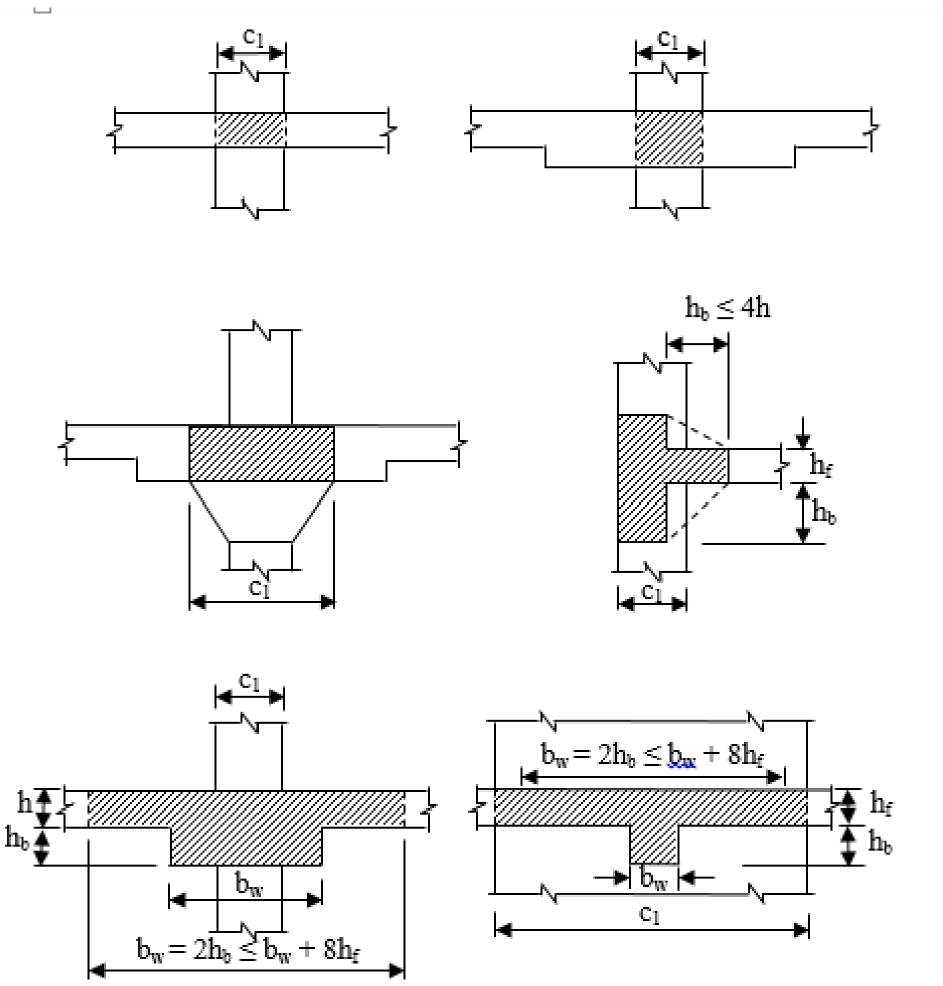
ب - په يو ريخت او يا بشپړه مرکب پوښښونو کې په (الف) برخه کې د ټاکل شوې برخې سربيره د ګاډرد عرض له هغه برخې چې د پوښښ تختې له پاسه يا لاندې واقع وي .

ج - عرضي ګاډر چې په لاندې شکل کې ښودل شوې دي .

په (24.2- شکل) کې د ځرخېدونکې ګاډر مقطع د پورتنيو رابطو پر بنسټ په بېلوبېلو حالتونو کې په نښه شوې دي . په دې شکل کې (c_1) د (ℓ_1) په لوري د پايې يو بعد يا د پايې سر دي ، (h_f) ، (h_b) او (b_w) په ترتيب سره د پوښښ تختې ضخامت، د ګا ډر وتلې برخه او د ګاډر عرض دي. د اړخ ځرخېدونکې ګاډر په نښه برخه يوازې يوه لورې ته لري ، خو هغه چې ځرخېدونکې اړخ ته يو کوچنی کانټيليور ولري .

په څـرخـېدونکې ګاډر کې د څـرخـېدنې ثابت (C) په بشپړه دقت ســره په ډېره ساده ډول نه ټاکل کېږي . دا کميت د مقطع د قطبي انرشيا مومنټ سره يو څه مساوي دی ، د(24.2- شکل) د مقطع په مستطيلونو چې کوچنۍ اندازه يې (x) او لويه اندازه يې (y) ولري په وېشلو سره د لاندېنۍ رابطې په واسطه ټاکل کېږي :

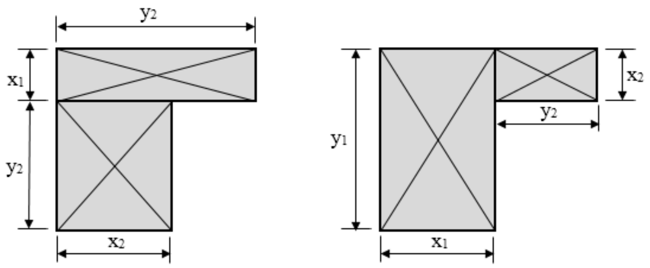
$$C = \sum \left(1 - 0.63\frac{x}{y}\right)\frac{x^3y}{3} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18.2)$$



24.2- شکل: په څو متحملي حالتونو کې د څرخېدونکې ګاډر مقطع (315:4) .

د څرخېدنې ثابت (C) په محاسبه کې باید د ګاډرد مقطع متحملې برخې په بېلابېلو مستطيلي برخو وویشل شي ، تر څو د (C) لوړ قیمت تر لاسه شي ،چې پر اوږدوالي په ځانګړې کېدنې سره بنايي پلنو مستطيلونو ته د څرخېدنې ثابت (C) لوړ قیمت حاصل شي.

د (ACI) کود د پوښښ تختې د تسمې په ټول عرض کې د ستنې د تسمې د داخلي منفي مومنټ، د بیروني منفي او مثبت مومنټونو د برخې د ټاکلو لپاره په لاندېنې (7.2- جدول) کې قیمتونه ښودل شوې دي ، په جدول کې د عددونو تر منځ اندازې د انترپولیشن له مخې ټاکل کېږي .



25.2- شکل: دیوه اړخیزګاډر مقطع د مقطع د څرخېدنې دثابت (C) حاصلولو لپاره په بېلابېلو طریقوپه مستطیلو وېشنه (316:4) .

د محاسبوي تسمې په ټول عرض کې د رامنځته کېدونکې مومنټونو څخه په سلنې سره د پایې د تسمې برخه د (21.2) او (22.2) رابطو پر بنسټ د(7.2- جدول) دقیمتونو تر منځ د خطي اړیکو په پام کې نیولو سره پیداکېږي . د دې رابطو څخه په ګټې اخېستنې کې بشپړه دقت وشي ، که ($\alpha_{f1}\,\frac{\ell_2}{\ell_1} > 1.0$) وي ، نو ($\alpha_{f1}\,\frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.0$) او که د اړخ ګاډر نسبي څرخېدونکې سختي ($\beta_1 > 2.5$) وي ، نو($\beta_1 = 2.5$) قلبېږي او په رابطو کې ځای په ځای کېږي .

7.2- جدول: د پوښښ تختې د تسمې په ټول عرض کې د پایې تسمې د داخلي منفي ، د بیروني منفي او مثبت مومنټونو په سلنې سره برخې(317:4) .

د پام وړ ضریبونو سره مومنټونه	($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$)	(β_1)	($\frac{\ell_2}{\ell_1}$)		
			0.5	1.0	2.0
داخلي منفي مومنټ	0	-	75	75	75
	≥ 1.0	-	90	75	45
بیروني منفي مومنټ	0	0	100	100	100
		≥ 2.5	75	75	75
	≥ 1.0	0	100	100	100
		≥ 2.5	90	75	45
مثبت مومنټ	0	-	60	60	60
	≥ 1.0	-	90	75	45

په داخلي منفي مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندېنې رابطې په واسطه پیداکېږي :

$$\%^{-}_{in,col} = 75 + 30\ (\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})\ (1-\frac{\ell_2}{\ell_1}) \quad \text{.........................} \quad (21.2)$$

په بیروني منفي مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندېنۍ رابطې په واسطه پیداکېږي :

$$\%^{-}_{ext,col} = 100 - 10\ \beta_1 + 12\ \beta_1\ (\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})\ (1-\frac{\ell_2}{\ell_1}) \text{................} \quad (22.2)$$

په مثبت مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندېنې رابطې په واسطه پیداکېږي:

$$\%^{+} = 60 + 30\ (\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})\ (1.5 - \frac{\ell_2}{\ell_1}) \quad \text{..........................} \quad (23.2)$$

د(ACI) کود د لارښوونې پربنسټ که تکیه په پایو یا دیوالونو شوې وي او په هغې کې یې فاصله لږترلږه د پوښ تختې د هغه تسمې چې (M_o) دهغې لپاره پیداشوی دی ، د عرض د درې پر څلور ($0.75\ell_2$) تر اندازه پورې غځېدلې وي او داسې فرضېږي چې منفي

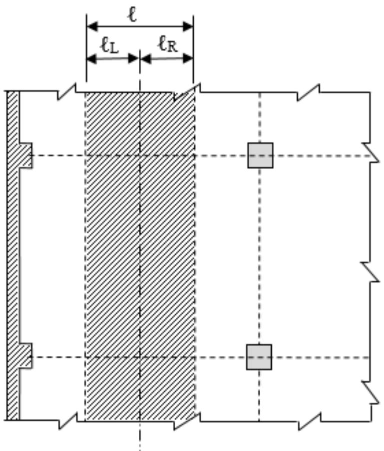
مومنټ په (ℓ_2) يو شانته وېشل کېږي . له بلې خوا د اړخ نيمې منځنۍ مجاوره تسمه ، چې د يوه ديوال پر مخ واقع ده ، د منفي مومنټ د محاسبې لپاره (ℓ_n) د مجاورې پايې د عرض او د ديوال سره موازي په پام کې نيول کېږي او ديوال د يو سخت ګاډر په څېر فرضېږي (9 :503-501) .

5- په منځنيو تسموکې د ضريبي مومنټونو پيداکول: د (ACI) کود د لارښوونې پر بنسټ د ضريبونو سره د مومنټونو هغه برخه چې د ستنو د تسمې په واسطه نه تحمل کېږي ، د محاسبوي ځانګړې شوې تسمې دواړو لورو ته دنيمه منځنيو تسمو ترمنځ بايد په متناسبه توګه ووېشل شي اوهره منځنۍ تسمه همداسې محاسبه کېږي اود هغه مجموعي مومنټونو په وړاندې چې ددواړو نيمومنځنيوتسمو ته ځانګړې شوي دي مقاومت وکړي.

هغه منځنۍ تسمه چې دهغه اړخ سره مجاوره يا موازي پر ديوال تکيه شوې بايد داسې محاسبه شي چې د نيمې منځنۍ تسمې لپاره دوه ځلې (دوه چنده) ټاکل شوی مومنټ چې د داخلي اتکاګانود لومړي رديف سره متناظروي وزغمي . په لاندېنۍ (24.2-شکل) کې د ديوال له پاسه اړخ سره مجاوره يا موازي په نښه شوې تسمه منځنۍ تسمه ده چې عرض يې د (ℓ) سره مساوي دی او د دې وړتيا بايد ولري چې د(ℓ_n) په عرض د ښي لورې د نيمې منځنۍ تسمې د مثبت او منفي مومنټونو دوه ځلې (دوه چنده) مومنټ وزغمي ، نو له دې امله د (ℓ) په عرض منځنۍ تسمه چې په (24.2-شکل) کې په نښه شوې ده بايد د وايې پر منځ او هم د په اتکاګانو کې د لاندېنيو ښودل شويو مومنټونو د دوه برابره څخه ډېر مومنټ ورته محاسبه شي :

الف - د(ℓ_n) په عرض د ښي لورې د نيمې منځنۍ تسمې او د(ℓ_L) په عرض د چپ لوري د نيمې منځنۍ تسمې د مومنټونو مجموعه .

ب - د (ℓ_n) په عرض د ښي لوري نيمې منځنۍ تسمې ته د ځانګړې شوې مومنټ دوه ځلې.



26.2- شکل : په دیوال د تکیه شوې اړخ اتکاء سره مجاوره یا موازي منځنۍ تسمه (319:4.) .

6- د پايې تسمې د مومنټونو وېشنه : د (ACI) کود د غوښتنې له مخې که د ستنې تسمه کې ګاډر هم ګډون ولري ، نو د ستنې د تسمې په مومنټونو کې د ګاډر برخه په لاندې ډول ټاکل کېږي :

1- که $(\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1} \geq 1.0)$ وي ، نو د ګاډر برخه (85%) سلنه قبلېږي .

2- که $(\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1} = 0)$ وي ، نو د ګاډر برخه (0%) سلنه قبلېږي .

3- که $(\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1} < 1.0)$ وي ، نو د ګاډر برخه د داخلي خطي موقیعیت له مخې له (0 %) سلنې څخه تر (85%) سلنې پورې قبلېږي .

د (ACI) کود د غوښتنې له مخې ګاډرونه سربېره له هغه مومنټ چې د پوښښ تختې د مړه بار له امله د پوښښ تختې - ګاډر د ستاتیکې مومنټ او د پایې یا ستنې د تسمې په اړونده مومنټ کې د ګاډر برخه ټاکنې کې ټاکل کېږي ،د ټولو هغه اضافي مومنټونو چې د متمرکز او خطي بارونو له امله په ګاډر اغېزه کوي، په وړاندې باید هم مقاوم وي . په دې بارونو کې د پوښښ تختې له پاسه یا لاندې د ګاډر وتلې تنې ، د ځانګړو دیوالونو وزن چې د ګاډر په طولاني محور او مرکز محور په مخ واقع وي او د فرعي ګاډرونو او پایو یاستنو بارونه چې په ګاډرونواو یا په ځوړند ډول له ګاډر څخه لاندې واقع شوې وي ، بارونه ګډون لري . دې بای پاملرنه وشي چې خطي یا متمرکز

بارونه هغه بارونه دي چې د ګاډر د تنې د عرض په محدودو کې عمل کوي او په ګاډر مستيقماً اغېزه کوي ، قبلېږي .

4.2- مثال : په لاندېنې شکل کې ښودل شوې پوښښ تختې د مستقيمې محاسبوي طرېقې په واسطه د (2) محور په اوږدو د محاسبوي تسمواجــزاو مومنتونه محاسبه او همداراز د منځۍ وايې د محاسبوي تسمې په اجزاو کې فولادي سيخان ځای په ځای کړئ . که د پوښښ تختې ضخامت (h_s = 180 mm) ، د ګاډر بشپړه ارتفاع (h = 500 mm) ، عـرض يې (b_w = 400 mm) او د ستنې ابعاد (400 mm x 400 mm) وي . همداراز د پوښښ تختې له پاسه پرته له خپل وزن څخه (W_D = 2.0 kN/m^2) مـړ بار او (W_L = 4.0 kN/m^2) ژوندی بار عمل کړی وي او د کانکرېټو حجــمي وزن (γ = 24 KN/m^3) ، (f'_c = 30MPa) او (f_y = 420 MPa) وي .

حل : په سر کې د مستقيمې محاسبوي طرېقې شرايط په لاندې ډول ارزوو :

1- په پلان کې درې پرله پسې پوښښ تختې په هر لوري شتون لري .

2- د پوښښ تختې پنيلونه مستطيلي شکل لري چې لوی وايې اوږدوالي او کوچنۍ وايې اوږدوالي نسبت (7.5/6 = 1.25 < 2.0) دی .

3- د پرله پسې وايو مرکز تر مرکزه فاصلې د لوي وايې د يوپردرېې اندازې څخه نه ډېرېږي يانې (7.0 – 6.0 = 1.0 m < 7.0/3 = 2.33m) .

4- د پايو له مرکزيت څخه دبيرونوالي د پرله پسې پايو يا ستنو د مرکزي محورونو دهر يو محورڅخه په حقيقت کې صفر او يا له (10%) سلنې څخه لږ دی.

5- ټول بارونه ثقلي بارونه دپوښښ تختې د پنيلونوله پاسه يوشانته وېشلې شوې دي، دبلې خوا بې له ضريبه ژوندي بار او مړ بار نسبت له دوو څخه نه ډېرېږي .

$$W_D = 2.0 + 0.18 \times 24 = 6.32\ KN/m^2;\ W_L/W_D = 4.0/6.32 = 0.63 < 2.0.$$

6- د پوښښ تختې ټول پنيلونه پر څلورو لورو د ګاډرونو له پاسه واقع شوې دي ، په دواړو پرله پسې لورو د ګاډرونو سختيو نسبت د لاندې رابطې په واسطه تصديق کېږي:

$$0.2 \leq \frac{\alpha_{f1}\ell_2^2}{\alpha_{f2}\ell_1^2} \leq 5.0$$

سره له دې چې پورتنۍ رابطه کولی شو په دقیقه توګه د ټولو پنیلونو لپاره و ارزوو، خو په دې مثال کې دپوښښ تختې په پنیلونو کې د پرله پسې وایو اوږدوالي توپیر ډېر نه دی لکه ($\ell_1 = 6.0$ m) او ($\ell_2 = 7.5$ m) او په دواړو پرله پسې لورو کې د شته ګاډرونو ابعاد سره مساوي دي . د (α_f) قیمتونه په دواړو لورو یو دبل سره نژدې دي او له بلې خوا $(\frac{\ell_2}{\ell_1})^2$ له $1.56 = (7.5/6)^2$ سره کېږي ، نو له دې امله په دواړو لورو د ګاډرونو نسبي سختي کافي ده. په دې مثال کې د مستقیمې محاسبوي طرېقې ټول شرایط بشپړ دي ، نو کولی شو دا طرېقه د مثال د شرایطو سره سم د دوه لوریزه پوښښ تختې د تحلیل او محاسبې لپاره وکاروو او کولی شو د ټولو محورونو په اوږدو محاسبوي مومنټونه د محاسبوي تسمو په ټولو اجزاو ووېشو .

د (2) محور په اوږدو کې د دوه لوریزه پوښښ تختې د تحلیل او محاسبې مرحلې په لاندې ډول توضیح او تشریح کېږي :

1- د ضریبي شوي مجموعي ستاتیکي مومنټ پیدا کول : $M_o = \frac{w_u \ell_2 \ell_n^2}{8}$

$W_u = 1.2 \times 6.32 + 1.6 \times 4 = 14.0\ KN/m^2$

$W_u = 14.0\ KN/m^2 > 1.4w_D = 1.4 \times 6.32 = 8.848\ KN/m^2$

د پوښښ تختې د لنډ لورې ($\ell_1 = 6.0$ m) محاسبوي وایه په لاندې ډول پیدا کوو :

$\ell_n = \ell_1 - b_w = 6.0 - 0.4 = 5.60$ m.

$M_o = \frac{14.0 \times 7.5 \times (5.6)^2}{8} = 411.6$ KN. m

د پوښښ تختې د لنډ لورې ($\ell_1 = 7.0$ m) محاسبوي وایه په لاندې ډول پیدا کوو :

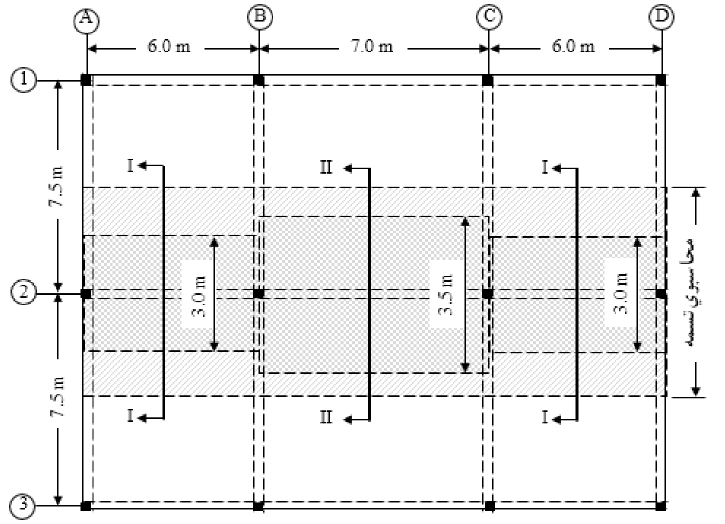
$\ell_n = \ell_1 - b_w = 7.0 - 0.4 = 6.60$ m.

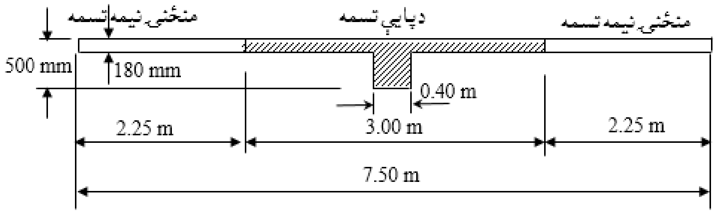
$M_o = \frac{14.0 \times 7.5 \times (6.6)^2}{8} = 571.725$ KN. m

2- په لاس راغلی مجموعي ستاتیکي مومنټ په مثبت او منفي مومنټونو وېشو : څرنګه چې (7.0 m) وایه یوه داخلي وایه ده ، نو په هغې کې ستاتیکي مومنټ (65%) سلنه په منفي مومنټ او (35%) سلنه په مثبت مومنټ وېشل کېږي :

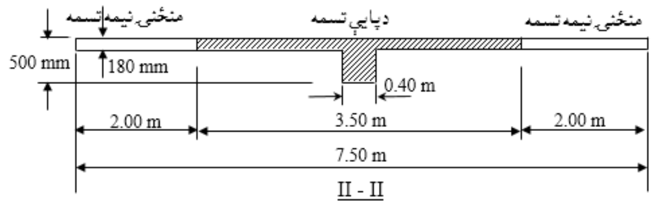
$$M_u^- = 0.65M_o = 0.65 \text{ x } 571.725 = 371.621 \text{ KN. m}$$
$$M_u^+ = 0.35M_o = 0.35 \text{ x } 571.725 = 200.104 \text{ KN. m}$$

ځرنګه چې (6.0 m) وایه یوه اړخیزه او وروستنې وایه ده ، نو په هغې کې ستاتیکي مومنټ د (6.2- جدول) له مخې د (22.2- شکل) سره سم په لاندې ډول وېشل کېږي :

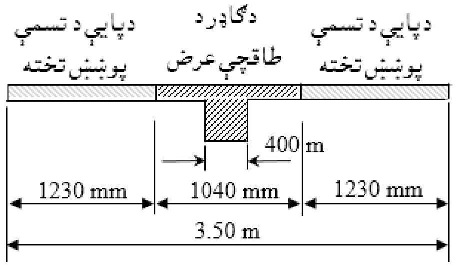


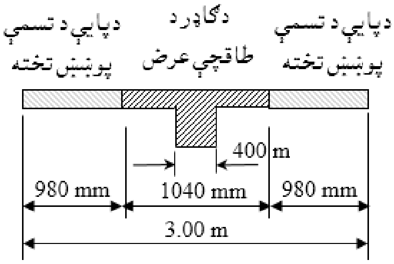


I-I



II - II





د اړخيزې يا وروستنۍ واېې په بيرونۍ اتکاء کې مومنټ مساوي کېږي په :

$M_u^- = 0.16M_o = 0.16 \times 411.6 = 65.856$ KN. m

د اړخيزې يا وروستنۍ واېې په داخلي اتکاء کې مومنټ مساوي کېږي په :

$M_u^- = 0.70M_o = 0.70 \times 411.6 = 288.12$ KN. m

د اړخيزې يا وروستنۍ واېې په منځ کې مومنټ مساوي کېږي په :

$M_u^+ = 0.57M_o = 0.57 \times 411.6 = 234.612$ KN. m

د (ACI) کـــود د غوښتنې لـــه مخې د مجـــاورو پوښښ تخـــتو په شريکه اتکاء کې د لاس ته راغلـــو مومنټ قيمتونو څخه لوی قيمت د زغم لـــپاره ټاکل کـــېږي . دا چې پـــه يـــوه اتکاء کې دوه اتکايي مومنټـــونه لـــه (M_u^- = 288.12 KN. m) څخـــه (M_u^- = 371.621 KN. m) ته لوړېږي ، نو بالمقابل د (6.0 m) واېې په منځ کې مثبت مومنټ کمېږي ، خو د لا ډاډمنتيا لپاره د دې کمېدنې څخه انصراف کوو . که نښتو اجزاو تر منځ د مومنټونو وېشنه په هغه حالت کې چې په تکيه کې يې نا معادله مومنټ وېشل کېږي د سختۍ دضريب له مخې هم تر سره کېدای شي .

3- د پوښښ تختې د ستنې او منځنۍ تسمو د بريدونو ټاکل او تر منځ يې د مومنټ وېشل: د پايې محاسبوي تسمې عرض بايد چې{ $\frac{\ell_2}{2}$, $\frac{\ell_1}{2}$ }min د ستنې له محور څخه په هر لوري په لاندې ډول ټاکل کېږي :

په (6.0 m) وايه کې د ستنې د محاسبوې تسمې عرض مساوي کېږي په :

$$\min\{\frac{\ell_1}{2} = \frac{6}{2} = 3.\text{ m}, \frac{\ell_2}{2} = \frac{7.5}{2} = 3.75\text{ m}\} = 3.0\text{ m}$$

په (7.0 m) وايه کې د ستنې د محاسبوې تسمې عرض مساوي کېږي په :

$$\min\{\frac{\ell_1}{2} = \frac{7}{2} = 3.5\text{ m}, \frac{\ell_2}{2} = \frac{7.5}{2} = 3.75\text{ m}\} = 3.5\text{ m}$$

په (6.0 m) وایه کې د منځنۍ نیمې محاسبوې تسمې عرض مساوي کېږي په :

$$\frac{7.5-3.0}{2} = 2.25 \text{ m}$$

په (7.0 m) وایه کې د د منځنۍ نیمې محاسبوې تسمې عرض مساوي کېږي په :

$$\frac{7.5-3.5}{2} = 2.0 \text{ m}$$

په پورتنې شکل کې د(2) محور باندې د ستنې او منځنۍ نیمه محاسبوي تسمو بریدونه او محدودې ښودل شوي دي .

دا چې ګاډر او پوښښ تختې په یوریخت ډول سره جوړ شوې دي ، نو د پوښښ تختې برخه د ګاډر د طاقچې په ډول واقع کېږي چې د طاقچه لرونکې ګاډر شکل اختیاروي . د دې له امله د ګاډر هر لوري ته د طاقچۍ وتلې برخې عرض باید چې $\min\{h_b, 4h_f\}$ قبلېږي ، چې (h_f) د پوښښ تختې ضخامت او (h_b) د ګاډر عرض دی .

د (T- ډوله) ګاډر د طاقچې عرض مساوي کېږي په :

$$b = \min\{b_w + 2h_b, b_w + 8h_f\},\ h_b = 500 - 180 = 320 \text{ mm}$$
$$b = \min\{400 + 2 \times 320 = 1{,}040 \text{ mm},\ b_w + 8h_f = 500 + 8 \times 180 = 1{,}940 \text{ mm}\}$$
$$b = 1{,}040 \text{ mm}$$

په (6.0 m) وایه کې د ګاډر په هر لوري د پوښښ تختې د پایې د تسمې عرض له $\left(\frac{3{,}000-1{,}040}{2} = 980 \text{ mm}\right)$ سره مساوي کېږي .

په (7.0 m) وایه کې د ګاډر په هر لوري د پوښښ تختې د پایې د تسمې عرض له $\left(\frac{3{,}500-1{,}040}{2} = 1{,}230 \text{ mm}\right)$ سره مساوي کېږي .

د (2) محور د محاسبوي تسمو په هر وایه کې د هغوې د اجزاوو تر منځ د مثبت او منفي مومنټونو وېشنه په لاندې ډول تر سره کېږي :

الف - د(7.0 m) وایې په منځ کې د ګاډر د تنې د انرشیا مجموعي مومنټ په لاندې ډول پیدا کېږي (325:4) :

$$\alpha_{f1} = \frac{E_{cb}I_b}{E_{cs}I_s} = \frac{I_b}{I_s};\ I_s = \frac{\ell_2 h_f^3}{12} = \frac{7{,}500 \times (180)^3}{12} = 3.645 \times 10^9 \text{ mm}^4.$$

$$I_b = k\,\frac{b_w \times h^3}{12},\ k = \frac{1+AB(4-6A+4A^2+BA^2)}{1+AB}$$

$A = \frac{h_f}{h} = \frac{180}{500} = 0.36$, $B = (\frac{b_e}{b_w} - 1) = (\frac{1,040}{500} - 1) = 1.6$

$$k = \frac{1+0.36 \times 1.4 \times (4-6 \times 0.36+4 \times 0.36^2+1,6 \times 0.36^2)}{1+(0.36 \times 1.6)} = 1.524$$

$$I_b = 1.524 \frac{400 \times (500)^3}{12} = 6.35 \times 10^9 \text{ mm}^4.$$

$$\alpha_{f1} = \frac{I_b}{I_s} = 1.742 \Rightarrow \alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.742 \times \frac{7.5}{7.0} = 1.87 > 1.0 \Rightarrow \alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.0$$

$$\frac{\ell_2}{\ell_1} = \frac{7.5}{7.0} = 1.071$$

اوس د (21.2) او (23.2) رابطو له مخې لرو چې :

په داخلي منفي مومنټ کې د پايې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندېنې رابطې په واسطه پيدا کېږي :

$$M^{-}_{in,col} = 75 + 30\,(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})\,(1.0 - \frac{\ell_2}{\ell_1}) = 75 + 30 \times 1 \times (1.0 - 1.071) = 72.86\%$$

په مثبت مومنټ کې د پايې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندېنې رابطې په واسطه پيدا کېږي:

$$M^{+} = 60 + 30\,(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})\,(1.5 - \frac{\ell_2}{\ell_1}) = 60 + 30 \times 1 \times (1.5 - 1.071) = 72.86\%$$

داچې د پوښښ تخته او ګاډر سره يوځای دي او ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1} \geq 1.0$) دي ، نو د پايې په محاسبوي تسمه کې ګاډر ته د پايې د محاسبوي تسمې له مومنټ څخه (85%) سلنه برخه رسېږي ، نو له دې امله په منځنۍ وايه کې مثبت او منفي مومنټونه په لاندې ډول سره وېشو:

دګاډر برخه (0.85 x 72.86 = 61.93%) .

د پايې په تسمې کې د پوښښ تختې برخه (0.15 x 72.86 = 10.93%) .

د منځنۍ تسمې برخه (100% - 72.86% = 27.14%) .

ب - په اړخيزه يا کناري (6.0 m) وايه کې :

$$\alpha_{f1} = \frac{I_b}{I_s} = 1.742,\ \frac{\ell_2}{\ell_1} = \frac{7.5}{6.0} = 1.25 \Rightarrow \alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.742 \times 1.25 = 2.18 > 1.0$$

$$\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.0$$

د (17.2- رابطې) څخه ليکو چې ($\beta_1 = \frac{E_{cb}C}{2E_{cs}I_s}$) ، په دې رابطه کې بايد د(A) محور د اړخ ګاډر د څـرخـېدنې ثابت (C) بايـد پيداشي ، دا ګاډر (L- ډوله) مقطع لـري چې د (22.2- شکل) لـه مخې د ګاډر لـه تنـې څخـه دطاقچـې يا پوښښ تختې بيرون وتنه min{h_b, 4h_f} قبلېږي ، نو د دې مقطع لپاره د ګاډر دطاقچې عرض مساوي کېږي په :

b_e= min{b_w+h_b=400+320=720 ,b_w+4h_f = 400 +4 x 180 =1,120 }=720 mm

د (18.2- رابطې) څخه ليکو چې $C = \sum \left(1 - 0.63\frac{x}{y}\right)\frac{x^3y}{3}$ د(A) محور د اړخ ګاډر چې (L) ډوله مقطع لري د څرخېدنې ثابت (C) د پيداکولو لپاره د (23.2- شکل) په څېر په بېلابېل ډوله مستطيلونو په شکل وېشل کېږي او له هغې څخه د (C) اعظمي قيمت په لاندې ډول پيداکوو :

1- که اصلي مستطيل د مقطع په تنه کې په پام کې ونيول شي نو :

x_1 = 400 mm, y_1 = 500 mm, x_2 = 180 mm, y_2 = 320 mm.

$$C = \left(1 - 0.63\ x\ \frac{400}{500}\right)\frac{(400)^3 x\ 500}{3} + \left(1 - 0.63\ x\ \frac{180}{320}\right)\frac{(180)^3 x\ 320}{3}$$

C = 5.29 x 10^9 + 0.40 x 10^9 = 5.69 x 10^9.

2- که اصلي مستطيل د مقطع په طاقچه کې په پام کې ونيول شي نو :

x_1 = 180 mm, y_1 = 720 mm, x_2 = 500 – 180 = 320 mm, y_2 = 400 mm.

$$C = \left(1 - 0.63\ x\ \frac{180}{720}\right)\frac{(180)^3 x\ 720}{3} + \left(1 - 0.63\ x\ \frac{320}{320}\right)\frac{(320)^3 x\ 400}{3}$$

C = 1.18 x 10^9 + 2.17 x 10^9 = 3.35 x 10^9.

د پورتنيو دوو قيمتونو څخه (C = 5.69 x 10^9) اعظمي يا ډېر دی ، نو همدا قيمت قبلېږي ، نو :

$$\beta_1 = \frac{C}{2I_s} = \frac{5.69\ x\ (10)^9}{2\ x\ 3.645\ x\ (10)^9} = 0.78 < 2.5$$

د (21.4) ،(22.2) او (23.2) رابطو له مخې لرو چې :

په داخلي منفي مومنټ کې د پايې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندېنې رابطې په واسطه پيداکېږي :

$$M^-_{int.col} = 75 + 30\ (\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})\ (1.0 - \frac{\ell_2}{\ell_1}) = 75 + 30\ x\ 1\ x\ (1.0 – 1.25) = 67.5\%$$

په مثبت مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندېنې رابطې په واسطه پیداکېږي:

$$M^{+}= 60 + 30 (\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1}) (1.5 - \frac{\ell_2}{\ell_1}) = 60 + 30 \times 1 \times (1.5 – 1.25) = 67.5\%$$

په بیروني منفي مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندېنې رابطې په واسطه پیداکېږي :

$$M^{-}_{ex,col}= 100 - 10\beta_1 + 12\beta_1 (\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1}) (1.0- \frac{\ell_2}{\ell_1})$$

$$M^{-}_{ex,col}=100 – 10 \times 0.78 + 12 \times 0.78 \times 1 \times (1.0 – 1.25) = 89.86\%$$

په دې وایه کې ($\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1} \geq 1.0$) دي ، نو دپایې په محاسبوي تسمه کې ګاډر ته د پایې د محاسبوي تسمې له مومنټ څخه (85%) سلنه برخه رسېږي ، نو له دې امله د (2) محور په کناري یا اړخیزه وایه کې داخلي مثبت او منفي مومنټونه په لاندې ډول سره وېشو:

دګاډر برخه (0.85 x 67.5 = 57.38%) .

د پایې په تسمې کې د پوښښ تختې برخه (0.15 x 67.5 = 10.12%) .

د منځنۍ تسمې برخه (100% - 67.5% = 32.5%) .

په همدې توګه د (2) محور په کناري یا اړخیزه وایه کې بیروني منفي مومنټ په لاندې ډول سره وېشو:

دګاډر برخه (0.85 x 89.86 = 76.38%) .

د پایې په تسمې کې د پوښښ تختې برخه (0.15 x 89.86 = 13.48%) .

د منځنۍ تسمې برخه (100% - 89.86% = 10.14%) .

د (2) محور د پوښښ تختې - ګاډر د اجزاو تر منځ د مومنټونو وېشنه په لاندېنې جدول کې ځای په ځای کوو :

دپام وړ مومنټونه	دمجموعي ضریب سره مومنټونه (KN. m)	دګاډر مومنټ		د پایې په دوو نیمایې تسموکې مومنټ		د منځنۍ په دوو نیمایې تسموکې مومنټ	
		په سلنې	مقدار (KN. m)	په سلنې	مقدار (KN. m)	په سلنې	مقدار (KN. m)
وروستنۍ یا اړخیزه وایه							
M^-_{ext}	65.9	76.38	50.3	13.48	8.9	10.14	6.7
M^+	234.6	57.38	134.6	10.12	23.7	32.5	76.3
M^-_{int}	371.6	57.38	213.2	10.12	37.6	32.5	120.8
داخلي وایه							
M^-	371.6	61.93	230.1	10.93	40.6	27.14	100.9
M^+	200.1	61.93	123.9	10.93	21.9	27.14	54.3

په پورتنې جدول کې ښودل شوې مومنټونه دیو شانته وېشل شویو عمودي مړو او ژوندیو بارونو له اغېزې پیداشوې دي ، خو په دې بارونو کې له پوښښ تختې څخه د ګاډر دوتلې برخې وزن شامل نه دی . له پوښښ تختې څخه د ګاډر دوتلې برخې وزن یو اضافي خطي بار دی چې د ګاډر یې زغمي ، دا بار او دهغې له امله کوږوالي مومنټونه په لاندې ډول پیداکېږي :

$$W'_D = 1.2 \times (0.50 - 0.18) \times 0.4 \times 24 = 3.69 \text{ KN/m}$$

په منځنۍ وایه کې ستاتیکي مومنټ مساوي کېږي په : $M_o = \frac{W'_D \ell_n^2}{8}$

د پوښښ تختې د لنډ لورې (ℓ_1 = 6.0 m) محاسبوي وایه په لاندې ډول پیداکوو :

$$\ell_n = \ell_1 - b_w = 6.0 - 0.4 = 5.60 \text{ m.}$$

$$M_o = \frac{3.69 \times (5.6)^2}{8} = 14.5 \text{ KN. m}$$

په بیروني اتکاء کې مومنټ مساوي کېږي په :

$$M_u^- = 0.16M_o = 0.16 \times 14.5 = 2.32 \text{ KN. m}$$

په داخلي اتکاء کې مومنټ مساوي کېږي په :

$M_u^- = 0.70M_o = 0.70 \times 14.5 = 10.15$ KN. m

دوایې په منځ کې مومنټ مساوي کېږي په :

$M_u^+ = 0.57M_o = 0.57 \times 14.5 = 8.27$ KN. m

د لومړۍ داخلي اتکاء دواړو لورو ته د ($M_u^- = 13.1$ KN. m) په اندازه یو نا متعادله مومنټ د ښي وایې په لوري او د چپې وایې په لوري ($M_u^- = 10.15$ KN. m) هم شتون لري، نو د کود د غوښتنې له مخې لوی مقدار مومنټ غوره کېږي او د ګاډر نهایې مومنټونه په لاندېني جدول کې ښودل کېږي .

په داخلي وایه کې د ګاډر مومنټ (KN. m)		په وروستنۍ یا اړخیزه وایه کې د ګاډر مومنټ (KN. m)			دپام وړ بارونه
M^+	M^-	M_{int}^-	M^+	M_{ext}^-	
123.9	230.1	213.2	134.6	50.3	وېشلی مړ او ژوندی بارونه
7.0	13.1	13.1	8.3	2.3	د ګاډر مړ بار
130.9	243.2	226.9	142.9	52.6	دبارونو مجموعه

د منځنۍ وایې د محاسبوي تسمې د اجزاو سیخانو مساحت په لاندې ډول پیدا کېږي:

1- د پایې په محاسبوي تسمه کې ګاډر د ($M_u^+ = 130.9$ KN. m) مومنټ لاندې واقع دی او د یو (T- ډوله) ګاډر په څېر محاسبه په لاندې ډول کېږي :

د دې ګاډر ابعاد د شکل له مخې :

$b = 1.040$ mm, $b_w = 400$ mm, $h_f = 180$ mm, $h = 500$ mm

د (T- ډوله) ګاډر د محاسبې لپاره ($a = h_f = 180$ mm) قبلوواو (M_n) په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$M_n = 0.85f_c' \, ab \, (d - \frac{a}{2}) = 0.85 \times 30 \times 180 \times 1{,}000 \, (435 - \frac{180}{2})$$

$M_n = 1{,}647 \times 10^6$ N. mm $= 1{,}647$ KN. m, $\phi = 0.9$

$\phi M_n = 0.9 \times 1{,}647 = 1{,}482.3$ KN. m $> M_u^+ = 130.9$ KN. m

د پورتنۍ محاسبې څخه حاصله شوه چې د فشاري بلاک دګاډر په طاقچه کې واقع دی ، نو ګاډر دیوې مستطیلي مقطع لرونکي ګاډر په څېر محاسبه کوو :

$$(M_u^+ = 130.9\ \text{KN. m});\ \ R_n = \frac{M_u^+}{\phi b d^2} = \frac{130.9 \times 10^6}{0.9 \times 1{,}040 \times (435)^2} = 0.74\ \text{MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85 f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 30}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \times 0.74}{0.85 \times 30}}\right)\right] = 0.0018$$

د اړینوفولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_s = \rho b d = 0.0018 \times 1{,}040 \times 435 = 814\ \text{mm}^2.$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیدا کوو:

$$(\rho_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 f_y} = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 420} = 0.0033)$$ او همداراز $$(\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{420} = 0.0033)$$ په

پام کې نیول کېږي، نو د اصغري سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_{smin} = \rho_{min} b_w d = 0.0033 \times 400 \times 435 = 574\ \text{mm}^2$$

د پورتنۍ محاسبې په پایله کې لرو چې : $(A_{smin} = 574\ mm^2 < A_s = 814\ mm^2)$، نو دسیخانو مساحت $(A_s = 814\ mm^2)$ قبلوو او د هغې له مخې د ګاډر په وایه کې (3N20) فولادي سیخان چې مساحت یې $(A_s = 942\ mm^2)$ ځای په ځای کوو.

له بلې خوا ګاډر د پایې تسمې سره د په اتکاء کې د $(M_u^- = 243.2\ KN.\ m)$ منفي مومنټ لاندې واقع دی ، دا چې د ګاډر طاقچه د کشش لاندې راځي ، نو مقطع په مستطیلي شکل محاسبه کېږي چې د مقطع عرض $(b = b_w = 400mm)$ په پام کې نیول کېږي .

$$(M_u^- = 243.2\text{KN. m});\ \ R_n = \frac{M_u^+}{\phi b d^2} = \frac{243.2 \times 10^6}{0.9 \times 400 \times (435)^2} = 0.74\ \text{MPa.}$$

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85 f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 30}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \times 3.57}{0.85 \times 30}}\right)\right] = 0.0092$$

د اړینوفولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_s = \rho b_w d = 0.0092 \times 400 \times 435 = 1{,}600.8\ \text{mm}^2.$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سيخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پيدا کوو:

په $(\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{420} = 0.0033)$ او همداراز $(\rho_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4f_y} = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 420} = 0.0033)$

پام کې نيول کېږي، نو د اصغري سيخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_{smin} = \rho_{min}\, b_w d = 0.0033 \times 400 \times 435 = 574\ mm^2$$

د پورتنۍ محاسبې په پايله کې لرو چې: $(A_{smin} = 574\ mm^2 < A_s = 1{,}600.8\ mm^2)$،

نو د سيخانو مساحت $(A_s = 1{,}600.8\ mm^2)$ قبلوو او د هغې له مخې د ګاډر په وايه کې (6 N 20) فولادي سيخان چې مساحت يې $(A_s = 1{,}884\ mm^2)$ کېږي، د پوښښ تختې له پاسه د ګاډر په طاقچه کې د (b = 1,040 mm) عرض کې ځای په ځای کېږي.

2- د پايې په محاسبوي تسمه کې د پوښښ تختې د سيخانو مساحت په لاندې ډول محاسبه کېږي:

د پايې د محاسبوي تسمې پوښښ تخته د وايې په منځ کې له $(M_u^+ = 21.9\ KN.\ m)$ مثبت مومنټ لاندې او په اتکاء کې له $(M_u^- = 40.6\ KN.\ m)$ منفي مومنټ لاندې واقع شوې ده. داچې هره نيمه محاسبوې تسمه د ګاډر هر لوري ته په (b = 1,230 mm) عرض د وايې په منځ او په اتکاء ګانو کې په ترتيب سره د $(M_u^+ = 10.95\ KN.\ m)$ مثبت مومنټ لاندې او په اتکاء کې د $(M_u^- = 20.3\ KN.\ m)$ منفي مومنټ لاندې واقع شوې ده. په پوښښ تختې کې د (20 mm) محافظوي طبقې او (10 mm) قطر سيخانو په فرضېدنې سره فعاله ارتفاع مساوي کېږي په:

$$d = h_s - Cc - d_b/2 = 180 - 20 - (10/2) = 155\ mm$$

د پوښښ تختې په اتکاء کې سيخان په لاندې ډول پيدا کوو:

$$(M_u^- = 20.3\ KN.\ m/m);\ \ R_n = \frac{M_u^-}{\phi b d^2} = \frac{20.3 \times 10^6}{0.9 \times 1{,}230 \times (155)^2} = 0.763\ MPa.$$

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 30}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 0.763}{0.85 \times 30}}\right)\right] = 0.00184$$

د اړينو فولادي سيخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = \rho b d = 0.00184 \times 1{,}230 \times 155 = 351\ mm^2.$$

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:

$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1{,}230 \times 180 = 399$ mm

(A_{smin} = 399 mm^2 > A_s = 351 mm^2)، نو د سیخانو مساحت (A_s = 399 mm^2) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې د ستنې تسمې په اتکاء کې فولادي سیخان ځای په ځای کوو. د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\frac{A_{\phi} \times 1{,}230}{A_S} = \frac{78.5 \times 1{,}230}{399} = 242 \text{ mm C/C}$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (3h = 3 x 180 = 540 mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختې په اوږد لوري نښتې اتکاء کې ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (240 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو، یانې (5ϕ 10 mm @ 240 mm C/C) پنځه فولادي سیخان په پاسنۍ برخه کې د (240 mm) مرکزترمرکز فا صلې کاروو.

لکه څنګه چې د پایې د محاسبوي تسمې دپوښښ تختې د وایې منځ کې مثبت مومنټ څو ځلې د اتکاء له منفي مومنټ څخه لږ دی، نو لږتر لږه د تودوخې او انقباض په وړاندې د مقاومت لپاره (5N10mm@240 mm C/C) سیخان دپایې د تسمې په هر نیمه برخه کې د وایې په منځ دپوښښ تختې په لاندېنۍ برخه کې ځای په ځای کوو.

3- د منځنۍ تسمه کې د پوښښ تختې د سیخانو مساحت په لاندې ډول محاسبه کېږي:
دپوښښ تختې هره نیمه منځنۍ تسمه د(M_u^+ = 27.2 KN. m) مثبت مومنټ لاندې او په اتکاء کې د(M_u^- = 50.5 KN. m) منفي مومنټ لاندې واقع شوې ده. سره له دې چې د منځنۍ نیمې تسمې عرض (2.0 m) دی ، خو منځنۍ تسمه دهغه مومنټونه چې د دوونیمو مجاورو تسمو څخه ور ته رسېږي ، د زغم په وړاندې باید مقاومت ولري ، په دې شرط چې د (2) محور او (3) محور د محاسبوي تسمو شرایط سره ورته وي. نو کولی شو چې نیمه منځنۍ تسمه د(2.0 m) په عرض په لاندې ډول محاسبه کړو:

د پوښښ تختې په اتکاء کې سیخان په لاندې ډول پیدا کوو:

$$(M_u^- = 50.5\ KN.\ m/m);\ \ R_n = \frac{M_u^-}{\phi bd^2} = \frac{50.5 \times 10^6}{0.9 \times 2{,}000 \times (155)^2} = 1.17\ MPa.$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 30}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \times 1.17}{0.85 \times 30}}\right)\right] = 0.0029$$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = \rho bd = 0.0029 \times 2{,}000 \times 155 = 899\ mm^2.$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانو اصغري مساحت په لاندې ډول پیدا کوو: دا چې (f_y = 420 MPa) دی ، نو(ρ = 0.0018) په پام کې نیول کېږي:

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 1{,}230 \times 180 = 399\ mm^2/m$$

(A_s = 899 mm²) نو د سیخانو مساحت ،(A_{smin} = 399 mm² < A_s = 899 mm²) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې د ستنې تسمې په اتکاء کې فولادي سیخان اچوو. د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیدا کوو:

$$\frac{A_\phi \times 1{,}230}{A_s} = \frac{78.5 \times 2{,}000}{899} = 175\ mm\ C/C$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (3h = 3 x 180 = 540 mm) او یا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي. خو د پوښښ تختې په اتکاء کې ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (170 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لږه ده ، قبلوو، یانې (12ϕ 10 mm @ 170 mm C/C) فولادي سیخان کاروو.

همداراز د دپوښښ تختې د وایې په منځ کې سیخان په لاندې ډول پیدا کوو:

$$(M_u^+ = 27.2\ KN.\ m/m),\ \ R_n = \frac{M_u^+}{\phi bd^2} = \frac{27.2 \times 10^6}{0.9 \times 2{,}000 \times (155)^2} = 0.63\ MPa.$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 30}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \times 0.63}{0.85 \times 30}}\right)\right] = 0.00152$$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په:

$$A_s = \rho bd = 0.00152 \times 2{,}000 \times 155 = 471.2\ mm^2.$$

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 :

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 2{,}000 \times 180 = 648\ mm^2$$

(A_{smin} = 648 mm^2 > A_s = 471.2 mm^2)، نو د سيخانو مساحت (A_s = 648 mm^2) قبلوو او د هغې لـه مخې د پوښښ تختې د ستنې تسمې په اتکاء کې فولادي سيخان اچوو. د لاسته راغلو سيخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پيدا کوو :

$$\frac{A_{\phi} \times 1{,}230}{A_S} = \frac{78.5 \times 2{,}000}{648} = 242\ mm\ C/C$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سيخانو تر منځ فاصله بايد له (3h = 3 x 180 = 540 mm) او يا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي . خو د پوښښ تختې د وايې په منځ کې ځای په ځای کېدونکو فولادي تر منځ فاصله (240 mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه لـږه ده ، قــبلوو، يانې (8ϕ 10 mm @ 240 mm C/C) فولادي سيخان کاروو .
پورتني محاسبه شوي فولادي سيخان د محاسبوي تسمې د اجزاوو په مقطعو کې چې د مثبتو او منفي اعظمي مومنټونو لاندې واقع دي ،ځای په ځای کېږي .

5.2- مثال : دا چې په (3.4- مثال) کې د (2) د محاسبوي تسمې د تحليل لپاره له مستقيمې محاسبوي طريقې څخه ګټه اخېستل شوې ده . نو د پورتنې مثال د حل له پايلو څخه د منځنۍ اتکاء دواړو لورو ته محاسبه شوې نامعادل مومنټونه په يوه مناسب تحليل سره د اتکاء دواړو لورو وايو کې که د پايو اوږدوالی په پاسنيو او لاندېنيو پوړونو کې له مرکز څخه تر مرکزه پورې (3.0 m) فرض شوې وي ، ووېشئ ؟
حل : په (4.2- مثال) کې د (2) محور په محاسبوي تسمې کې د ضريبي وېشلې بارونو له اغېزې کوږوالي مومنټونه (KN. m) په لاندې ډول په لاس راغلي دي :

A	ارخيزه (6.0 m) وايه	B_L	B_R	منځنۍ (7.0m) وايه	C_L	C_R
- 65.9	+234.6	- 288.1	- 371.6	+200.1	- 371.6	

د (B) اتکاء دواړو لورو ته نا معادل منفي مومنټ مساوي کېږي په :

$$371.6 - 288.1 = 83.5 \text{ KN. m}$$

دا مومنټ د (B) په غوټه کې د نښتو اجزاو د سختۍ له مخې په متناسبه توګه وېشل کېږي . د پوښښ تختې په دواړو لورو کې د کړنې له امله دوايې په اوږدو کې د مومنټ د لېږدېدنې ضريب د ګاډرونو په څېر نه ، بلکې د مومنټ د لېږدېدنې ضريب د ستاتيکي تعادل په ساتنې سره تر سره کېږي . د دې نا معادل مومنټ په وړاندې مقاوم اجزاو د (B) اتکاء ښې او چپ لورو ته د پوښښ تختې او ګاډر ونه دي ،چې د هغې د کږېدنې د سختۍ مجموعه يې په ترتيب سره په $(K_s + K_b)_R$ او$(K_s + K_b)_L$ ښودل کېږي . د دې سختۍ سره بايد د پاسنيو او لاندېنيو پايو سختي هم سره يوځای شي ، چې په (ΣK) سره ښودل کېږي . نو له دې امله د چپ لوري وايې کې د نامعادل مومنټ د وېشنې ضريب $(DF)_L$ مساوي کېږي په :

$$(DF)_L = \frac{(K_s+K_b)_L}{(K_s+K_b)_L+(K_s+K_b)_R+\Sigma K_c}$$

د (4.2 - مثال) د پايلو پر بنسټ لروچې :

$$I_s = \frac{\ell_2 h_f^3}{12} = \frac{7500 \text{ x}(180)^3}{12} = 3.645 \text{ x } 10^9 \text{ mm}^4.$$

$$I_b = k\,\frac{b_w \text{ x } h^3}{12} = 1.524\,\frac{400 \text{ x}(500)^3}{12} = 6.35 \text{ x } 10^9 \text{ mm}^4.$$

په چپه وايه کې :

$$K_s = \frac{4E_c I_s}{\ell} = \frac{4\text{x}3.645\text{x}(10)^3}{6.0\text{x}(10)^3} E_c = 2.43 \text{ x } 10^3 E_c$$

$$K_b = \frac{4E_c I_b}{\ell} = \frac{4\text{x}6.35\text{x}(10)^3}{6.0\text{x}(10)^3} E_c = 4.23 \text{ x } 10^3 E_c$$

$$(K_s + K_b)_L = (2.43 \text{ x } 10^3 E_c + 4.23 \text{ x } 10^3 E_c = 6.66 \text{ x } 10^3 E_c$$

په ښې وايه کې :

$$K_s = \frac{4E_c I_s}{\ell} = \frac{4\text{x}3.645\text{x}(10)^3}{7.0\text{x}(10)^3} E_c = 2.08 \text{ x } 10^3 E_c$$

$$K_b = \frac{4E_c I_b}{\ell} = \frac{4\text{x}6.35\text{x}(10)^3}{7.0\text{x}(10)^3} E_c = 3.63 \text{ x } 10^3 E_c$$

$$(K_s + K_b)_L = (2.08 \text{ x } 10^3 E_c + 3.63 \text{ x } 10^3 E_c = 5.71 \text{ x } 10^3 E_c$$

د پايو لپاره :

$$\Sigma K_c = \sum \frac{4E_c I_c}{\ell} = \frac{4\text{x}3.645\text{x}(10)^3}{6.0\text{x}(10)^3} E_c = 5.69 \text{ x } 10^3 E_c$$

$$(DF)_L = \frac{6.66 \text{ x } (10)^3 E_c}{6.66 \text{ x } (10)^3 E_c + 5.71 \text{ x } (10)^3 E_c + 5.69 \text{ x } (10)^3 E_c} = 0.369$$

$$(DF)_L = \frac{5.71 \text{ x } (10)^3 E_c}{6.66 \text{ x } (10)^3 E_c + 5.71 \text{ x } (10)^3 E_c + 5.69 \text{ x } (10)^3 E_c} = 0.316$$

$$(DF)_{col} = \frac{5.69 \text{ x } (10)^3 E_c}{6.66 \text{ x } (10)^3 E_c + 5.71 \text{ x } (10)^3 E_c + 5.69 \text{ x } (10)^3 E_c} = 0.315$$

د اتکاء چپ لوري ته دنامعادله منفي مومنټ وېشنه مساوي کېږي په :

0.369 x (- 83.5) = - 30.8 KN. m

د اتکاء چپ لوري ته د وایې په مثبت مومنټ کې بدلون مساوي کېږي په :

- 30.8 /2 = - 15.4 KN. m

د اتکاء ښي لوري ته دنامعادله منفي مومنټ وېشنه مساوي کېږي په :

0.316 x (+ 83.5) = + 26.4 KN. m

د اتکاء ښي لوري ته د وایې په مثبت مومنټ کې بدلون مساوي کېږي په :

+ 26.4 /2 = + 13.2 KN. m

د هرې پایې دنامعادله منفي مومنټ وېشنه مساوي کېږي په :

0.5 x 0.315 x (+ 83.5) = 13.2 KN. m

په منځنیو اتکاګانو کې د نا معادله منفي مومنټ وېشنه او د (2) محور د محاسبوي تسمې له مخې د اصلاح شوي مومنټ محاسبه په لاندېني جدول کې تر سره شوې ده :

	A	ارخیزه (6.0 m) وایه	B_L	B_R	منځنۍ (7.0 m) وایه	C_L
په مستقیمې محاسبوي طریقې محاسبه شوې قیمت	- 65.9	+234.6	- 288.1	- 371.6	+200.1	- 371.6
د نا معادله مومنټ وېشنه	0	-15.4	-30.8	+26.4	+13.2	0
د کوېږوالي نهایي مومنټ	- 65.9	+ 219.2	-318.9	-345.2	+213.3	-371.6

په همدې ډول د ګاډر د اضافي وزن له امله منفي نامعادله مومنټ وېشنه چې خپله ګاډر يې زغمي ، په وايو وېشل کېږي ، چې په لاندېنې جدول کې په (KN. m) سره ښودل کېږي:

	A	ارخيزه (6.0 m) وايه	B_L	B_R	منځنۍ (7.0 m) وايه	C_L
په مستقيمي محاسبوي طريقې محاسبه شوي قيمت	- 2.3	+ 8.3	- 10.2	- 13.1	+ 7.0	- 13.1
د نامعادله مومنټ وېشنه	0	-0.6	-1.1	+ 1.0	+ 0.5	0
د ګاډر د خپل وزن له امله د کوږوالي نهايي مومنټ	- 2.3	+ 7.7	-11.3	-12.1	+ 7.5	-13.1

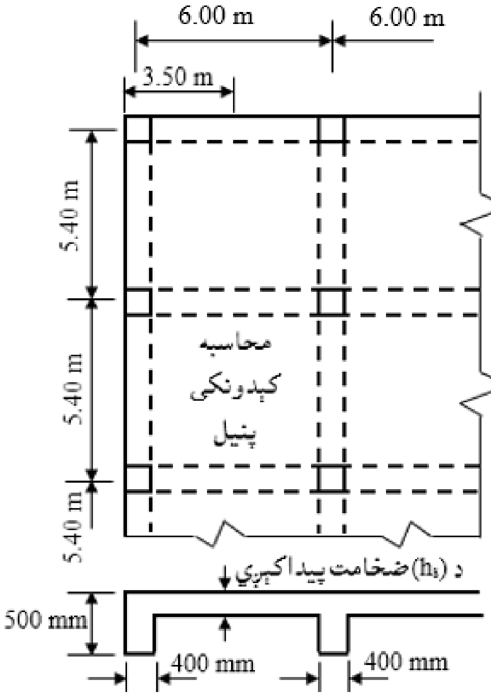
د ګاډر د وزن له اغېزې دپايې برخه نامعادل مومنټ او دپايې مجموعي مومنټ په لاندې ډول محاسبه کېږي : د ګاډر د وزن له اغېزې په منفي نامعادل مومنټ کې دهرې پايې برخه مساوي کېږي په:

0.5 x 0.315 x (13.1 – 10.2) = 0.5 KN. m

منځنۍ اتکاء سره نښتې هرې پايې لپاره منفي نامعادل مومنټ مساوي کېږي په:

13.2 + 0.5 = 13.7 KN. m

6.2- مثال : په لاندېني شکل کې د ښودل شوې اړخيزه پوښښ تخته چې د ($6.0\ KN/m^2$) ژوندي او د خپل بار پـــه ګـــډون ($5.0\ KN/m^2$) مـــړ بار لاندې واقـــع وي ، کـــه د پايې ابعـــاد($375\ mm \times 375\ mm$) او اوږدوالـــی يې ($3.60\ m$) وي ، ($f'_c = 25\ MPa$) او ($f_y = 420\ MPa$) وي ، محاسبه کړئ .



1- په دې مثال کې د مستقيمې محاسبوي طريقې د سرته سولو لپاره د (ACI) کود محدوديتونه په پام کې نيسو ، چې له هغې څخه پنځه لومړنې غوښتنې تر سره شوې دي او د شپږمې غوښتنې لپاره اړينه محاسبه په لاندې ډول تر سره کېږي .

2- د (ACI) کود د غوښتنې سره سم اضغري ضخامت په لاندې ډول پيدا کېږي :

(a) - د پوښښ تختې لپاره (150 mm) ضخامت فرضوو.

(b) - د کود له مخې د پايې سره د ګاډر د طاقچې د برخې اندازې دارنګه ځانګړې کېږي :

$4h_f = 4 \times 150 = 600\ mm,\ h - h_f = 500 - 150 = 350\ mm.$

(c) - د (T- ډوله) ګاډرونو د انرشيا مجموعي مومنتونه پيدا کېږي . د اړخيز او منځني ګاډورونو د انرشيا مجموعي مومنتو د هغوې ثقل مرکز ته پيدا کېږي . ډېری محاسبه کوونکې انجنيران د دې نرشيامومنتونو لپاره قيمتونه په تخميني توګه په پام کې نيسي

او (I_s) تل د پوښښ تختې د ضخامت له مخې پیداکوي . یوه ډېره مشهوره تجربه هغه دا چې د دې مومنټونو قیمتونه د ګاډر د تنې د انرشیا مجموعي مومنټ دوه ځلې (چې په هغې کې د تنې ارتفاع د پوښښ تختې له پاسه څخه تر د تنې د لاندېنې برخې پورې کارېږي) د داخلي ګاډرونو او یو نیم ځلې د بیروني یا اړخیزو ګاډرونو لپاره کارېږي . (518:10)

د اړخیز ګاډر لپاره :

$b = b_w + h_b = 400 + 350 = 750$ mm

$A_1 = 500 \times 400 = 0.20 \times 10^6$ mm^2, $A_2 = 350 \times 150 = 0.0525 \times 10^6$ mm^2,

$y_1 = (500/2) = 250$ mm, $y_2 = 500 - (150/2) = 425$ mm

$$\bar{y} = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2}{A_1 + A_2} = \frac{0.2\ x(10)^6 x\ 250 + 0.0525\ x(10)^6 x\ 425}{0.2\ x(10)^6 + 0.0525\ x(10)^6} = \frac{72.313}{0.253} = 286 \text{ mm}$$

$$I_b = \frac{400x(500)^3}{12} + 0.20 \times 10^6 (250)^2 + \frac{350x(150)^3}{12} + 0.0525 \times 10^6 (425)^2$$

$$I_b = 8.3 \times 10^6 + 12{,}500 \times 10^6 + 98.44 \times 10^6 + 9.5 \times 10^6 = 1.3 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$I_s = \frac{1}{12}(3{,}500) \times (150)^3 = 0.98 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$\alpha_{f1} = \frac{E_{cb} I_b}{E_{cs} I_s} = \frac{I_b}{I_s} = \frac{1.3}{0.98} = 1.33$$

د داخلي ګاډرونو لپاره :

$b = \min\{b_w + 2h_b = 1{,}100$ mm, $b_w + 8h_f = 1{,}600$ mm$\} = 1{,}100$ mm

$A_1 = 350 \times 400 = 0.14 \times 10^6$ mm^2, $A_2 = 1{,}100 \times 150 = 0.165 \times 10^6$ mm^2,

$y_1 = (350/2) = 175$ mm, $y_2 = 500 - (150/2) = 425$ mm

$$\bar{y} = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2}{A_1 + A_2} = \frac{0.14\ x(10)^6 x\ 175 + 0.165\ x(10)^6 x\ 425}{0.14\ x(10)^6 + 0.165\ x(10)^6} = \frac{94.625}{0.305} = 310 \text{ mm}$$

$$I_b = \frac{400x(350)^3}{12} + 0.14 \times 10^6 (135)^2 + \frac{1{,}100x(150)^3}{12} + 0.165 \times 10^6 (115)^2$$

$$I_b = 1.72 \times 10^{10} + 0.26 \times 10^{10} + 0.0037 \times 10^{10} + 0.22 \times 10^{10} = 2.204 \times 10^{10} \text{ mm}$$

$$I_s = \frac{1}{12}(6{,}000) \times (150)^3 = 2.03 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$\alpha_{f1} = \frac{E_{cb} I_b}{E_{cs} I_s} = \frac{I_b}{I_s} = \frac{2.204}{2.03} = 1.09$$

$$I_s = \frac{1}{12}(5.400) \times (150)^3 = 1.82 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$\alpha_{f1} = \frac{E_{cb} I_b}{E_{cs} I_s} = \frac{I_b}{I_s} = \frac{2.204}{1.82} = 1.21$$

نو د (α_{f1}) منځنی قیمت مساوي کېږي په :

$$\alpha_{f1} = \frac{1.33+1.21+2\,(1.09)}{4} = 1.18$$

اوږد او لنډ لوري وايو د محاسبوي اوږدوالي نسبت (β) مساوي کېږي په :

$$\beta = \frac{6.0-0.40}{5.4-0.40} = 1.120$$

(d) - د (α_f) د منځني قيمت له پيداکېدنې څخه وروسته د دواړو عمودي او متقابلو لورو لپاره وروستنې شرط چې د (ACI) د مستقيمې محاسبوي طريقې لپاره په پام کې نيول کېږي محاسبه کوو :

$$\frac{\alpha_{f1}\ell_2^2}{\alpha_{f2}\ell_1^2} = \frac{1.18\,x\,(5.4)^2}{1.09\,x\,(6.0)^2} = \frac{34.409}{39.240} = 0.877$$

پورتنی په لاس راغلی قیمت (0.877) دا ($5.0 \geq \frac{\alpha_{f1}\ell_2^2}{\alpha_{f2}\ell_1^2} \geq 0.2$) شرط بشپړوي . د نو د قناعت وړ دی .

(e)- د (ACI) کود له مخې د پوښښ تختې د ضخامت په اړه محدوديتونه :

$\ell_n = 6{,}000 - 400 = 5{,}600$ mm

داچې ($\alpha_f < 2.0$) ده ، د هغه پوښښ تختو لپاره چې په هغې کې ($0.2 < \alpha_{fm} \leq 2.0$) وي، نـــو اضغري ضخامت بايد له لاندېنې قيمت او په هيڅ وجه له (125 mm) ملي مترو يا (5.0 in) انچو څخه لږ نه شي ، نو ضخامت مساوي کېږي په :

$$h = \frac{\ell_n[0.8+(f_y/1{,}500)]}{36+5\beta(\alpha_{fm}-0.2)} = \frac{5{,}600[0.8+\left(\frac{420}{1{,}500}\right)]}{36+5x\,1.12(1.21-0.2)} = \frac{6{,}048}{41.656} = 145.2\text{ mm}$$

په لاس راغلي ضخامت قيمت (h = 145.2 mm) د (125 mm) څخه ډېر او همدا راز د پوښښ تختې غوره شوې ضخامت (150 mm) هم له دې قيمت څخه ډېر دی ، نو درست انتخاب شوې دی .

3- د داخلي پايې په ليکه د لنډ لوري وايې لپاره مومنټونه په لاندې ډول پيداکېږي :

$W_u = 1.2\text{ x }5 + 1.6\text{ x }6 = 15.6\text{ KN/m}^2$

د پوښښ تختې د لنډ لورې ($\ell_1 = 5.4$ m) محاسبوي وايه په لاندې ډول پيداکوو :

$\ell_n = \ell_1 - b_w = 5.4 - 0.4 = 5.00$ m.

$$M_o = \frac{W_u \ell_2 \ell_n^2}{8} = \frac{15.6 \times 6 \times (5.0)^2}{8} = 292.5 \text{ KN. m}$$

(a)- ستاتيکي مومنټ په منفي او مثبت محاسبوي مومنټونو وېشو:

$M_u^- = 0.65M_o = 0.65 \times 292.5 = -190.125$ KN. m

$M_u^+ = 0.35Mo = 0.35 \times 292.5 = +110.375$ KN. m

(b)- دا داخلي مومنټونه په ګاډر او د پايې په تسمه وېشو:

$$\frac{\ell_2}{\ell_1} = \frac{6.0}{5.4} = 1.111$$

په لنډ لوري (α_{f1}= 1.21) نو($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.21 x 1.111 = 1.344) کېږي.

د داخلي منفي مومنټ يوه برخه د پايې د تسمې په واسطه زغمل کېږي ، د (7.2- جدول) څخــه د ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.344) لــه مخــې چې له يوه څخه ډېــر دی د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.111) قــيمــت پــه پام کې نيــولــو ســره د (75) او (45) قيمتــونــو د انتــرپــولــيشن څخــه [0.7167 x (-190.125) = -136.263 KN. m]په لاس راځي ، همدا راز دا قيمت د لاندېنۍ فورمول په واسطه هم پيدا کولی شو :

$\%^-_{in,col}$= 75 + 30($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$) (1.0- $\frac{\ell_2}{\ell_1}$) = 75 + 30 x 1.0 x (1.0 – 1.111) = 71.67%

$M_{int,col}^-$= 0.7167 x (- 190.125) = - 136.263 KN. m

يادونه :کله چې د($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$) قيمت له يوه څخه ډېر شي ، نو (1.0) قبلېږي.

په لاس راغلی (136.263 KN. m -) مومنټ د (ACI 13.6.5) له مخې (85%) سلنه يې (-115.823 KN. m)ګاډر او (15%) سلنه (20.439 KN. m -) پوښښ تختې ته او پاتې منفي مومنټ (190.125 – 136.263 = 53.862 KN. m) يانې (-53.862 KN. m) مومنټ منځنۍ تسمې ته ځانګړې کېږي.

د مثبت مــومنټ بــرخه چې د پايې د تسمې په واسطه زغــمل کــېږي د (7.2 - جدول) څخــه د ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.344) لــه مخــې چې لــه يوه څخــه ډېــر دی د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.111) قيمــت پــه پام کې نيولــو ســره د (75) او (45) قيمتــونــو د انتــرپــولــيشن څخــه [0.7167 x (+110.375) = +79.106 KN. m]په لاس راځي ، همدارازپه مثبت

مومنټ کې د پايې د تسمې په سلنې سره برخه د لاندېنې رابطې په واسطه هم پيداکولی شو:

$$\% ^{+}= 60 + 30 (\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}) (1.5 - \frac{\ell_2}{\ell_1}) = 60 + 30 \times 1.0 \times (1.5 – 1.111) = 71.67\%$$

$$M^{+}_{int,col}= 0.7167 \times (+ 110.375) = + 79.106 \text{ KN. m}$$

يادونه: کله چې د $(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})$ قيمت له يوه څخه ډېر شي ، نو (1.0) قبلېږي.

په لاس راغلی (79.106 KN. m +) مومنټ د (ACI 13.6.5) لـه مخـې (85%) يې (67.24 KN. m +)ګاډر او (15%) (11.866 KN. m+) پوښښ تختې ته او پاتې مثبت مومنټ (31.269 KN. m+) يانې (110.375 – 79.106 = 31.269 KN. m) مومنټ منځنۍ تسمې ته ځانګړې کېږي.

4- د لنډ لوري وايې د څنډې يا اړخ ګاډر د مرکز لپاره مومنټونه په لاندې ډول پيداکېږي:

د پوښښ تختې د لنډ لوري (ℓ_1 = 5.4 m) محاسبوي وايه په لاندې ډول پيداکوو:

$$\ell_n = \ell_1 – b_w = 5.4 – 0.4 = 5.00 \text{ m.}$$

$$M_o = \frac{W_u\ell_2\ell_n^2}{8} = \frac{15.6 \times 3.5 \times (5.0)^2}{8} = 170.625 \text{ KN. m}$$

(a)- ستاتيکي مومنټ په منفي او مثبت محاسبوي مومنټونوويشو:

$$M_u^- = 0.65M_o = 0.65 \times 170.625 = - 110.906 \text{ KN. m}$$

$$M_u^+ = 0.35Mo = 0.35 \times 170.625 = + 59.719 \text{ KN. m}$$

(b)- دا داخلي مومنټونه په ګاډر او د پايې په تسمه وېشو: $\frac{\ell_2}{\ell_1} = \frac{6.0}{5.4} = 1.111$

دڅنډې ګاډر لپاره (α_{f1}= 1.33) نو$(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.33 x 1.111 = 1.478) کېږي.

5- د بيروني منفي مومنټ يو بـــرخه چې د پايې تسمه يې زغـــمي ، د (7.2- جدول) څخـــه د ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.478) لــه مخــې چې لـــه يوه څخـــه ډېـــر دی د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.111) قيمـت پـه پام کې نيولـــو ســـره د (75) او (45) قيمتـــونـــو له انتـــرپـــولـــيشن څخـــه [0.7167 x (-110.906) = -79.486 KN. m]په لاس راځي.

يادونه: کله چې د $(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})$ قيمت له يوه څخه ډېر شي ، نو (1.0) قبلېږي.

په لاس راغلی (- 79.486 KN. m) مومنټ د (ACI 13.6.5) له مخې (85%) سلنه يې (-67.563 KN. m) ګاډر او (15%) سلنه (- 11.923 KN. m) پوښښ تختې ته او پاتې منفي مومنټ (110.906 – 79.486 = 31.420 KN. m) يانې (-31.4 20 KN. m) مومنټ منځنۍ تسمې ته ځانګړې کېږي .

د بيروني مثبت مومنټ برخه چې د پايې تسمه يې زغمي د (7.2 - جدول) څخه د $(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.478)$ له مخې چې له يوه څخه ډېر دی، نو د $(\frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.111)$ قيمت په پام کې نيولو سره د (75) او (45) قيمتونو د انټرپولېشن څخه [0.7167 x (+59.719) = + 42.801 KN. m] په لاس راځي . کله چې د $(\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})$ قيمت له يوه ډېر شي (1.0) قبلېږي او (+42.801 KN. m) مومنټ د (ACI 13.6.5) له مخې (85%) يې (+ 36.381 KN. m) ګاډر او (15%) يې (+6.420KN. m) پوښښ تختې ته او پاتې مثبت مومنټ يې (59.719 – 42.801 = 16.918 KN. m) يانې (+16.918 KN. m) مومنټ منځنۍ تسمې ته ځانګړې کېږي . د لنډې وايې لپاره په لاس راغلي مومنټونه په لاندېنۍ جدول کې ځای په ځای کوو:

په لنډې وايې محاسبه شوي مومنټونه.

حالتونه	دپايې د تسمې مومنټونه (KN. m)		د پوښښ تختې د منځنۍ تسمې مومنټونه (KN. m)
	ګاډرونه	پوښښ تخته	
منځنۍ پوښښ تختې - ګاډر تسمه			
منفي مومنټونه	-115.823	-20.439	-53.862
مثبت مومنټونه	+67.24	+11.866	+31.269
بيرونۍ پوښښ تختې - ګاډر تسمه			
منفي مومنټونه	-67.563	-11.923	-31.420
مثبت مومنټونه	+36.381	+6.420	+16.918

6- د اوږدې وایې په لوري مومنټونه په لاندې ډول پیدا کېږي:

د پوښښ تختې د لنډ لورې (ℓ_2 = 6.0 m) محاسبوي وایه په لاندې ډول پیدا کوو :

$\ell_n = \ell_2 - b_w = 6.0 - 0.4 = 5.60$ m.

$$M_o = \frac{W_u \ell_2 \ell_n^2}{8} = \frac{15.6 \times 5.4 \times (5.60)^2}{8} = 330.221 \text{ KN. m}$$

(a)- د (ACI 13.6.3.3) او (6.2- جدول) له مخې دګادر لرونکي اړخ یا وروستنۍ وایې د ټولو داخلي اتکاګانو تر منځ مومنټونه په لاندې ډول وېشل کېږي:

داخلي منفي فکتوري مومنټ مساوي کېږي په :

$-0.70M_o = -0.70 \times 330.221 = -231.155$ KN. m

مثبت فکتوري مومنټ مساوي کېږي په :

$+0.57M_o = +0.57 \times 330.221 = +188.226$ KN. m

بیروني منفي فکتوري مومنټ مساوي کېږي په :

$-0.16M_o = -0.16 \times 330.221 = -52.835$ KN. m

په لاس راغلي مومنټونه ښایي (10%) بدلون ومومي او د (ACI 13.6.7) له مخې کمښت ومومي خو دلته اوس د مومنټ له کمېدنې څخه انصراف کوو.

(b)- دا مومنټونه د ګاډر او پایې په تسمې وېشل کېږي : $\frac{\ell_2}{\ell_1} = \frac{5.4}{6.0} = 0.90$

د (6.0 m) ګاډر لپاره ($\alpha_{f1} = 1.09$) نو ($\alpha_{f1} \frac{\ell_2}{\ell_1} = 1.09 \times 0.90 = 0.98 \approx 1.0$) کېږي .

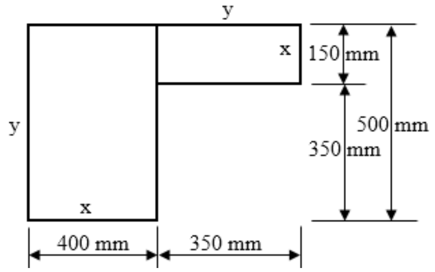
راتلونکې څرګندونې د (β_1) لپاره تر سره کېږي ، دا د پوښښ تختې په عرض کې داړخ ګاډر د څرخېدنې دسختۍ او د ګاډر د مقطع په کږېدنې کې د سختۍ نسبت دی چې د ټولې وایې په اوږدو کې د ګاډر د اتکاګانو د مرکزترمرکز لپاره مساوي په پام کې نیول کېږي .

$$\beta_1 = \frac{E_{cb} C}{2E_{cs} I_s} = \frac{C}{2I_s}, \; E_{cb} = E_{cs} = E_c$$

په دې فورمول کې (C) د لاندېنې فورمول په واسطه پیدا کېږي :

$$C = \sum \left(1 - 0.63 \frac{x}{y}\right) \frac{x^3 y}{3}$$

د محور د اړخ ګاډر چې (L) ډوله مقطع لري د څرخېدنې ثابت (C) اعظمي قیمت د لاندېنې شکل څخه په لاندې ډول پیدا کوو :



x_1 = 400 mm, y_1 = 500 mm, x_2 = 150 mm, y_2 = 350 mm.

$$C = \left(1 - 0.63 \text{ x } \frac{400}{500}\right)\frac{(400)^3 \text{x } 500}{3} + \left(1 - 0.63 \text{ x } \frac{150}{350}\right)\frac{(150)^3 \text{x } 350}{3}$$

$C = 5.3 \text{ x } 10^9 + 0.30 \text{ x } 10^9 = 5.8 \text{ x } 10^9$

$\beta_1 = \frac{C}{2I_s} = \frac{5.8 \text{ x } (10)^9}{2 \text{ x } 9.8 \text{ x } (10)^9} = 0.30 > 2.5$

په داخلي منفي مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د (7.2- جدول) څخه د ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 1.0) له مخې چې له یوه څخه ډېر دی د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 0.90) قیمت په پام کې نیولو سره د (75) او (90) قمتونو د انترپولیشن څخه [0.78 x (-231.155) = -189.547 KN.m] په لاس راځي ، همدا راز دا قیمت د لاندېنۍ فورمول په واسطه هم پیدا کولی شو :

$\%^-_{in,col} = 75 + 30\ (\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})\ (1.0 - \frac{\ell_2}{\ell_1}) = 75 + 30 \text{ x } 1 \text{ x } (1.0 - 0.90) = 78$

$M^-_{int,col} = 0.78 \text{ x } (-231.155) = -189.547$ KN.m

په لاس راغلی (- 189.547 KN. m) مـــومنټ د (ACI 13.6.5) لـه مخې (85%) یې (-161.115 KN. m)ګاډر او (15%) (- 28.432 KN. m) پوښښ تختې ته او پاتې منفي مومنټ (-41.608KN. m) یانې (231.155– 189.547 = 41.608 KN. m) مومنټ منځنۍ تسمې ته ځانګړې کېږي . په مثبت مومنټ کې د پایې د تسمې په سلنې سره برخه د (7.2- جدول) څخه د ($\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1}$ =1.0) له مخې چې له یوه څخه ډېر دی ، نو د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 0.90) قیمت په پـــام کې نیولو ســــره د (75) او (90) قیـــمتونـــو د انترپولـــیشن څخه

پە لاس راځي ، همدا راز دا قیمت د [0.78 x (+188.226) = +146.816 KN.m]
لاندېنۍ فورمول پە واسطه هم پیداکولی شو :

$$\%^{+} = 60 + 30\ (\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})\ (1.5 - \frac{\ell_2}{\ell_1}) = 60 + 30 \times 1 \times (1.5 - 0.9) = 78\%$$

$$M^{+} = 0.78 \times (+188.226) = +146.816\ KN.m$$

پە لاس راغلی (+146.816 KN.m) مومنټ د (ACI 13.6.5) لە مخې (85%) یې (+124.794 KN. m)ګاډر او (15%) (+ 22.022 KN. m) پوښښ تختې تە او پاتې منفي مومنټ (188.226 – 146.816 = 41.410 KN. m) یانې (+41.410KN. m) مومنټ منځنۍ تسمې تە ځانګړې کېږي .

پە بیروني منفي مومنټ کې د پایې د تسمې پە سلــنې سره برخه د 7.2- جدول ځخه د (α$_{f1}$ $\frac{\ell_2}{\ell_1}$ =1.0) لـه مخې د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 0.90) او د(β_1 = 3.0 > 2.5) وي ، نو (β_1 = 2.5) قبلـېږي ، پە پام کې نیولو سره د (75) او (90) قمتونو د انترپولیشن ځخه د بیروني منفي مومنټ اندازه [0.78 x (-52.835) = -41.211 KN.m]پە لاس راځي، همدا راز دا قیمت د لاندېنۍ فورمول پە واسطه هم پیداکولی شو :

$$\%^{-}_{ex,col} = 100 - 10\beta_1 + 12\beta_1\ (\alpha_{f1}\frac{\ell_2}{\ell_1})\ (1.0 - \frac{\ell_2}{\ell_1})$$

$$\%^{-}_{ex,col} = 100 - 10 \times 2.5 + 12 \times 2.5 \times 1 \times (1.0 - 0.90) = 78\%$$

$$M^{-}_{Ext,col} = 0.78 \times (-52.835) = -41.211\ KN.m$$

پە لاس راغلی (-41.211KN.m) مومنټ د (ACI 13.6.5) لـە مخې (85%) سلنە یې (-35.029 KN. m)-) ګاډر او (15%) سلنە (-6.182 KN. m) پوښښ تختې تە او پاتې منفي مومنټ (52.835 – 41.211 = 11.624 KN. m) یانې (-11.624KN. m) مومنټ منځنۍ تسمې تە ځانګړې کېږي .

د اوږدې وایې لپاره پە لاس راغلي مومنټونە پە لاندېنې جدول کې ځای پە ځای کوو:

په اوږدې وايې کې محاسبه شوي مومنټونه .

حالتونه	دپايې د تسمې مومنټونه (KN. m)		د پوښښ تختې د منځنۍ تسمې مومنټونه (KN. m)
	ګاډرونه	پوښښ تخته	
داخلي منفي مومنټونه	-161.115	-28.432	-41.608
مثبت مومنټونه	+124.794	+22.022	+41.410
بيروني منفي مومنټونه	-35.029	-6.182	-11.624

7- له اتکاء څخه د فعالې ارتفاع (d) په فاصله کې د پوښښ تختې د عرضاني قوي په وړاندې چې په لاندېنۍ شکل کې په ښودل شوې باري ساحې د عامل بار له امله رامنځته کېږي په لاندې ډول ارزول کېږي :

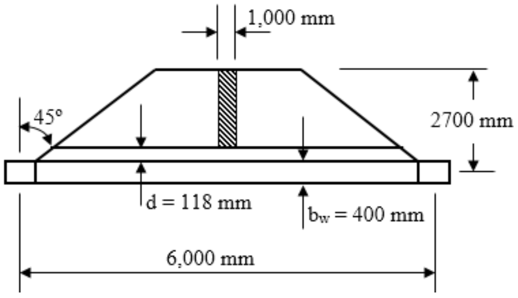
$d = h_s - cover - d_b = 150 - 20 - 12 = 118$ mm.

$V_u = W_u\left(\frac{\ell}{2} - \frac{b_w}{2} - d\right) = 15.6\left(\frac{5.40}{2} - \frac{0.50}{2} - 0.118\right) = 36,379$ KN.

$\phi V_c = 0.17\phi\sqrt{f'_c}\, b\, d = 0.17 \times 0.75\sqrt{25} \times 1,000 \times 118 = 75.23 \times 10^3$ N

$\phi V_c = 75.23$ KN $> V_u = 36.379$ KN.

په پايله کې د پوښښ تخته له اتکاء څخه د (d) په فاصله کې د وارده عرضاني قوي په وړاندې کافي مقاومه ده .



8- د پوښښ تختې په دواړو لور (لنډ او اوږد) وايو کې په لاس راغليو مومنټونو له مخې فو لادي سيخان پيدا کېږي او د (ACI) د غوښتنې سره د پوښښ تختې په اړينو برخو کې ځاى په ځاى کېږي .

10.2- د هوارې پوښښ تختې محاسبه (Design of Flat Slab)

په دې برخه کې د هوارې پوښښ تختې محاسبه د مستقیمې محاسبوي طریقې په واسطه تر سره کېږي ، چې د دې ډول پوښښ تختې په ګډون د ټولو دوه لوریزه پوښښ تختوپه مستقیمې محاسبوي طریقې د محاسبې کړنلاره د (ACI) کود په (13- فصل) کې په ځانګړې توګه جوته شوې ده . چې د محاسبې د سرته رسولو سره کړنلاره یې په لنډه توګه په لاندې ډول توضیح کېږي . په دې کړنلاره کې د نورو ډولونوپوښښ تختو د محاسبې د کړنلارې سره یوڅه توپیر شته دی ، خو په ټوله کې د مستقیمې محاسبوي طریقې او د معادل جوکاټ محاسبوې طریقې د محاسبوي مومنټونو د بیداکولو لپاره کارېږي . د هوارې پوښښ تختې محاسبه په ترتیب سره په لاندې ډول تر سره کېږي :

1- د (ACI) د غوښتنې سره سم د پوښښ تختې ضخامت اټکلېږي .

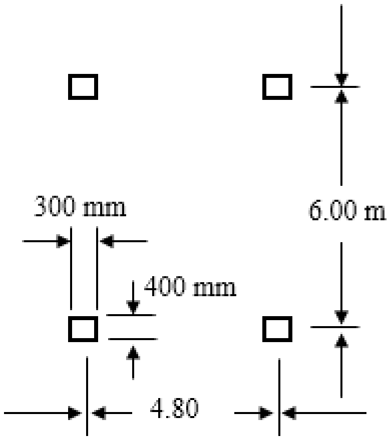
2- د عرضاني قوي په وړاندې د مقاومت لپاره اړینه ارتفاع پیداکېږي .

3- د مجموعي ستاتیکي مومنټ پیداکول چې په دواړو لورو باندې باید وزغمل شي.

4- په سلنې سره د مجموعي ستاتیکي مومنټ په منفي اومثبتو مومنټونو وېشنه او په پایله کې د پایې او منځنۍ تسمو د برخود منفي او مثبتو مومنټونو قیمتونواټکلول .

5- د فولادي سیخانو پیداکول او ځای په ځای کول (11:231-228) .

7.2- مثال : په لاندېني شکل کې د ښــودل شـوې هــواره پوښښ تخته (Flat slab) چې د ($5.0\ KN/m^2$) ژوندي او د خپل بار په ګډون ($3.0\ KN/m^2$) مړ بار لاندې واقــع وي ، کــه ($f'_c = 25$ MPa) او ($f_y = 420$ MPa) وي ، محاسبه کړئ ؟



حل : د پوښښ تختې ټول شرایط د مستقیمې محاسبوي طریقې سره سم دي ، نو کولی شو چې د پوښښ تخته په مستقیمې محاسبوي طریقې په واسطه محاسبه کړو.

1- د پوښښ تختې ضخامت محاسبه د (1.2- جدول) پربنسټ د($f_y = 420$ MPa)په پام کې نیولو سره ($\frac{\ell_n}{33} = \frac{5,600}{30} = 187$ mm) د بیرونۍ او ($\frac{\ell_n}{36} = \frac{5.600}{33} = 170$ mm) د داخلي پوښښ تختې لپاره ، چې د دواړو ضخامتونو د منځني ضخامت د پیداکولو په پایله کې په پایله کې ضخامت (180 mm) فرضوو.

2- او س نو د عرضاني قوو په وړاندې مقاومت لپاره اړینه ارتفاع په لاس راوړو:

$d = h_s – cover = 180 – 30 = 150$ mm.

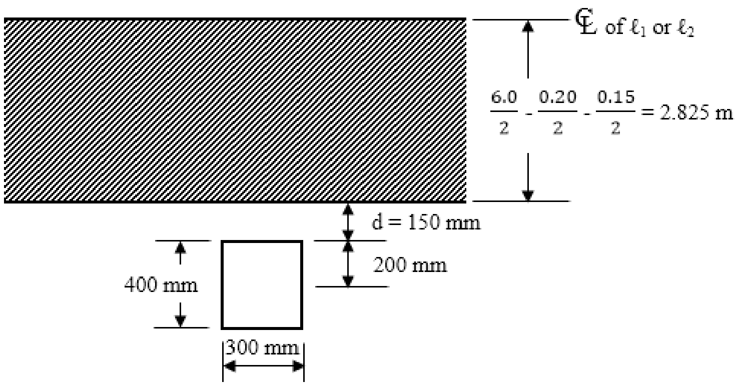
$W_u = 1.2 \times 3.0 + 1.6 \times 5.0 = 11.6\ KN/m^2$.

عرضاني قوه (V_u) مساوي کېږي په : $V_u = 11.6 \times (4.80 + 0.20) = 58$ KN.

د پوښښ تختې مقاومه عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$V_c = 0.17\phi\sqrt{f'_c}\ b_w d = 0.17 \times 0.75 \times \sqrt{25} \times 1,000 \times (180 – 25)$

$V_c = 98.81 \times 10^3$ N = 98.81 KN > V_u = 58 KN.



د پایې په ګردچاپیره د دوه لوریزه عرضي قوي (Two-way or pnching shear) په وړاندې ارزونه په لاندې ډول تر سره کېږي :

$b_o = 2\ (h_c + d) + 2\ (b_c + d) = 2\ (400 + 150) + 2\ (300 + 150)$

$b_o = 1{,}100 + 900 = 2{,}000$ mm = 2.0 m.

$V_u = [6.0 \text{ x } 4.8 – (0.40 + 0.15) \text{ x } (0.30 + 0.15)] \text{ x } 11.6$

$V_u = [28.80 – 0.248] \text{ x } 11.6 = 331.209$ KN.

$V_c = 0.34\phi\sqrt{f_c'}\ b_o d = 0.34 \text{ x } 0.75 \text{ x } \sqrt{25} \text{ x } 2{,}000 \text{ x } 150$

$V_c = 382.5\text{x}10^3$ N/m = 382.5 KN > V_u = 58 KN/m.

3- مجموعي ستاتیکي مومنټ په لاندې ډول بیدا کېږي :

(a) - د اوږد لوري وایې ستاتیکي مومنټ مساوي کېږي په :

$\ell_n = 6.0 – 0.40 = 5.60$ m

$$M_o = \frac{W_u \ell_2 \ell_n^2}{8} = \frac{11.6 \text{ x } 4.8 \text{ x } (5.6)^2}{8} = 218.266 \text{ KN. m}$$

(b) - د لنډ لوري وایې ستاتیکي مومنټ مساوي کېږي په :

$\ell_n = 4.8 – 0.30 = 4.10$ m

$$M_o = \frac{W_u \ell_2 \ell_n^2}{8} = \frac{11.6 \text{ x } 6.0 \text{ x } (4.1)^2}{8} = 146.247 \text{ KN. m}$$

4- مجموعي ستاتیکي مومنټ د پایې اوپه منځنۍ تسموپه لاندې ډول وېشل کېږي :

د(ACI) کود د (13.6.2) برخې له مخې ستاتیکي مومنټ په منفي اومثبت مومنټونو چې په داخلي وایه (65%) سلنه په منفي او (35%) سلنه په مثبت مومنټونو او د اخرنۍ یا اړخ وایې مجموعي ستاتیکي مومنټ د (7.2- جدول) له مخې وېشل کېږي . په راتلونکي قدم کې مخکنې پیداشوې مومنټونه دپایې او په منځنۍ تسمو وېشل کېږي . په (7.2-

جدول) کې څرګنده شوې ده که ($\alpha_{f1} = 0$) وي (داخلي ګاډرونه نه وي) ، نو (75%) سلنه مومنټ د پایې تسمې ته وقف کېږي . که داخلي ګاډرونه نه وي ، نودا قیمت له (ℓ_2/ℓ_1) قیمت څخه مستقل په پام کې نیول کېږي او پاتې (25%) سلنه مومنټ منځنۍ تسمې ته وقفېږي او د پایې تسمې هر لوري ته نیمایې مومنټ په پام کې نیول کېږي . همداراز د پایې په تسمه کې د مثبت مومنټ د وېشنې لپاره (7.2- جدول) کارېږي . په دې حالت کې کله چې ($\alpha_{f1} = 0$) وي ، نو (60%) سلنه مومنټ د پایې تسمې ته او پاتې (40%) سلنه منځنۍ تسمې ته ځانګړې کېږي، چې د پایې تسمې هر لوري ته نیمایې مومنټ په پام کې نیول کېږي . کولی شو دا محاسبې په ډېره اسانۍ سره په یوه جدول کې ترتیب او لومړی (M_u) پیداکړو ،چې د هغې لپاره د (ACI) کود د لارښوونې له مخې په محاسبه کې د (0.65) ضریب او د (7.2- جدول) څخه د (0.75) کارېږي ، چې دا دواړه په مجموعي ستاتیکي مومنټ (218.266 KN. m) عملي کېږي اود ($M_u = - 0.65 \times 0.75 M_o$) یانې ($M_u = - 0.65 \times 0.75 \times 218.266 = -106.405$ KN. m) پــه (ϕbd^2) چې ($\phi = 0.9$) ، ($b = 400$ mm) ، ($d = 150$ mm) وېشنې په پایله کې حاصلېږي .

د پورتني مثال د مومنټونو د پېداکولو لنډيز او د فولادي سيخانو غوره کېدنه .

محاسبه کېدونکې	په اوږد لوري اټکل شوې فعاله ارتفاع (d = 150 mm)				په لنډ لوري اټکل شوې فعاله ارتفاع (d = 138 mm)			
	دپايې تسمه (2.4 m)		منځنۍ تسمه (2.4 m)		دپايې تسمه (2.4 m)		منځنۍ تسمه (3.6 m)	
	منفي مومنټ	مثبت مومنټ	منفي مومنټ	مثبت مومنټ	منفي مومنټ	مثبت مومنټ	منفي مومنټ	مثبت مومنټ
نهايې کوږوالي مومنټ (M_u)	(0.65) x (0.75) x 218.266 = 106.405KN.m	(0.35)x(0.60) x 218.266 = 45.836KN.m	(0.65x 218.266) -106.405 = 35.468KN.m	(0.35 x 218.266) – 45.836 = 30.557KN.m	(0.65) x (0.75) x 146.247 = 71.295 KN.m	(0.35)x(0.60) x 146.247 = 30.712KN.m	(0.65 x 146.247) - 71.295 = 23.766 KN.m	(0.35 x 146.247) – 30.712 = 20.474 KN.m
$\frac{M_u}{\phi bd^2}$	2.189 MPa	0.963 MPa	0.747 MPa	0.642 MPa	1,497 MPa	0.645 MPa	0.333 MPa	0.287 MPa
ρ	0.006	0.002	0.002	0.002	0.004	0.002	0.001	0.001
A_s	2,160 mm^2	720 mm^2	720 mm^2	720 mm^2	1,325 mm^2	662 mm^2	497 mm^2	497 mm^2
غوره شوې فولادي سيخان	20 # 12	7 # 12	7 # 12	7 # 12	12 # 12	6 # 12	5 # 12	5 # 12

1.10.2-د هواره پوښښ تختو اجزاوي او په هغې کې د سیخانو ځای په ځای کول

الف - ډراپ پنیلونو (Drop Panels) کې : د نژدې پایو ترمنځ د پوښښ تختې ضخیمه برخه ده چې د درېیو اړنو دلیلونو له مخې په پام کې نیول کېږي .

1- د پوښښ تختې د اصغري ضخامت لپاره د کړوپېدنې (deflection) حد اړین دی ، چې د ډراپ پنیل په واسطه تر (10%) سانې پورې د پوښښ تختې ضخامت کمېږي . د ډراپ پنیل د پوښښ تختې دلوړو مومنتو په ساحه کې سختي لوړوي ، نو ځکه یې د کړوپېدنې اندازه کمېږي .

2- د ډراپ پنیل لپاره چې کوم ابعاد (ACI) کود په واسطه مشخصې شوې دي ، په کارېدنې سره یې په هواره پوښښ تختې کې د پایې له پاسه د منفي مومنټ سیخانو اندازه راکموي. همداراز د پوښښ تختې د مکملې ارتفاع یا ضخامت په ډېرېدنې سره د مومنټ د بازو اندازه لوړېږي چې په پایله کې په دغه ساحه کې د سیخانو مقدار راکمېږي .

3- د ډراپ پنیل پایې د پاسه سره ارتفاع ډېروي چې له امله یې د عرضاني بحراني مقطع د محیط مساحت ډېرېږي .

د ډراپ پنیل ضخامت باید چې د ډراپ پنیل له څنډې څخه تر پایې د اړخ یا د پایې تر کپیټل (capital) پورې فاصلې د څلورمې برخې څخه ډېر نه شي .

ب - د پایې کپیټلونه (Columns Capitals) : په ځینو وختونو کې د پایې په پاسنۍ برخه کې لکه د لاندېني شکل په څېر د لاندې څخه پورته خواته د خولۍ په ډول په پام کې نیول کېږي، چې کپیټل (Capital) نومېږي . کپیټل د پایې په پاسنۍ برخه کې د پایې سره د عرضاني قوې د بحراني محیط د ډېرېدنې او د خالصې وایې (Clear Span) د کمېدنې لپاره په پام کې نیول کېږي ، چې د پوښښ تختې سره په یوه مهال یې کانکرېټ اچول کېږي . د (ACI) کود د لارښوونې له مخې کپیټل په هرمي شکل جوړېږي چې څوکه یې د پایې سره نښلي او فعل قطر یې د پایې له محور سره (90°) زاویه جوړوي . دا اغېزمن قطر د مومنټ د انتقال لپاره د $(c_2 + 3h)$ فعال یا اغېزمن عرض او خالصه وایه (ℓ_n) پېژندل کېږي .

د عرضاني قوي خولۍ (Shear Caps) : د عرضاني قوي خولۍ د ډراپ پنیل په شکل د پوښښ تختې یوه برخه ده ، خو دابعادو له مخې اړینه نه ده چې د (ACI) د غوښتنې پوره کړي. د عرضاني قوي خولۍ په ځایي توګه د پوښښ تختې د فعالې ارتفاع په ډېرېدنې سره د پوښښ تختې - پایې د نښلېدنې سره د عرضاني قوې په وړاندې د مقاومت د ډېرېدنې لپاره کارېږي ، چې د اړتیا په مهال د پایې د کپیټل په څېر کار کوي، خومستقیم شکله وي. د عرضاني قوي خولۍ د ابعادو له پلوه داسې په پام کې نیول کېږي چې د پایې له اړخه د افقي برخې اندازه یې د پوښښ تختې لاندې عمودي برخې څخه ډېره وي او همداراز ضخامت یې د پوښښ تختې له ضخامت څخه د (50%) سلنې څخه تر (100%) سلنې پورې ډېر په پام کې نیول کېږي .

په هواره پوښښ تختو کې سیخان په لاندې ډول ځای په ځای کېږي :

الف - پرله پسې ځای په ځای کول (Placement Sequence): په هواره پوښښ تختو کې مومنټونه د پوښښ تختې د تسمو وایو د پنیل په اوږد لوري کې ډېر وي . نود لنډ لوري په پرتله په اوږد لوري کې پاسني اولاندېني سیخان یوله بل سره نژدې ځای په ځای کېږي.

ب - محافظوي طبقه او فعاله ارتفاع: په هواره پوښښ تختې کې تر (36 mm) او یا له دې څخه کم قطر لرونکي سیخان ځای په ځای کېږ ي ، نوخالصه محافظوي طبقه (20 mm) ملي متره او که له (36 mm) قطر څخه لوړ قطر لري ، نو (30 mm) په پام کې نیول کېږي .

په هواره پوښښ تختې کې فعاله ارتفاع په پام کې نیول کېږي :

د هواره پوښښ تختې وایه تر (7.5 m) پورې وي ، نو فعاله ارتفاع یې مساوي کېږي په :

لنډه وایه $d = h - 45\ mm$;اوږده وایه $d = h - 30\ mm$

د هواره پوښښ تختې وایه له (7.5 m) څخه ډېره وي ، نو فعاله ارتفاع یې مساوي کېږي په :

لنډه وایه $d = h - 50\ mm$;اوږده وایه $d = h - 30\ mm$

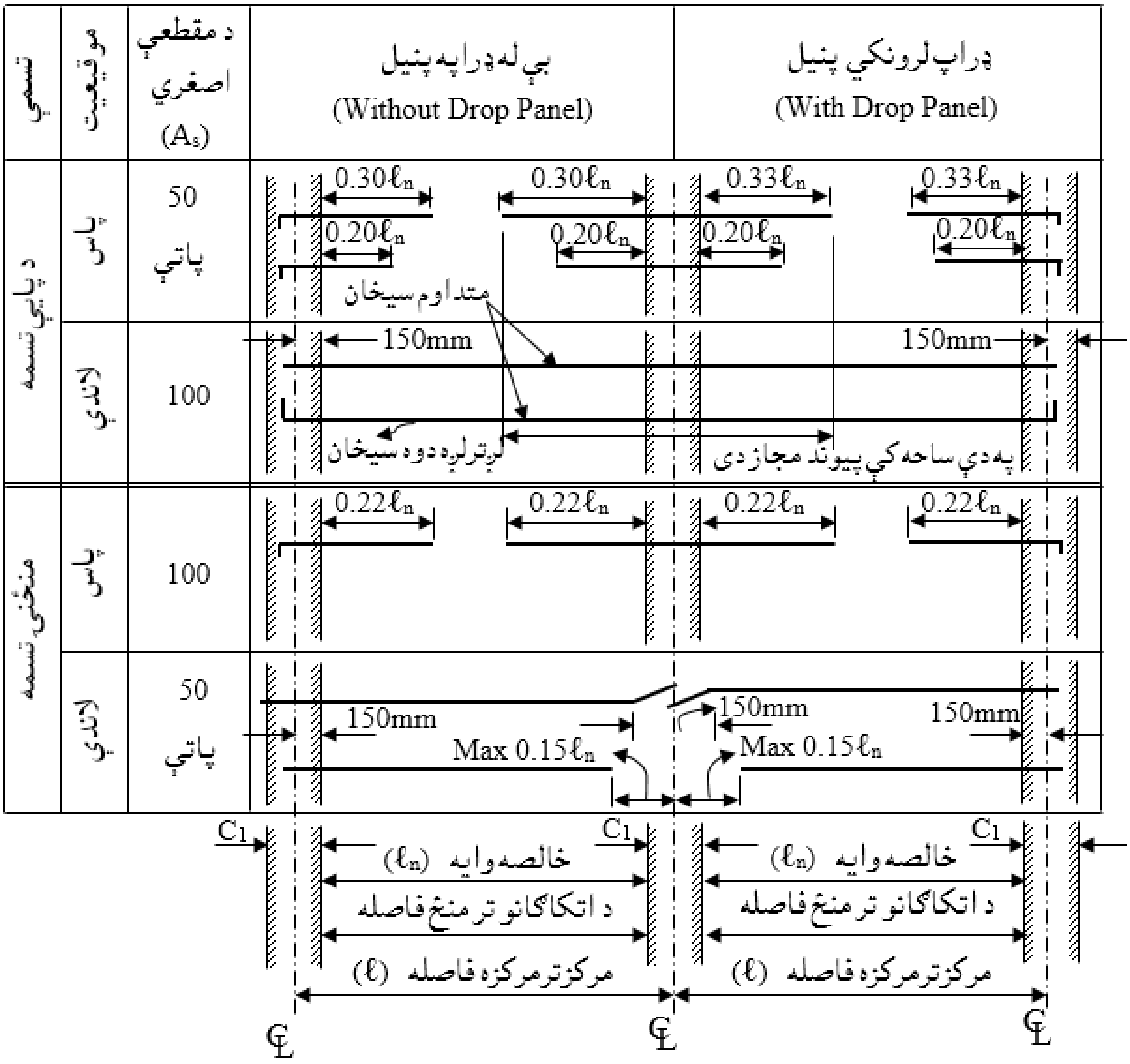
ج - د سيخانو ترمنځ فاصله، اصغري سيخبندي او د سيخانو اصغري قطر : که د سيخانو (f_y = 275 MPa or 345 MPa) وي ، نــو (A_{smin} = 0.002bh) او کـه (f_y = 420 MPa) وي ، نو (A_{smin} = 0.0018bh) په پام کې نيول کېږي .

د سيخانو تر منځ اعظمي فاصله د محاسبې په بحراني مقطع په منځنۍ او پايې په محاسبوي تسمو کې د مثبت او منفي مومنټونو لپاره د پوښښ تختې د ضخامت د دوه ځلې (2h) اندازې او له (450 mm) څخه ډېره نه شي . سره له دې چې د سيخانو سايز يا کچې په هکله د (ACI) کومه ځانګړې لارښوونه نه ده شوې ، خو د پاسنيو سيخانو لپاره (12 mm@ 300 mm C/C) څخه بايد لږ نه شي .

د سيخانو مساحت د انحنايې اجزاو د محاسبوي مساحت دپيداکولو په څېر د (R_n) ، د (ρ) او د ($A_s = \rho bd$) په واسطه پيداکېږي .

د- دسيخانو غوڅېدنه او کږېدنه : د (ACI) کود د غوښتنې له مخې بې له ګاډره پوښښ تختو لپاره د سيخانو غوڅېدنه د لاندېنې شکل په څېر تر سره کېږي . چېرته چې نژدې واټېې سره مساوي نه وي ، نو په هغه حالت کې د منفي مومنټ سيخان داوږدې واټې د اوږدوالي پر بنسټ د اتکايې پايې له اړخه تېرېږي . د (ACI) کود د غوښتنې سره سم د سيخانو کږول او قات کول په لاندېنې شکل کې ښودل شوې دي (109,110:5).

په هوارو تختو کې سیخان د (ACI) د توصیې له مخې په لاندې ډول ځای په ځای کېږي :



27.2- شکل: په هوارو تختو کې د سیخانو ځای په ځای کېدنه (109:5) .

11.2- دمعادل چوکاټ په محاسبوي طريقې د دوه لوريزه پوښښ تختو تحليل اومحاسبه

(Analysis and Design of Two-Way Slabs by Equivalent Frame Design Method)

مخکې د عمودي بارونو لاندې د ضريبونو او مستقيمې محاسبوي طرېقو په واسطه د دوه لوريزه پوښښ تختو د محاسبې په هکله په تفصيلي ډول بحث تر سره شو. په هغې کې و ليدل شو چې د اوسپنيزوکانکرېټي ساختمانونو هره طبقه د پوښښ تختې څخه جوړېږي، چې په دواړو لورو په محاسبوي تسمو وېشل کېدله او د هرې وايې لپاره ستاتيکي مومنټ (M_o) او بيا د کود د غوښتنې سره سم د هرې وايې لپاره د محاسبوي تسمو مثبت اومنفي مومنټونه ټاکل کېده.

په مستقيمې محاسبوي طرېقه کې د هرې وايې د محاسبوي تسمو مثبت اومنفي مومنټونه پرته له کوم ساختماني تحليله چې د اجزاو په سختۍ ولاړ وي ، يوازې د هغه ضريبونو په واسطه چې په کود کې يې لارښوونه شوې وه ، ټاکل کېدل. نو له دې امله د ځينو دوه لوريزه پوښښ تختو لپاره تحليل ښايي د مستقيمې محاسبوي طرېقې د محاسبې له پلوه کافي نه وي ، سربېره پر دې د مستقيمې محاسبوي طرېقې کړنلاره يو لړ محدوديتونه لري ، ښايي چې په ځينو دوه لوريزه پوښښ تختو کې صدق نه شي (454:13).

د معادل چوکاټ محاسبوي طرېقه يوه تحليلي طرېقه ده ،چې د کود په واسطه د ځانګړو مشخصاتو سره پېژندل شوې ده او د مستقيمې محاسبوي طرېقې په څېر محدوديتونه نه لري ،چې د مروجه دوه لوريزه پوښښ تختې د محاسبې لپاره کارېږي ، سربېره پر دې په تحليل کې د اجزاوو د سختۍ د ځانګړتياوو په پام کې نيولو سره د مستقيمې محاسبوي طرېقې په پرتله لوړ دقت لري.

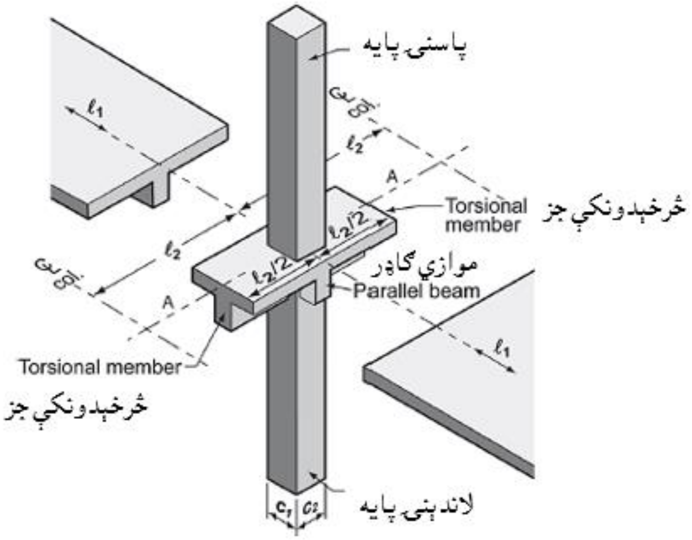
هـر معادل چـوکاټ لـه درېيو برخو (پوښښ تختې - ګاډر،ستنې او د څرخېدنې اجزاو) څخه تشکيل مومي ، چې د اټولې اجزاوي د معادل چوکاټ په غوټه کې لکه د (26.2- شکل) په څېر ښودل شوې دي . لکه څنګه چې په شکل کې ليدل کېږي د غوټې په دواړو لورو د چوکاټ په امتدادکې ګاډر - پوښښ تخته ، د غوټې له پاسه او لاندې يې ستنې او د چوکاټ په عمودي امتداد د څرخېدنې اجزاوي واقع دي . د معادل چوکاټ په طرېقه کې ګاډر - پوښښ تخته (Slab-Beam) د پوښښ تختې د انحنايې اجزاء په نامه اطلاق کېږي ، چې محاسبوي اوږدوالی يې د پايو د مرکزونو ترمنځ فاصله او محاسبوي عرض يې د پوښښ تختې د مجاورو پنيلـونـو د مـرکـزونو تـر منځ فـاصلـه ده ، که دوه لوريزه پوښښ تخته د اتکاګانو تر منځ ګاډرونه ولري ، نو پوښښ تخته - ګاډر هم په ګاډر کې شاملېږي ، خو که هواره پوښښ تخته (بې له ګاډره) وي ، له بلې خوا که په هواره تخته (بې له ګاډره پوښښ تخته) يا (Flate Plate) ، ډراپ (Drop) اويا کپيټل (Capital) هم شتون ولري ، نو د پوښښ تختې - ګاډر برخه په ډراپ اوکپيټل کې شاملېږي (526,527:10).

د معادل چوکاټ په طرېقه کې د ستنې فاصله د پاسنۍ پوښښ تختې له مرکزه د لاندېنۍ پوښښ تختې تر مرکزه پورې تعرفېږي ، نو له دې امله پايې هم د اوږدوالي په ډېره کوچنۍ برخه کې له دوو لورو د پوښښ تختو سره تداخل لري . که دوه لوريزه پوښښ تخته د اتکاګانو سره ګاډرونه ولري ، نو ستنې په دواړو ترړلو برخو کې د ګاډرونوسره تداخل کوي . او که په دوه لوريزه پوښښ تختې کې ډراپ کارېدلی وي ، نو پايه د ډراپ سره تداخل کوي، له بلې خوا که د پوښښ تختې لاندې کپيټل وي ، نو ستنه په کپيټل کې شاملېږي .

هغه څرخېدونکې اجزاء چې په عمودي ډول د معادل چوکاټ په هره غوټه کې نښلي د (ACI) کودله مخې په خپل اوږدوالي کې ثابته مقطع لري ، چې ابعاد يې د لاندېنيو اندازو څخه اعظمي قبلېږي :

الف - د معادل چوکاټ په امتداد د پوښښ تختې د برخې له عرض ، د ستنې له عرض او یا د کپیټل له عرض سره مساوي قبلېږي ، که د همدې معادل چوکاټ په اوږدوکې عرضي ګاډر هم شتون ولري ، نو د ګاډر د تنې وتلې برخه د پوښښ تختې له پاسه یا لاندې هم د څرخېدنې جز په مقطع کې اضافه کېږي .

ب -د (T- ډول) یا (L-ډوله) مقطعو کې د ستنې دواړو لورو ته د ګاډر له عرض (b_w) څخه سربېره د پوښښ تختې په هر لوري اصغري فاصله $\min\{h_b, 4h_f\}$ قبلېږي ، په دې شرط چې د پوښښ تختې د ضخامت (h_f) د څلور برابره څخه ډېر نه شي . د څرخېدونکي ګاډر په بېلابېلو حالتونو کې په (22.2- شکل) کې ښودل شوي دي (4 :433-431).



28.2- شکل: د معادل چوکاټ اجزاء (126:5) .

داچې په یوه ودانۍ کې د دواړو لورو په اوږدود پوښښ تخته په یولړ معادل چوکاټونو وېشل کېږي ، نو د پوښښ تختې دا چوکاټونه له ځانه سره یوځه ګاډرونه هم لري . د ثقلي (gravity) بارونو د تحلیل لپاره ، کود بشپړه معادل چوکاټ د ودانۍ د لوړوالي تر سره پورې تجویزوي ، اویاهم هر پوړ او طبقه په ځانګړې توګه د ستنې د سختې ښنتې رابطې په څېر په پام کې نیسي . دستندرد یا ټیپیک معادل چوکاټ طریقې بنسټیزه موخه په پرله پسې پوښښ تختو سیستم کې د مومنټ د وېشنې د تحلیل

لپاره د محاسبې کړنلاره ده ، نو له دې امله په دې طریقې سره په تحلیل کې به ځینې نظریې له نورو طریقوڅخه هم په پام کې نیول کېږي .

1.11.2- د سختۍ ، باروړلو او د وروستنۍ سختې شوې رابطې مومنټونو محاسبه

(Calculation of Stiffness, Carryover and Fixed – End Moments)

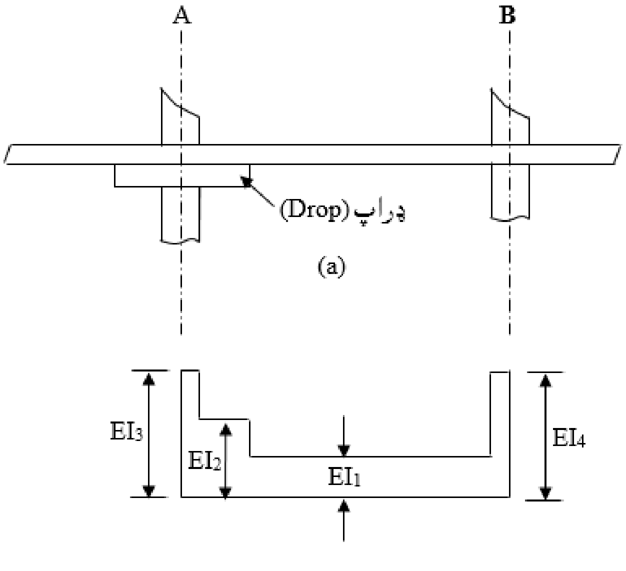
د مومنټ وېشنې په طریقه (Moment distribution method) کې دا اړینه ده چې په کړېدنه کې د عناصروسختي (k) ، دباروړلو(د مومنټ انتقالي) ضریب (COF) ، د وېشنې ضریب (DF) او د وروستنۍ سختې نښلېدنې مومنټونه (FEM) په لاس راوړو. دلیرې وروستنۍ اتکاء سره د منشوري جز چې محوري بار په کې نه وي نیول شوي د کړېدنې سختي یې مساوي کېږي په:

$$K = \frac{KEI}{L} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (24.2)$$

دلته : (K = 4) او د باروړلویا زغمونکې ضریب (5 ±) دي ، چې اشاره د مومنټونو ($\frac{w\ell^2}{12}$) د قبول شوې لورې له مخې ټاکل کېږي .

د معادل چوکاټ په محاسبوي طریقه کې د پایې - پوښښ تختې د نښلېدلې ساحې سره د اجزاو د سختۍ ډېرېدنه د ډراپ پنیلونو (Drop Panels) سره په مقطع کې د بدلون له امله محاسبه کېږي . په پایله کې ټول اجزاوې په وروستۍ کې لکه د (27a.2- شکل) په څېرسخته مقطع لرې . که په (24.2- رابطه) کې (EI) و کارېږي ، نو د پوښښ تختې تسمې د وایې په منځ کې د (k) ضریب له (4) څخه او په همدې توګه د باروړلو یا زغمونکې ضریب هم له (5) څخه ډېرېږي ، چې په پایله کې دیو شانته وېشلې بار (w) له امله په وروستنې اتکاکې مومنټونه له ($\frac{w\ell^2}{12}$) څخه هم ډېرېږي . د (k) ،(COF) او (FEM) د محاسبه کولو لپاره ډېرې طریقې شته خو په لومړي ځل هاردیکراس (Hardy Cross) د پایې د ورته والي (تشبه) د څرګندېدنې په کارېدنې سره محاسبه کړ. هاردیکراس په لومړي ځل د هغو رابطو ترمنځ ورته والی مشــاهــده کړ چې د نامتناظرو پایو د

محـــوري فشاري بارونو او مومنټونو د تشنجـــاتو د پيداکـــېدني او دګاډر د وروستنۍ سختې اتکاء د مومنټونو لپاره کاربدلې(658,659:15) .



29.2- شکل: د وايې په اوږدو کې په سختۍ کې بدلون . (a) د (A-B)پوښښ تخته . (b) د پوښښ تختې په اوږدو کې د (EI) وېشنه (659:15) .

د (K) ، (COF) او (FEM) د پيداکولو لپاره لاندېني جدولونو څخه ګټه اخلو:

8.2- جدول: بې له ډراپه پنیل لرونکي پوښښ تختو کې د مومنټ - وېشني ضریبونه (1064:15) .

FEM (uniform load w) $M = w\ell_2\ell_1^2$ — K (stiffness سختي) $= kE\ell_2 t^3/12\ell_1$ ضریب (د مومنټ انتقالي) باروړلو یا زغمونکی (Carry Over Factor) = COF							
c_1/ℓ_1	ضریبونه	c_2/ℓ_2					
		0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
0.00	M	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
	K	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
	COF	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
0.05	M	0.083	0.084	0.084	0.084	0.085	0.085
	K	4.000	4.047	4.093	4.138	4.181	4.222
	COF	0.500	0.503	0.507	0.510	0.513	0.516
0.10	M	0.083	0.084	0.085	0.085	0.086	0.087
	K	4.000	4.091	4.182	4.272	4.362	4.449
	COF	0.500	0.506	0.513	0.519	0.524	0.530
0.15	M	0.083	0.084	0.085	0.086	0.087	0.088
	K	4.000	4.132	4.267	4.403	4.541	4.680
	COF	0.500	0.509	0.517	0.526	0.534	0.543
0.20	M	0.083	0.085	0.086	0.087	0.088	0.089
	K	4.000	4.170	4.346	4.529	4.717	4.910
	COF	0.500	0.511	0.522	0.532	0.543	0.554
0.25	M	0.083	0.085	0.086	0.087	0.089	0.090
	K	4.000	4.204	4.420	4.648	4.887	5.138
	COF	0.500	0.512	0.525	0.538	0.550	0.563
$X = (1 - c_2/\ell_2^2)$		1.000	0.856	0.729	0.613	0.512	0.421

9.2- جدول: په ډراپ پنيل لرونكي پوښښ تختوكې د مومنټ – وېشنې ضريبونه كه ($h = 1.25h^3$) وي (1065:15).

FEM (uniform load w) $M = w\ell_2\ell_1^2$ K (stiffness سختي) = $kE\ell_2 t^3/12\ell_1$

باروړلو يا زغمونكى(د مومنټ انتقالي) ضريب (Carry Over Factor) = COF

c_1/ℓ_1	ضريبونه	c_2/ℓ_2						
		0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
0.00	M	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
	K	4.795	4.795	4.795	4.795	4.795	4.795	4.795
	COF	0.542	0.542	0.542	0.542	0.542	0.542	0.542
0.05	M	0.088	0.088	0.089	0.089	0.089	0.089	0.090
	K	4.795	4.846	4.896	4.944	4.990	5.035	5.077
	COF	0.542	0.545	0.548	0.551	0.553	0.556	0.558
0.10	M	0.088	0.088	0.089	0.090	0.090	0.091	0.091
	K	4.795	4.894	4.992	5.039	5.184	5.278	5.368
	COF	0.542	0.548	0.553	0.559	0.564	0.569	0.573
0.15	M	0.088	0.089	0.090	0.090	0.091	0.092	0.092
	K	4.795	4.938	5.082	5.228	5.374	5.520	5.665
	COF	0.542	0.550	0.558	0.565	0.573	0.580	0.587
0.20	M	0.088	0.089	0.090	0.091	0.092	0.093	0.094
	K	4.795	4.978	5.167	5.361	5.558	5.760	5.962
	COF	0.542	0.552	0.562	0.571	0.581	0.590	0.600
0.25	M	0.088	0.089	0.090	0.091	0.092	0.094	0.095
	K	4.795	5.015	5.245	5.485	5.735	5.994	6.261
	COF	0.542	0.553	0.565	0.576	0.587	0.598	0.609
0.30	M	0.088	0.089	0.090	0.092	0.093	0.094	0.095
	K	4.795	5.048	5.317	5.601	5.902	6.219	6.550
	COF	0.542	0.554	0.567	0.580	0.593	0.605	0.618

10.2- جدول: په ډراپ پنيل لرونکي پوښښ تختوکې د مومنټ – وېشنې ضريبونه که $(h = 1\ 5h^3)$ وي (1065:15).

FEM (uniform load w) $M = w\ell_2\ell_1^2$ — K (stiffness سختي) $= kE\ell_2 t^3/12\ell_1$ — باروړلو يا زغمونکی (د مومنټ انتقالي) ضريب (Carry Over Factor) = COF							
c_1/ℓ_1	ضريبونه	c_2/ℓ_2					
		0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
0.00	M	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
	K	5.837	5.837	5.837	5.837	5.837	5.837
	COF	0.589	0.589	0.589	0.589	0.589	0.589
0.05	M	0.093	0.093	0.093	0.093	0.094	0.094
	K	5.837	5.890	5.942	5.993	6.041	6.087
	COF	0.589	0.591	0.594	0.596	0.598	0.600
0.10	M	0.093	0.093	0.094	0.094	0.094	0.095
	K	5.837	5.940	6.024	6.142	6.240	6.335
	COF	0.589	0.593	0.598	0.602	0.607	0.611
0.15	M	0.093	0.093	0.094	0.095	0.095	0.096
	K	5.837	5.986	6.135	6.284	6.432	6.579
	COF	0.589	0.595	0.602	0.608	0.614	0.620
0.20	M	0.093	0.093	0.094	0.095	0.096	0.096
	K	5.837	6.027	6.221	6.418	6.616	6.816
	COF	0.589	0.597	0.605	0.613	0.621	0.628
0.25	M	0.093	0.094	0.094	0.095	0.096	0.097
	K	5.837	6.065	6.300	6.543	6.790	7.043
	COF	0.589	0.598	0.608	0.617	0.626	0.635

په معادل چوکاټ پورې تړلي افقي اجزاء پوښښ تختې -ګاډر دی ، چې يوازې د پوښښ تختې يا د پوښښ تختې او ډراپ پنيل ، يا د پوښښ تختې سره له ګاډره د معادل چوکاټ په اوږدو کې سره موازي شتون لري(15:659-657) .

په معادل چوکاټ طريقه کې د پوښښ تختې - ګاډر او پايې کرښدونکي اجزاء د غوټو دمرکزونو تر منځ په پام کې نيول کېږي . نو د (ACI) کود د معادل چوکاټ د تحليل لپاره د عنصر يا جز په اوږدو او د اتکاګانو په محل کې د کرښدونکو اجزاو سختي د لاندېنيو اجزاو د انرشيا مومنټ له مخې محاسبه کېږي :

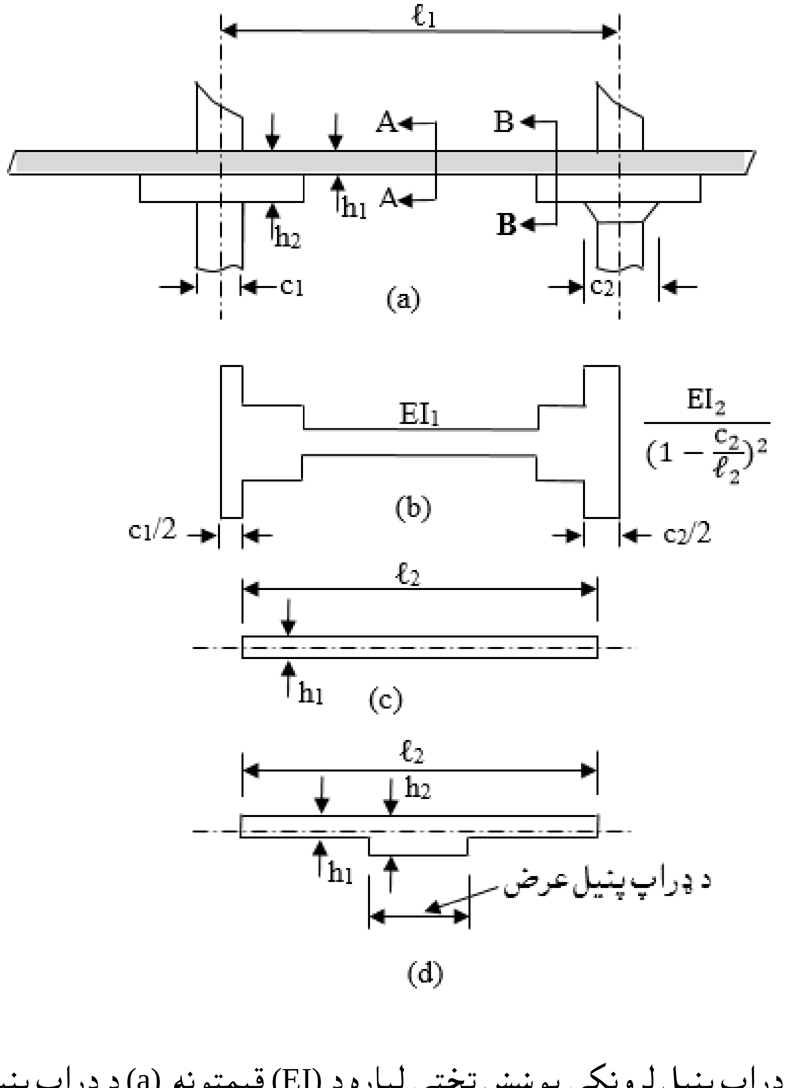
الف - دپوښښ تخته - ګاډرخواص (Properties of Slab – Beam) : د دې جز انرشيا مومنټ په لاندينيو برخو کې په پام کې نيول کېږي :

1- د دوو اتکاګانو تر منځ (دښلېدني له محل څخه بيرون يا د کپيټل سره) د کانکرېټو د مقطع د مجموعي (بې له سيخانو) سطحی (مساحت) پربنسټ د پوښښ تختې - ګاډرونو انرشيا مومنټ ټاکل کېږي . د وايو په اوږدو د دوو اتکاګانو تر منځ فاصله کې د انرشيامومنټ بدلون بايد په محاسبه کې په پام کې ونيول شي . د پوښښ هغه تختې چې لکه د (2.28a- شکل) په څېر ډراپ پنيل ولري ، نو د (A-A) مقطع سره يې د انرشيا مومنټ د پوښښ تختې د (ℓ_2) عرض لپاره محاسبه کېږي . د (B-B) مقطع سره د ډراپ پنيل په پام کې نيولو سره د انرشيا مومنټ د پوښښ تختې د (2.28d- شکل) له مخې محاسبه کېږي . په همدې ډول د ګاډر لرونکي پوښښ تختو لپاره د(ℓ_1) سره موازي لکه د (2.29a- شکل) په څېر ،د پوښښ تختې او ګاډر د انرشيا مومنټ په (2.29c- شکل) کې دښودل شوی، چې د (C-C) مقطع له مخې محاسبه کېږي . د (D-D) مقطع د ګادر قطعه په بالمقابل لوري ښيې.

2- د پوښښ تختې -ګاډرونو لپاره د انرشيا مومنت دپايې ، کپيټل، براکټ (Brakit) او ديوال له اړخه په پام کې نيول کېږي ، په معادل چوکاټ کې د پوښښ تختې -ګاډر لپاره پرله پسې ګاډر هيڅکله په اتکاء کې نه شمېرل کېږي .

3- داتکاء له اړخ څخه د اتکاء (د پايې له اړخ څخه د پايې ، کپيټل ، براکيټ يا ديوال) تر مرکزه پورې د (ACI Code 13.1.2) د تعريف له مخې د پوښښ تختې ګاډر انرشيا مومنټ په $(1 - c_2/\ell_2)^2$ ضريب دوښلو په پايله کې حاصلېږي . دلته(ℓ_2) د معادل چوکاټ سره متقابل يا عمودي عرض دی او (c_2) د (ℓ_2) سره موازي اتکاء عرض دی .

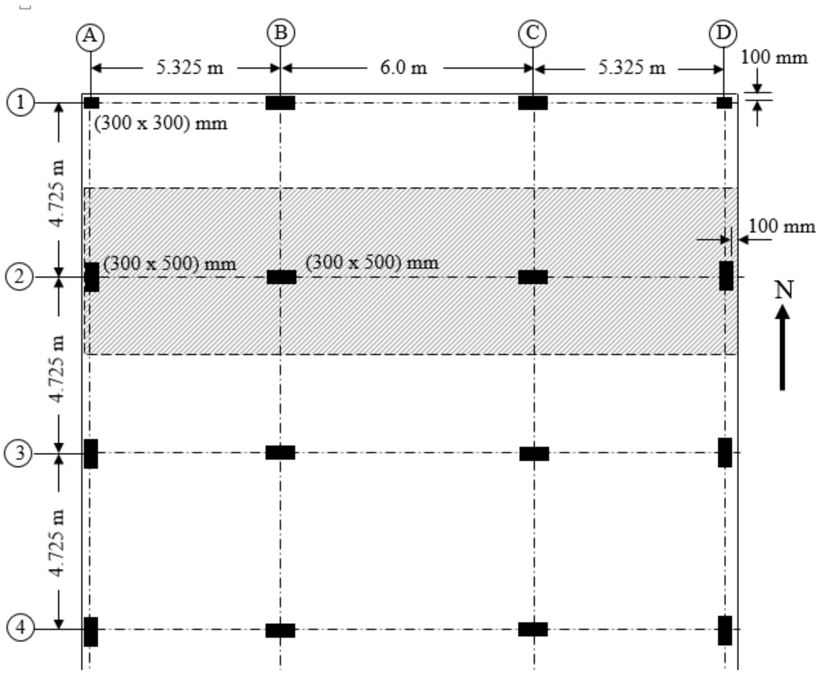
د دې محاسبې د لاسته راوړنې لپاره (28.2) او (29.2) شکلونه ترسيم شوې دي اود هواره پوښښ تختو او ډراپ لرونکي پوښښ تختو لپاره دمومنټونود وېشنې ضريبونو قيمتونه يې د (8.2) جدول څخه (10.2) پورې له مخې حاصلېږي .



30.2- شکل : د ډراپ پنيل لرونکي پوښښ تختې لپاره د (EI) قيمتونه (a) د ډراپ پنيل لرونکې پوښښ تخته . (b) د پوښښ تختې ګاډرپه اوږدو کې د (EI) بدلون . (c) د (A-A) قطعه. (d) د (B-B) قطعه (660:15) .

د پوښښ تختې - ګاډر د اتکاګانو د مرکزونو (د پایو د محورونو) تر منځ فاصله کې د عنصر مقطع بدلون مومي ، نو له همدې امله د معادل قاب په تحلیل کې دعنصر سختي د متغیرې مقطع لپاره په پام کې نیول کېږي . نو د پوښښ تختې - ګاډر په اوږدوکې که ګاډر ولري او یا ګاډر ونه لري د انرشیا مومنټ اوسختي (EI) همداراز د انرشیا مومنټ او سختۍ بدلون د هغه پوښښ تختې - ګاډر لپاره چې په اوږدو کې ګاډر نه لري او ډراپ ، کپیټل او یا هم ډراپ او کپیټل لري په ترتیب سره په لاندېنیو (26.2) او (27.2) شکلونو کې ښودل شوې دي . په دغه شکلونو کې (E_{cs}) د دپوښښ تختې د کانکرېټو ارتجاعیت مودول او (I_1) د پوښښ تختې - ګاډر (د پوښښ تختې اوی د پوښښ تخته د ګاډر سره) د ناخالصې مقطع انرشیا مومنټ دی .

8.2- مثال : د لاندېني شکل په ښودل شوي پلان کې د هواره پوښښ تختې ،چې په اړخونو یا څنډو کې ګاډرونه نه لري د فرش ضخامت (175 mm) دي ، د (2) لیکې په اوږدوکې د معادل چوکاټ د پوښښ تختې - ګاډر لپاره د مومنټونو د وېشنې ضریبونه پیدا کړئ ؟



د $(A_2 – B_2)$ داو (A) وروستنۍ اتکاء کې: $(C_1 = 300\ mm)$، $(\ell_1 = 5,325\ mm)$، $(c_2 = 500\ mm)$ او $(\ell_2 = 4,725\ mm)$ ، د (8.2- جدول) څخه د انتر پولیشن په پایله کې $(c_1/\ell_1 = 0.056)$ او $(c_2/\ell_2 = 0.106)$ کېږي.

د وروستنۍ سختې اتکاء لپاره مومنټ مساوي کېږي په: $M = 0.084 w_u \ell_2 \ell_1^2$

دیادولو ده چې دلته خالصه وایه (ℓ_n) نه بلکې (ℓ_1) کارېږي. نو سختي مساوي کېږي په:

$$K = \frac{4.11 EI_1}{\ell_1}$$

دباروړلو یا زغمونکې(د مومنټ انتقالي) ضریب $(COF = 0.508)$ دی.

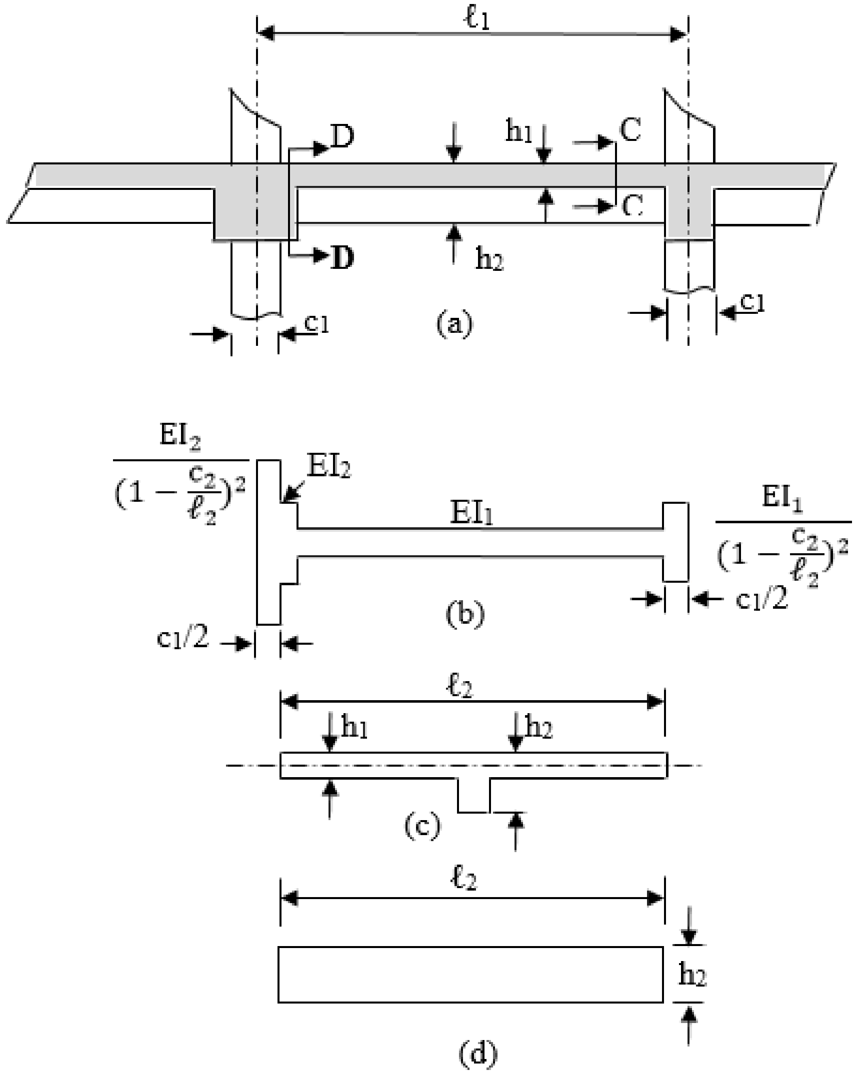
د $(B_2 – C_2)$ ا وایې لپاره: $(C_1 = 500\ mm)$، $(\ell_1 = 6,000\ mm)$ ، $(c_2 = 300\ mm)$ او $(\ell_2 = 4,725\ mm)$ ، د (8.2- جدول) څخه د انتر پولیشن په پایله کې $(c_1/\ell_1 = 0.083)$ او $(c_2/\ell_2 = 0.064)$ کېږي.

د وروستنۍ سختې اتکاء لپاره مومنټ مساوي کېږي په: $M = 0.084 w_u \ell_2 \ell_1^2$

دیادولو ده چې دلته خالصه وایه (ℓ_n) نه بلکې (ℓ_1) کارېږي. نو سختي مساوي کېږي په:

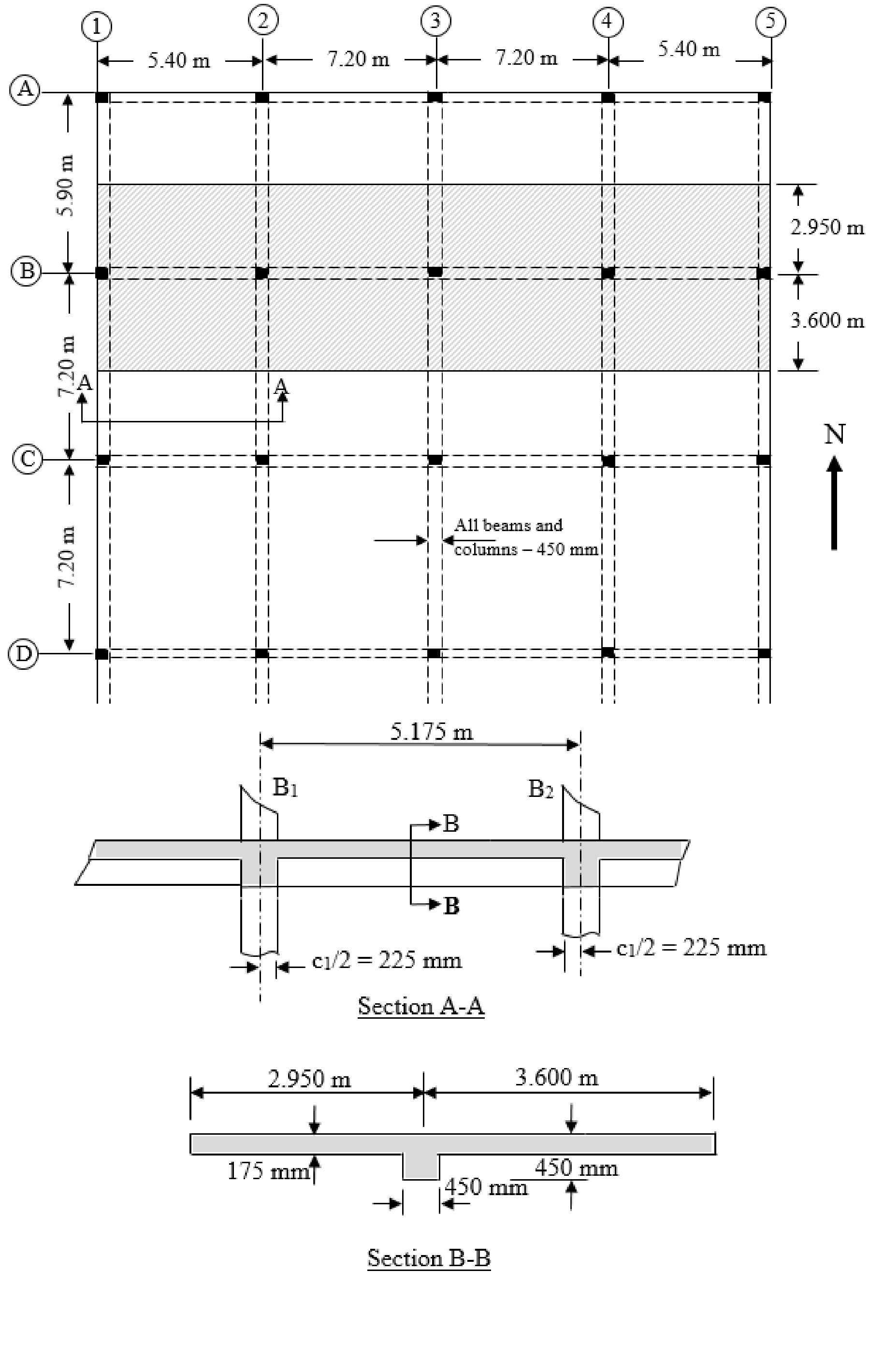
$$K = \frac{4.10 EI_1}{\ell_1}$$

دباروړلو یا زغمونکې ضریب $(COF = 0.507)$ دی.



31.2- شکل : د پوښښ تختې او ګاډر لپاره د (EI) قیمتونه . (a) په دواړو لورو پوښښ تخته اوګاډرونه. (b) د پوښښ تختې اوګاډرپه اوږدو کې د (EI) بدلون . (c) د (C-C) قطعه. (d) د -D D) قطعه (661:15) .

9.2- مثال : په لاندېنې شکل کې د ګاډرونو لرونکې دوه لوریزه پوښښ تختې د ټولو پایو تر منځ که دپوښښ تختې ضخامت (175 mm) او د ټولو ګاډرونو ارتفاع (450 mm) وي ، نوپه شکل کې د ښودل شوې د (B) لیکې په اوږدوکې د معادل چوکاټ د پوښښ تختې - ګاډر لپاره د مومنټونو د وېشنې ضریبونه پیدا کړئ ؟



د ($B_1 - B_2$) وایه کې په شکل کې د ښودل شوې د منځنۍ وایې د مقطع له مخې د دې مقطع د ثقل مرکز (109.75 mm) دی . د پوښښ تختې د پاسنۍ برخې څخه لاندې د انرشیا مومنټ مساوي کېږي په ($I_1 = 9.297 \times 10^9\ mm^4$) او په دواړو ورستیو کې د پایې مقطع مربعي (450 mm) ده نوپه پایله کې ($c_1/\ell_1 = 450/5,175 = 0.087$) او ($c_2/\ell_2 = 0.070$) کېږي ، دا ځکه چې د نښلېدنې په ساحه کې دا اجزاوي یو شانته سختي لري . نو د (8.2- جدول) له کارېدنې څخه د مومنټ د وېشنې ضریبونه مساوي کېږي په :

د وروستنۍ سختې اتکاء لپاره مومنټ مساوي کېږي په: ($M = 0.084 w_u \ell_2 \ell_1^2$)

سختي مساوي کېږي په : $K = \frac{4.10 EI_1}{\ell_1}$

دباروړلو یا زغمونکې(د مومنټ انتقالي) ضریب ($COF = 0.507$) دی .

د ($B_2 - B_3$) ا وایې لپاره : ($c_1/\ell_1 = 450/7,200 = 0.0625$) او ($c_2/\ell_2 = 0.070$) کېږي . د (8.2- جدول) څخه د وروستنۍ سختې اتکاء لپاره مومنټ مساوي کېږي په :

$$M = 0.084 w_u \ell_2 \ell_1^2$$

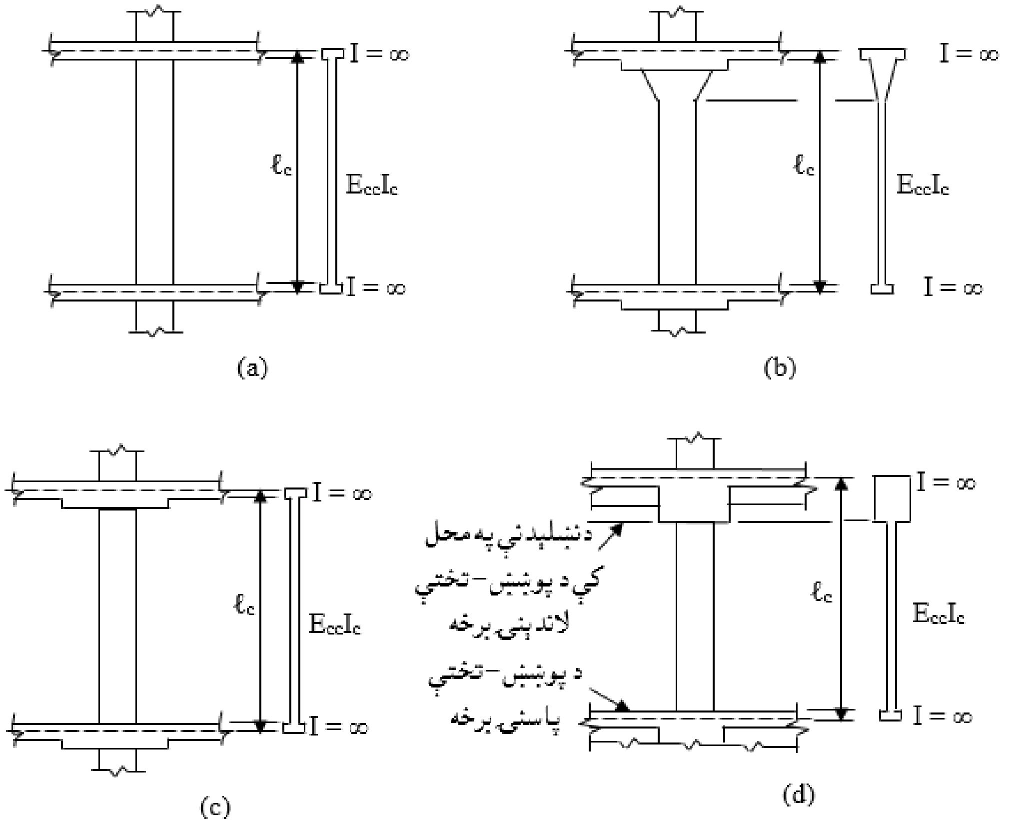
سختي مساوي کېږي په : $K = \frac{4.070 EI_1}{\ell_1}$

دباروړلو یا زغمونکې (د مومنټ انتقالي) ضریب ($COF = 0.505$) دی .

ب - دپایې یا ستنې خواص (Properties of Columns) : د پایو یا ستنو د سختۍ او باروړلو یا زغمونکي ضریبونو د پیداکولو لپاره د(ACI) (13.7.4) برخه لاندېنۍ حرګندونې لري :

1- نښلېدنو (joints) یا د پایې د کپیټل څخه بیرون ښایي د کانکرېټو د بشپړې مقطع د مساحت پر بنسټ ، دستنې د اوږدوالي په اوږدو کې د پایې دعرضاني مقطع دبدلون له امله واقعي انرشیا مومنټ بدلون تجویز کېږي .

2- د پایې د انرشیا مومنټ باید د نښلېدنې (Joint) سره د پوښښ تختې - ګاډر په ساحه یا حدودو کې فرض شي . په (30.2- شکل) کې د مومنټ د وېشنې ضریبونو لپاره د پایې یا ستنې څلور عمومي حالتونه ښودل شوې دي او همدارنګه کولی شوچې لاندېنې (9.2- جدول) څخه هم ګټه واخلو .



32.2- شکل : د پایو د سختۍ (K_c) د محاسبې لپاره مقطع . (a) بې له ګاډر ونو پوښښ تختو سیستم او د پایو د سختۍ دیاګرام ، (b) دکپیټل لرونکوپایو پوښښ تختو سیستم او د پایو د سختۍ دیاګرام، (c) د ډراپ پنیل لرونکو پوښښ تختو سیستم او د پایو د سختۍ دیاګرام او (d) ګاډر لرونکو پوښښ تختو سیستم او د پایو د سختۍ دیاګرام (664:15).

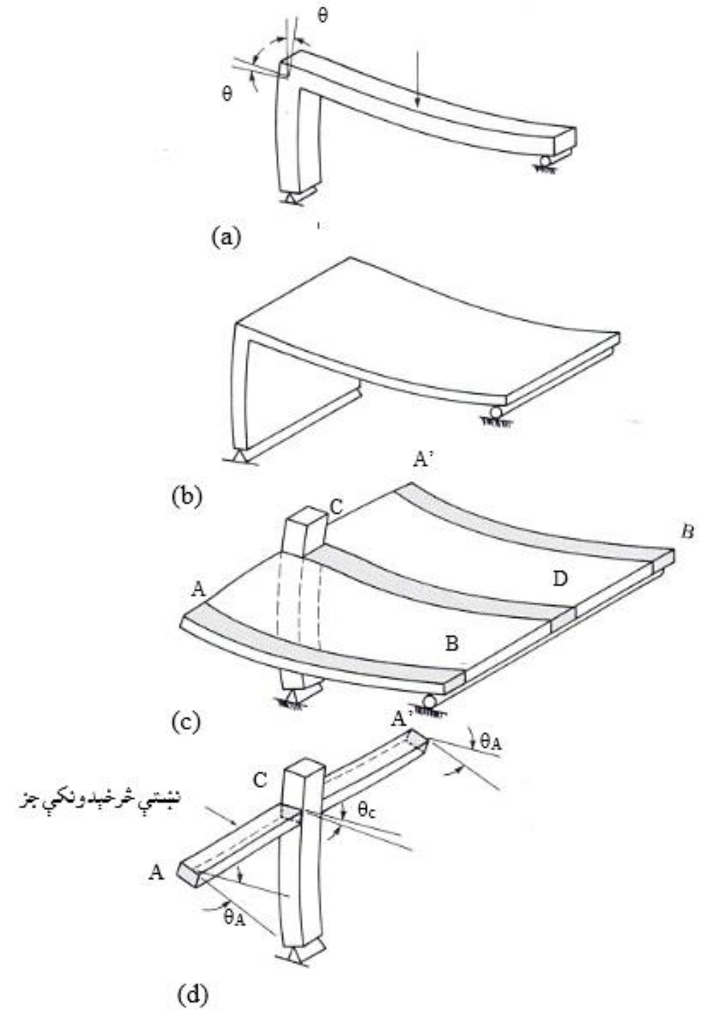
11.2- جدول: د پايي لپاره د سختۍ او باروړلو يا زغمونکي بار ضريبونه (1066:15).

$K_c = k\,\frac{EL_c}{\ell_c}$										
t_a/t_b		ℓ_c/ℓ_u								
		1.05	**1.10**	**1.15**	**1.20**	**1.25**	**1.30**	**1.35**	**1.40**	**1.45**
0.00	K_{AB}	4.20	4.40	4.60	4.80	5.00	5.20	5.40	5.60	5.80
	C_{AB}	0.57	0.65	0.73	0.80	0.87	0.95	1.03	1.10	1.17
0.20	K_{AB}	4.31	4.62	4.95	5.30	5.65	6.02	6.40	6.79	7.20
	C_{AB}	0.56	0.62	0.68	0.74	0.80	0.85	0.91	0.96	1.01
0.40	K_{AB}	4.38	4.79	5.22	5.67	6.15	6.65	7.18	7.74	8.32
	C_{AB}	0.55	0.60	0..65	0.70	0.74	0.79	0.83	0.87	0.91
0.60	K_{AB}	4.44	4.91	5.42	5.96	6.54	7.15	7.81	8.50	9.23
	C_{AB}	0.55	0.59	0.63	0.67	0.70	0.74	0.77	0.80	0.83
0.80	K_{AB}	4.49	5.01	5.58	6.19	6.85	7.56	8.31	9.12	9.98
	C_{AB}	0.54	0.58	0.61	0.64	0.67	0.70	0.72	0.75	0.77
1.00	K_{AB}	4.52	5.09	5.71	6.38	7.11	7.89	8.73	9.63	10.60
	C_{AB}	0.54	0.57	0.60	0.62	0.65	0.67	0.69	0.71	0.73
1.20	K_{AB}	4.55	5.16	5.82	6.54	7.32	8.17	9.08	10.07	11.12
	C_{AB}	0.53	0.55	0.58	0.60	0.63	0.65	0.66	0.68	0.69
1.40	K_{AB}	4.58	5.21	5.91	6.68	7.51	8.41	9.38	10.43	11.57
	C_{AB}	0.53	0.55	0.58	0.60	0.61	0.63	0.64	0.65	0.66
1.60	K_{AB}	4.60	5.26	5.99	6.79	7.66	8.61	9.64	10.75	11.95
	C_{AB}	0.53	0.55	0.57	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64
1.80	K_{AB}	4.62	5.30	6.06	6.89	7.80	8.79	9.87	11.03	12.29
	C_{AB}	0.52	0.55	0.56	0.58	0.59	0.60	0.61	0.61	0.62
2.00	K_{AB}	4.63	5.34	6.12	6.98	7.92	8.94	10.06	11.27	12.59
	C_{AB}	0.52	0.54	0.56	0.57	0.58	0.59	0.59	0.60	0.60
2.20	K_{AB}	4.65	5.37	6.17	7.05	8.02	9.08	10.24	11.49	12.85
	C_{AB}	0.52	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.58	0.59	0.59
2.40	K_{AB}	4.66	5.40	6.22	7.12	8.11	9.20	10.39	11.68	13.08
	C_{AB}	0.52	0.53	0.55	0.56	0.56	0.57	0.57	0.58	0.58
2.60	K_{AB}	4.67	5.42	6.26	7.18	8.20	9.31	10.53	11.86	13.29
	C_{AB}	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.56	0.56	0.57	0.57
2.80	K_{AB}	4.68	5.44	6.29	7.23	8.27	9.41	10.66	12.01	13.48
	C_{AB}	0.52	0.53	0.54	0.55	0.55	0.55	0.56	0.56	0.56
3.00	K_{AB}	4.69	5.46	6.33	7.28	8.34	9.50	10.77	12.15	13.65
	C_{AB}	0.52	0.53	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
3.50	K_{AB}	4.71	5.50	6.40	7.39	8.48	9.69	11.01	12.46	12.02
	C_{AB}	0.51	0.52	0.53	0.53	0.54	0.54	0.54	0.53	0.53
4.00	K_{AB}	4.72	5.54	6.45	7.47	8.60	9.84	11.21	12.70	14.32
	C_{AB}	0.51	0.52	0.52	0.53	0.53	0.52	0.52	0.52	0.52
4.50	K_{AB}	4.73	5.56	6.50	7.54	8.69	9.97	11.37	12.89	14.57
	C_{AB}	0.51	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.51	0.51	0.51
5.00	K_{AB}	475	5.59	6.54	7.60	8.78	10.07	11.50	13.07	14.77
	C_{AB}	0.51	0.51	0.52	0.52	0.51	0.51	0.51	0.50	0.49
6.00	K_{AB}	4.76	5.63	6.60	7.69	8.90	10.24	11.72	13.33	15.10
	C_{AB}	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49	0.48
7.00	K_{AB}	4.78	5.66	6.65	7.76	9.00	10.37	11.88	13.54	15.34
	C_{AB}	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49	0.48	0.48	0.47
8.00	K_{AB}	4.78	5.68	6.69	7.82	9.07	10.47	12.01	13.70	15.54
	C_{AB}	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49	0.48	0.47	0.46
9.00	K_{AB}	4.80	5.71	6.74	7.89	9.18	10.61	12.19	13.93	15.83
	C_{AB}	0.50	0.50	0.50	0.49	0.48	0.48	0.47	0.46	0.45

ج - د څرخېدنې اجزاء او معادلې پايې (Torsonal Members and Equivalent Columns)

د (2.31a- شکل) په څېر کله چې د ګاډر او پايې چوکاټ بار شي ، نو دپايې او ګاډر وروستنۍ برخه له اتکاء سره په نښلېدنې کې مساوي څرخېدنه زغمي . که د دواړو اجزاو لپاره د کږېدنې يا انحناء سختي (K = M/θ) مالومه وي ، نو دا ښايي ه ده چې دې دواړو اجزاو لپاره له نښلېدنې محل (joint) سره څرخېدنه او د وروستنۍ برخې مومنټونه محاسبه شي . په همدې ډول د (2.31b- شکل) له مخې کله چې پوښښ تخته بار شي ، نو د پوښښ تختې او پايې وروستنۍ برخه مساوي څرخېدنه زغمي . د (2.31c- شکل) په څېر کله چې هواره پوښښ تخته له پايې سره ونښلي نو دپايې د وروستنۍ برخې څرڅېدنه دپايې سره د نښتې (C-D) تسمې د وروستنۍ برخې څرخېدنې سره مساوي رامنځته کېږي . د (A-B) تسمې د (A) سره څـرخـېدنه د(C) د نقطې د څـرخېدنې په پرتلـه ډېـره وي ، دا ځکه چې په دې نقطـه کې د څـرخېدنې په وړاندې د پوښښ تخـتې مقاومت او ساتنه لـږه ده او د (2.31d- شکل) په څېر د پوښښ تختې څنډې د تاوېدنې له امله اغېزمنې کېږي . چې په پايله کې د پوښښ تختې د څنډې منځنۍ څرخېدنه د پايې د وروستنې برخې له څرخېدنې څخه ډېرېږي .

د پوښښ تختې په تحليل کې د دې اغېزې د محاسبې لپاره پايه د پوښښ - تختې سره د د عمودي يا باالمقابل د (A-C) او (C-A') اجزاوسره نښلېدلې فرضېږي . په تحليل کې د دې اجزاوو په ګډون يوه لاره د معادلې پايې د نظريې کارونه ده، چې د پاسنې او لاندېنې فرشونو يوګونې عنصر له پايو او د نښلېدلي اجزاوو څخه ترکيب مومي لکه په (2.31d- شکل) کې چې ښودل شوي دي .



33.2- شکل : د چوکاټ کړنه او دڅنډې جز یا عنصر تاوېدنه . (a) د ګاډر او پایې چوکاټ ، (b) دپوښښ تختې او دیوال چوکاټ ، (c) د پوښښ تختې او پایې چوکاټ او (d) د پایې او څنډې پوښښ تخته (665:15) .

دمعادلې ستنې سختي (K_{ec}) د پایو او نښلېدلې څرخېدونکي عنصر د سختیو د ترکیب څخه د لاندېنې فورمول په واسطه پیداکېږي :

$$K_{ec} = \frac{M}{\text{Average torsion of the edge beam}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \; (25.2)$$

دسختۍمعکوس (1/k) د نرمۍ یا کږېدنې وړتیا (flexibility) په نامه یادېږي ، نودمعادلې ستنې نرمي یا کږېدنې وړتیا ($1/K_{ec}$) د نښلېدنې یا پیوند(joint) د څنډې د ګاډر او د پوښښ تختې د پاتې برخې تر منځ د څرخېدنې د منځنۍ اندازې سره مساوي کېږي ، کله چې یوواحد مومنټ د پوښښ تختې څخه معادلې پایې ته انتقال

شي(456:13). د څرخېدنې دا منځنۍ اندازه د پایو په وروستنۍ برخه کې (θ_c) او د ګاډر د تاوېدنې منځنۍ اندازې ($\theta_{t.avg}$) مجموعه دواړه دواحد مومنټ لپاره پیداکېږي :

$$\theta_{ec} = \theta_c + \theta_{t.avg} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (26.2)$$

د مومنټ د واحد لپاره د(θ_c) قیمت ($1/\Sigma k_c$) دي ، دلته (Σk_c) د پوښښ تختې څخه پاسنۍ او لاندېنۍ پایې د کږېدنې سختۍ نسبت دي ، په همدې توګه د($\theta_{t.avg}$) قیمت د واحد مومنټ لپاره ($1/k_t$) دی ، (k_t) د پیوسته اجزاو دڅرخېدنې مومنټ د څرخېدنې سختې ده، د پورتنیو قیمتونو له عوض کېدنې څخه لاندېنۍ رابطه په لاس راځي :

$$\frac{1}{K_{ec}} = \frac{1}{\Sigma K_c} + \frac{1}{K_t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (27.2)$$

که د پیوسته اجزاو دڅرخېدنې مومنټ د څرخېدنې سختې له (K_{ec}) څخه کوچنۍ شي ، نو له (Σk_c) به ډېره کوچنۍ شي(596:1) .

د څرخېدونکو اجزاو(د څنډې یا اړخ ګاډر) د څرخېدنې د سختۍ را منځته کېدنه په (32.2- شکل) کې ښودل شوې ده .

د (32a.2- شکل) کې معادله پایه له پیوسته یا نښتې څرخېدونکو اجزاو سره چې په هر لوري د نژدې پایې پورې تر نیمایې پورې غځېږي ښودل شوې ده . د څرخونکې قوې واحد (T = 1) په معادلې پایې باندې په هر بازو تر نیمایې پورې عمل کوي . نو څکه پایې ته نژدې د څرخېدونکو اجزاود څرخېدنې سختې لویه وي ، د څنډې یا اړخ ګاډر په فې واحد اوږدوالي کې مومنټ (t) په قراردادي توګه لکه د (32b.2- شکل) په څېر فرضېږي .

وارده څرخېدنه د (32c.2- شکل) په څېر د تاوېدنې مومنټ دیاګرام اوچتوي، داځکه چې په هر بازو نیمه څرخېدنه واردېږي او اعظمي څرخېدنې مومنټ (1/2) وي . د څرخېدونکې جز د اوږدوالي په واحد کې د تاوېدنې زاویه په (32d.2-شکل) کې ښ،دل شوې دی ، چې د ثقل مرکز(CG) د هرې نقطې سره د څرخېدنې ضریب (C) (چې د انرشیا مخالف الجهته مومنټونو په څېر) او د دشخۍ مودول (G) د رامنځته کېدنې له مخې د تاوېدنې مومنټ د وېشنې په واسطه محاسبه کېږي . دپایې اړونده بازو د وروستنۍ

برخې مجموعي تاوېدنه د اوږدوالي د واحدي تاوېدنې او داوږدوالي په واحد کې تاوېدنې زاويې د دياګرام مساحت سره مساوي کېږي چې په (32d.2- شکل) کې ښودل شوي دي . داځکه چې دا يو پاربوليک دياګرام دی ، دبازو بيروني وروستنۍ برخې سره د تاوېدنې زاويه دياګرام د په اوږدو کې د ارتفاع يو پر درې برخهې سره مساوي کېږي

چې د لاندېنې فورمول په واسطه ښودل کېږي : $\theta_{t,end} = \frac{1}{3}\frac{(1-\frac{c_2}{\ell_2})^2}{2CG}\left[\frac{\ell_2}{2}\left(1-\frac{c_2}{\ell_2}\right)\right]$

د(G) په عوض د (E/2) د وضع کېدنې څخه وروسته په لاس راځي چې :

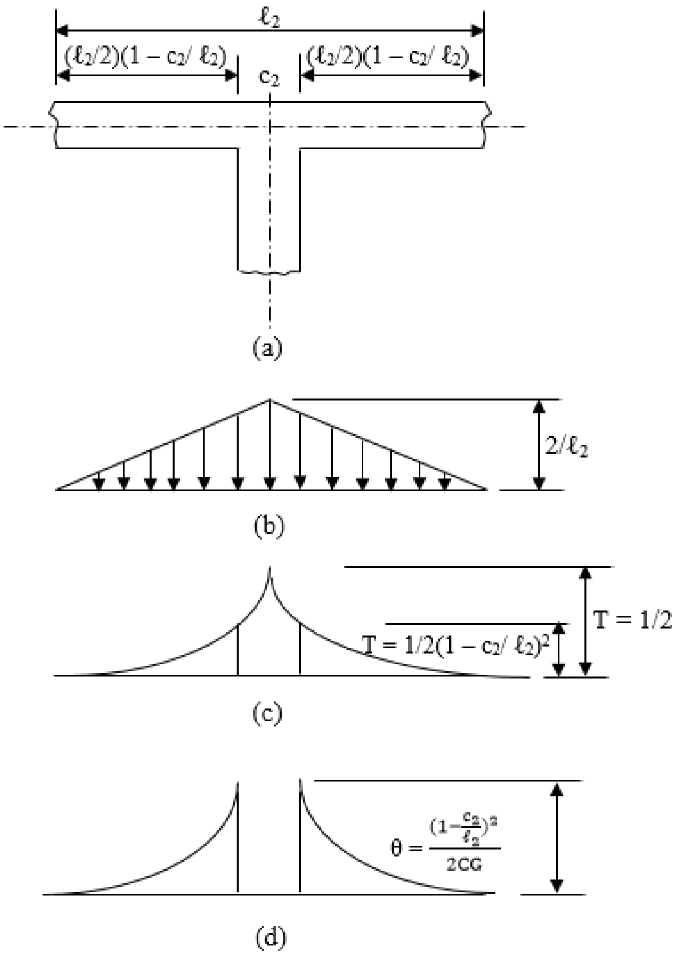
$$\theta_{t,end} = \frac{\ell_2}{6CE}\left(1-\frac{c_2}{\ell_2}\right)^3$$

دا د دبازو د وروستنۍ برخې څرخېدنه ده ، چې په (26.2- رابطې) کې د کاربېدونکې اړينې څرخېدنې لپاره د بازو منځنۍ څرخېدنه ده ، هغه چې د وروستنۍ برخې څرخېدنې د يو پر درې په اندازه جمع کېږي :

$$\theta_{t,avg} = \frac{\ell_2}{18CE}\left(1-\frac{c_2}{\ell_2}\right)^3 \quad \text{.......................................} \quad (28.2)$$

په پايله کې د يوه بازو د څرخېدنې سختۍ د($K_t = M/\ \theta_{t,avg}$) په څېر محاسبه کېږي، دلته د يوه بازو په واسطه مقاوم مومنټ په نيمه اندازه قبلېږي ، نو ليکو چې(664,665:15) :

$$K_t\ (\text{one arm}) = \frac{9EC}{\ell_2(1-\frac{c_2}{\ell_2})^3}$$



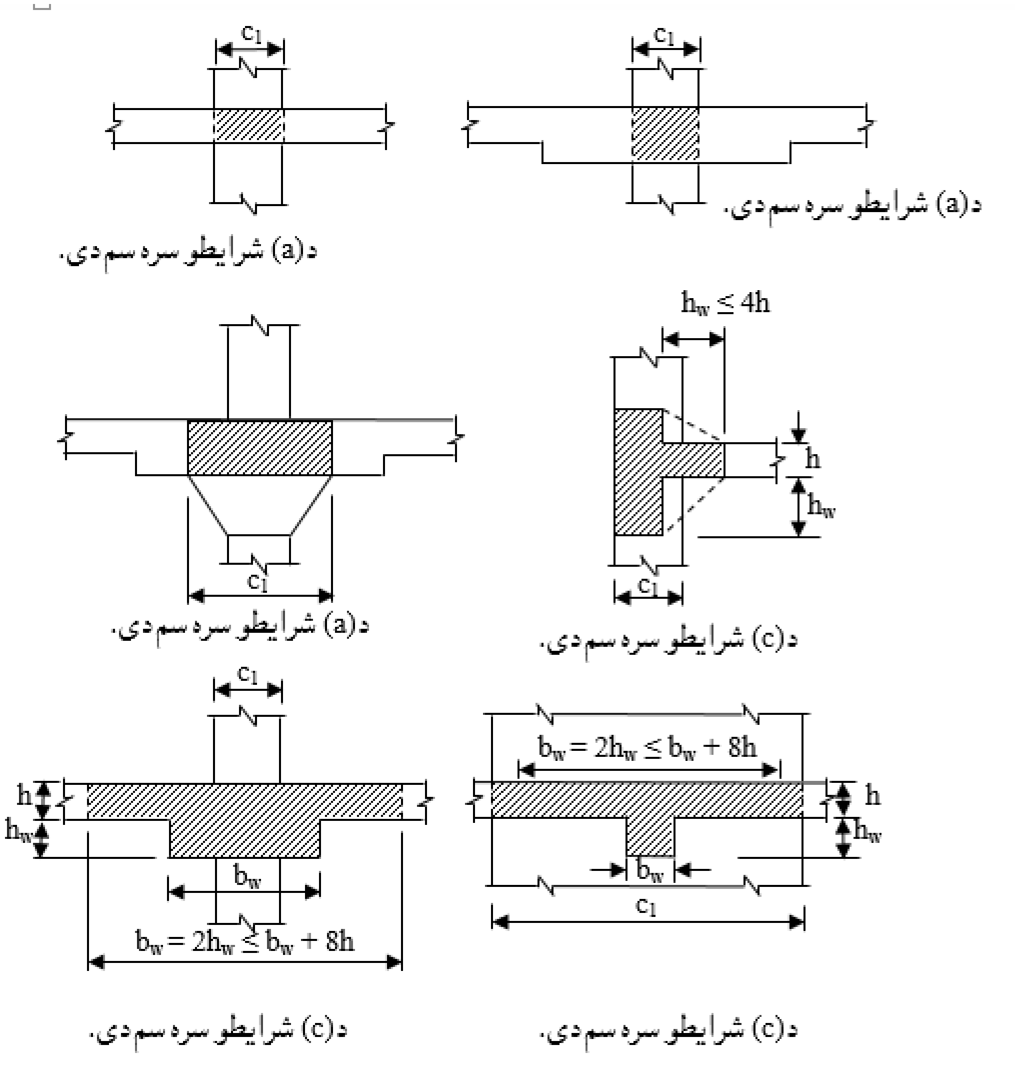
34.2- شکل: د (K_t) محاسبه. (a) پایه او نښتي څرخېدونکي جز ، (b) دپایې مرکز لیکې د اوږدوالي په اوږدوپه واحد کې د څرخېدنې وېشنه ، (c) د څرخېدنې دیاګرام او (d) د اوږدوالي په واحـــد کې د زاويې بدلون (127:5).

د (ACI) کود له مخې د دوو بازو ګانود څرخېدنې سختي مساوی کېږي په :

$$K_t = \Sigma \frac{9EC}{\ell_2(1-\frac{c_2}{\ell_2})^3} \; \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \; (29.2)$$

دلته (ℓ_2) دپایې یا ستنې دهر لوري متقابلې وایو اوږدوالی ته نسبت ورکول کېږي ، د کنج وایې یا ستنې لپاره په مجموعه کې یوارزې یومقدارکارېږي .

د څرخېدونکي جز عرضاني مقطع د (ACI) کود د (33.2- شکل) په څېرتعریف شوې.



35.2- شکل: څرخېدونکې اجزاء (668:15).

په پورتنۍ رابطه کې د (C) ضریب یا ثابت فورمول په واسطه پیداکېږي:

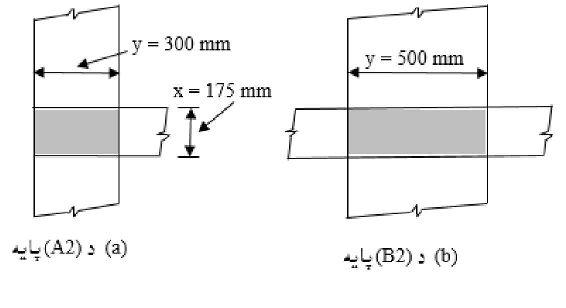
$$C = \Sigma \left[\left(1 - 0.63\frac{x}{y}\right)\frac{x^3y}{3}\right] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (30.2)$$

پورتنۍ رابطه کې (x) او (y) په ترتیب سره د مستطیل لنډ او اوږد لوری دی . کله چې د پایو په دننه کې ګاډر د (ℓ_1) لوري (لکه په 31.2- شکل کې د C-D په اوږدو کې

ګاډر، چوکاټونو سره موازي وي ، د بیروني منفي مومنټ ډېره د ننښتې څرخېدونکي جز له ګـــډون څخه برخه مستقیماً پایې ته انتقالیږي . په داسې حالت کې (K_{ec}) د پایې سختې له واقعي قیمت څخه لږ ه اټکلیږي ، نو له دې امله دتجربو له مخې (K_t) د انرشیا مومنټونوپه نسبت (I_{sb}/I_s) کې ضربیږي ، دلـــته (I_{sb}) د پوښښ تختې او ګاډر یو ځایې انرشیا مومنټ دی او (I_s) بې د ګاډر لـــه تنې څخـــه دپوښښ تختې د انـــرشیا مومنټ دی. د چوکاټ د تحلیل لپاره د مومنټ وېشنې په تحلیل کې چوکاټ د پوښښ تختې - ګاډر د (K_s) سختی په لرلو او معادله پایې د (K_{ec}) سختی په لرلو سره په پام کې نیول کیږي (182:2).

10.2- مثال : په (6.2- مثال) شکل کې د ښودل شوې هواره پوښښ تختې چې ضخامت یې (175 mm) دی ، د (300 mm x 300 mm) ابعادولرونکې پایې سره ننښتې دي . داخلي پایې د (500 mm) په ابعادوسره د (2) لیکې پایو سره موازي واقع دي . د یوپوړ څخه تر بله پوړه پورې ارتفاع (2.65 m) ده ، پوښښ تختې او پایو کې د ($f'_c = 28$ MPa) فشاري مقاومت لرونکې کانکریټ کارېدلی وي، د (2) لیکې د پوښښ تختې د تسمې او (B_2) پایـــو تـــر منځ دداخلي ننښلـــېدنې لـــپاره د (K_t) ، (ΣK_c) او (K_{ec}) ضریبـــونه په لاس راوړئ ؟

1- د څرخېدونکو اجزاو د عرضاني مقطع پېژندنه : د (ACI) کود د (13.7.5.1) برخې سره سم ، د د داخلي پایې سره د ننښلېدلي څرخېدونکي جز د (33.2- شکل) د (a) شرط پورې تړلې ده ، لکه د (34b.2-شکل) په څېر ($x = 175$ mm) او ($y = 500$ mm) دي .



د (8.2- مثال) لپاره سره ننښتې څرخېدونکې اجزاء .

2- د (C) قیمت په لاندې ډول پیدا کوو:

$$C = \Sigma\left[\left(1-0.63\frac{x}{y}\right)\frac{x^3y}{3}\right] = \left(1-0.63x\frac{175}{500}\right)\frac{(175)^3x\,500}{3} = 696{,}718{,}750\ mm^4$$

3- د (K_t) ضریب په لاندې ډول پیدا کوو:

$$K_t = \Sigma\frac{9E_{cs}C}{\ell_2(1-\frac{c_2}{\ell_2})^3}$$

دلته مجموعه د(2) لیکي څخه اخوا د ګاډر او (ℓ_2) د (2) لیکي په هر لوري ګاډرونو د(ℓ_2) اوږدوالي په تړلی دی ، دا ځکه چې دواړه ګاډرونه سره یو شانته دي ، نو (K_t) مساوي کېږي په:

$$K_t = 2\left[\frac{9E_{cs}x\ 696.72\ x\ 10^6}{4725\ x\ (1-\frac{300}{4725})^3}\right] = 1.616\ x\ 10^6E_{cs}$$

4- د پایو لپاره د (ΣKc) پیدا کوو: د پوښښ تختې د فرش له مرکز څخه تر مرکزه پورې ارتفاع (2,650 mm)ده. د پایې په اوږدو کې د سختۍ وېشنه د (30a.2- شکل) ته ورته ده پایه د خپل قوي محور په لوري کږېږي ، نو له دې امله:

$$I_c = 300\ x\ \frac{(500)^3}{12} = 3{,}125\ x\ 10^6\ mm^4.$$

د دې پایو بشپړه ارتفاع (ℓ_c = 2,650 mm) لپاره خالصه یا نه تکیه شوې ارتفاع (ℓ_u=2,475 mm)ده او همداراز (ℓ_c/ℓ_u = 1.071) او(t_a/t_b = 1.0) ورکړل شوې دی ، نو:

$$K_c = \frac{4.76EI_c}{\ell_c}$$

او د بار د زغم یا وړلو ضریب یې (0.55) ځکه قبلېږي چې دلته دوه پایې (یوه د فرش له پاسه او بله لاندې ده) ، چې د هرې یوې سختې په لاندې ډول پیدا کېږي:

$$\Sigma K_c = 2\left[\frac{4.76E_cx\ 3{,}125\ x\ 10^6}{2{,}650}\right] = 5.613\ x\ 10^6E_c$$

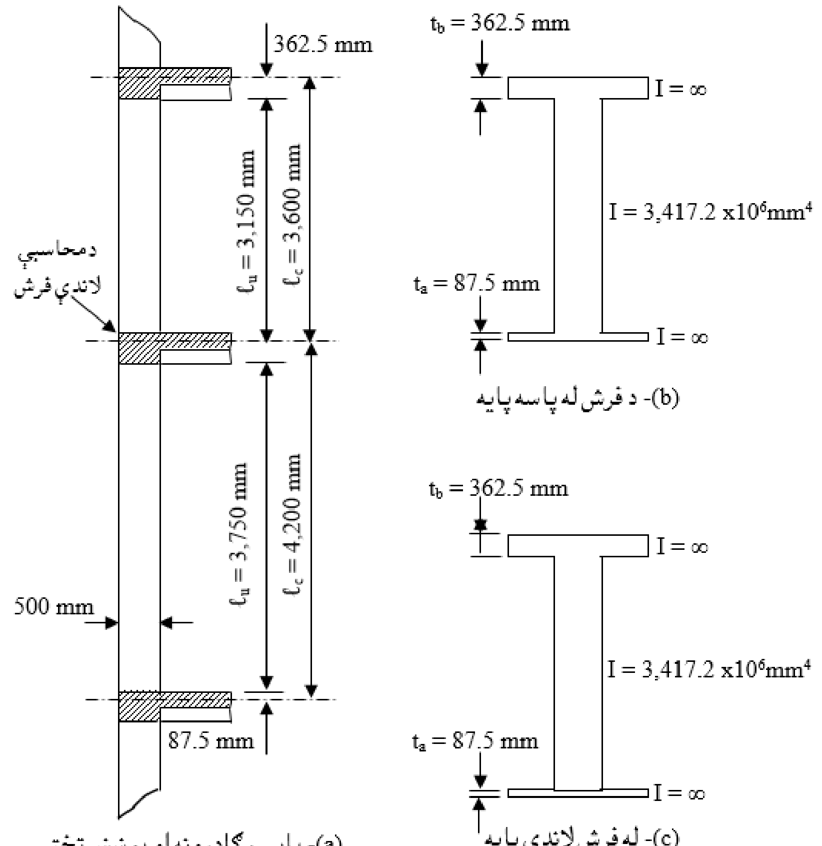
5- دمعادلې پایې سختي (K_{ec}) پیدا کوو: د داخلي نښتو پایو لپاره معادله سختي د لاندېنې فورمول په واسطه پیدا کېږي:

$$\frac{1}{K_{ec}} = \frac{1}{\Sigma K_c} + \frac{1}{K_t} = \frac{1}{K_{ec}} = \frac{1}{5.613\ x\ 10^6E_c} + \frac{1}{1.616\ x\ 10^6E_{cs}}$$

داچې ($E_{cc} = E_{cs} = E_c$) کېږي ، نو($K_{ec} = 1.255x\ 10^6E_c$) کېږي.

یادونه د (K_{ec}) قیمت د (ΣK_c) د قیمت نژدې (% 22) سلنه جوړوي ، نو دا د هواره پوښښ تختو په فرش سیستم په اغېزمنه سختۍ کې د پرکمښت درامنځته کېدنې څرګندونه کوي .

11.2- مثال : په (7.2- مثال)شکل کې د ښودل شوې له ګاډرونو سره د پوښښ تختې په (450mm) مربعې ابعادو لرونکو پایو له پاسه تکیه شوې دي . چې د لاندېنې شکل له مخې د پایې ارتفاع له فرش څخه پورته (3.60 m) او له فرش څخه ښکته (4.20 m) ښودل شوې ده. د ټولو ګاډرونو ابعاد (450mm x 450 mm) ، د پوښښ تختې او د ګاډرونو لپاره (f'_c = 28 MPa) او د پایو لپاره (f'_c = 25 MPa) په پام کې نیول شوې دي . نو په (9.2- مثال) کې د ښودل شویو مقطعو کې د بیروني وایې د عمودي قطعې له مخې د (B) لیکې په اوږدو کې د پوښښ تختې د تسمې او (B_1) پایو تر منځ دداخلي نښلېدنې لپاره د (K_{ec}) ضریب په لاس راوړئ ؟



(a)- پایې ، ګاډرونه او پوښښ تختې

(b)- د فرش له پاسه پایه

(c)- له فرش لاندې پایه

حل :

1- د څرخېدونکو اجزاو د عرضاني مقطع پېژندنه: د (ACI) کود د (13.7.5.1) برخې سره سم ، د بيروني څنډې پايې عرضي مقطع سره څرخېدونکې جز د (34a.2- شکل) کې ښودل شوې ده.

2- د (C) قيمت د پيداکولولپاره ، د (34b.2- شکل) په څېر د (C) د غځېدنې لپاره د څرخېدونکې جز په مستطيلونو وېشو ، نو په لاس راوړو چې:

$$C = \Sigma\left[\left(1 - 0.63\frac{x}{y}\right)\frac{x^3y}{3}\right]$$

$$C = \left(1 - 0.63\frac{450}{450}\right)\frac{(450)^3 x\ 450}{3} + \left(1 - 0.63\frac{175}{275}\right)\frac{(175)^3 x\ 275}{3}$$

$$C = 5{,}351{,}756{,}510\ mm^4$$

3- د (K_t) ضريب په لاندې ډول پيداکوو:

$$K_t = \Sigma\frac{9E_{cs}C}{\ell_2(1-\frac{c_2}{\ell_2})^3}$$

د (A_1 –B_1) وايې لپاره (ℓ_2 = 5,675 mm) د (B_1 –C_1) وايې لپاره (ℓ_2 = 7,200 mm)،

نو (K_t) مساوي کېږي په :

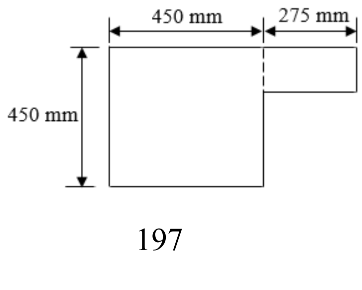
$$K_t = \frac{9E_{cs} x\ 5{,}351.76\ x\ 10^6}{5{,}675\ x\ (1-\frac{450}{5{,}675})^3} + \frac{9E_{cs} x\ 5{,}351.76\ x\ 10^6}{7{,}200\ x\ (1-\frac{450}{7{,}200})^3} = 18.993\ x\ 10^6 E_{cs}$$

دا ځکه چې د هغې وايې لپاره چې مومنټونه يې پيداکېږي او دګاډر سره يې د موازي وايه ولري، نو د (K_t) يې په (10.2- مثال) کې د (A-A) مقطع په څېر د ګاډر په ګډون د پوښښ تختې د مقطع د انرشيا مومنټونو په نسبت (I_{sb}/I_s)کې ضربېږي، چې

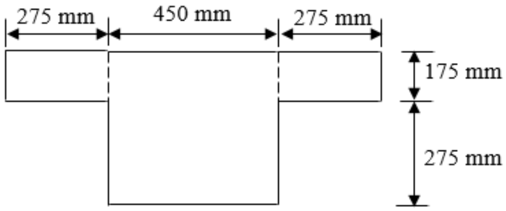
$I_s = \frac{6{,}438\ x\ (175)^3}{12} = 2.9\ x\ 10^9\ mm^4$. او : ($I_{sb}$=9.3x$10^9$mm^4)

نو په پايله کې (I_{sb}/I_s = 9.3/2.9 = 3.207) او (K_t = 3.207 x 18.99 x 10^6 = 60.909x10^6)

کېږي . د (B_1) سره د څرخېدونکې جز مقطع په لاندې ډول ده :



د (B_2) سره د څرخېدونکي جز مقطع په لاندې ډول ده :



4- د (B_1) سره د اړخ پایو لپاره (ΣKc) پیدا کوو: په پورتنې شکل کې د (B_1) سره پایې د پوښښ تختې ښودل شوې دي، چې په دې شکل کې د فرش له پاسه د پایې په اوږدو کې د مومنټ وېشنه هم ښودل شوې ده او همدارازد (C) قیمت لرو ، نو:

$I_c = 450 \text{ x } \frac{(450)^3}{12} = 3.42 \text{ x } 10^9 \text{ mm}^4.$

د لاندېنۍ پایې لپاره (ℓ_c = 4,200 mm) ، (ℓ_u = 3,750 mm)ده ،نو (ℓ_c/ℓ_u = 1.20) او(t_a/t_b = 362.5/87.5 = 4.143) کېږي ، نوله جدول څخه :

$K_{c,\text{ lower}} = \frac{5.73EI_c}{\ell_c} = \frac{5.73 \text{ x } 3.42 \text{ x } 10^9 E_{cc}}{4{,}200} = 4.666 \text{ x } 10^6 E_{cc}$

د پاسنۍ پایې لپاره (ℓ_c = 3,600 mm) ، (ℓ_u = 3,150 mm)ده ،نو (ℓ_c/ℓ_u = 1.14) ، (t_a=87.5 mm) ، (t_b = 362.5 mm) ، نو(t_a/t_b = 87.5/362.5 = 0.241) کېږي ، نوله جدول څخه :

$K_{c,\text{ upper}} = \frac{4.93EI_c}{\ell_c} = \frac{4.93 \text{ x } 3.42 \text{ x } 10^9 E_{cc}}{3{,}600} = 4.684 \text{ x } 10^6 E_{cc}$

نو (ΣK_c) په لاندې ډول پیدا کوو:

$\Sigma K_c = K_{c,\text{ lower}} + K_{c,\text{ upper}} = 4.666 \text{ x } 10^6 E_{cc} + 4.684 \text{ x } 10^6 E_{cc} = 9.35 \text{ x } 10^6 E_{cc}$

5- دمعادلې پایې سختي (K_{ec}) پیدا کوو:

$$\frac{1}{K_{ec}} = \frac{1}{\Sigma K_c} + \frac{1}{K_t} = \frac{1}{K_{ec}} = \frac{1}{9.35 \text{ x } 10^6 E_c} + \frac{1}{18.993 \text{ x } 10^6 E_{cs}}$$

دلته :

$E_{cc} = 4{,}700 \text{ x } \sqrt{28} = 0.025 \text{ x } 10^6 \text{ MPa}$

$E_{cs} = 4{,}700 \text{ x } \sqrt{25} = 0.024 \text{ x } 10^6 \text{ MPa}$

په پایله کې ، ($E_{cc} = 1.042E_{cs}$) او ($K_{ec} = 6.25 \text{ x } 10^6 E_{cs}$) په لاس راځي .

2.11.2- د ساختماني تحلیل لپاره د ژوندیو بارونو ترتیبول

(Arrangement of Live Loads for Structural Analysis)

د دوه لوریزه پوښښ تختې لپاره دبارېدنې حالت د (ACI) کود په (13.7.6) برخه کې ځانګړي او مشخص شوي دي . کله چې بې له ضریبه ژوندی بار د بې له ضریبې شوې مړ بار له (0.75) ځلې څخه ډېر نه شي ، نو په دې حالت کې دبارېدنې حالت ته پاملرنه اړینه نه برېښي او یوازې د ټولو وایو لپاره بشپړه ضریبي شوې ژوندي او مړه بارونه تحلیلېږي . دا دهغه فرضیې بنسټ دی چې د بارېدنې د حالت له امله دژوندي بار د مومنټونه د یو شانته ژوندي بار په پرتله ډېرېږي، خو د یو شانته ژوندي بارونه د مړوبارونو د مومنټونو د ډېرښت سره لږ توپیر لري . دا د دې ښکارندوینه کوي چې د پوښښ تخته د مومنټ په بیا وېشنه کې په کافي اندازه په کرېدنه یا انحناء کې انعطاف مننونکی دی .

کله چې بې له ضریبه ژوندی بار د بې له ضریبې شوې مړ بار له (0.75) ځلې څخه ډېر شي، نو د دې حالت لپاره د (ACI) کود په (13.7.6.3) برخه کې دبار د بارېدنې حالت په هکله داسې څرګندونې شوې دي :

1- د مثبت اعظمي مومنټ لپاره ، په ټولو وایو کې د مړبار جمع (0.75) ځلې ژوندی بار د محاسبې لاندې پنیل او یو تر منځ پنیلونو کې په پام کې نیول کېږي .

2- دداخلي اتکاء د منفي اعظمي مومنټ لپاره په ټولو وایو کې د پنیلونوضریبي شوې مړ بار جمع د دوه مجاورو پنیلونو بشپړه ضریبي شوې ژوندي بار (0.75) ځلي په پام کې نیول کېږي . خو نهایي محاسبوي مومنټونه باید په ټولو پنیلونو کې د بشپړه ضریبي شوی مړ او ژوندي بارونوله مومنټونو څخه لږ نه شي .

3.11.2- د اتکاګانو د اړخ سره مومنټونه

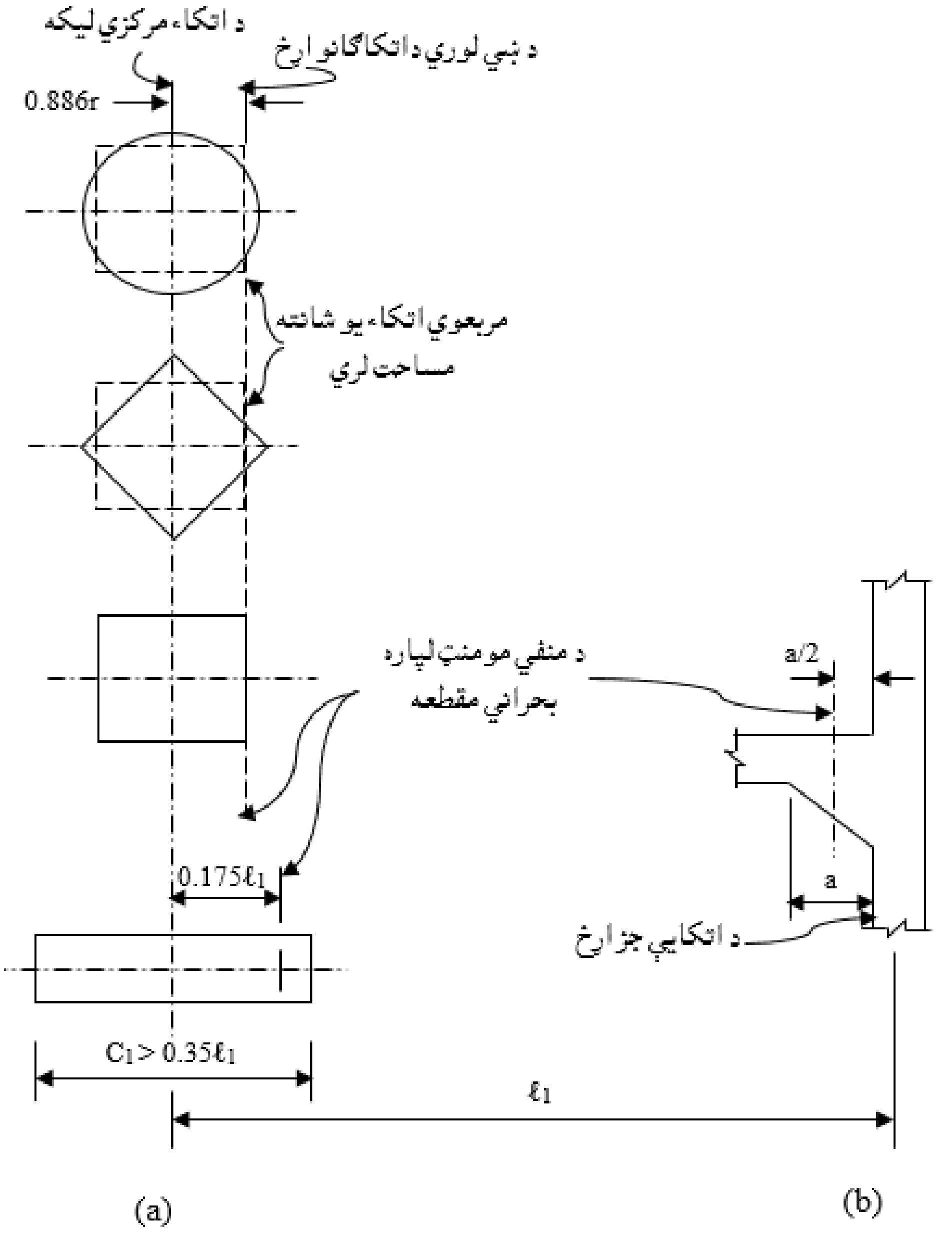
(Moments at the Face of Supports)

د معادل چوکاټ د تحلیل په پایله کې په غوټو کې مومنټونه حاصلېږي ، نو د (ACI) کود په یوه مسیر کې اتکاګانود اړخونو سره د مومنټون لپاره د پوښښ تختې په

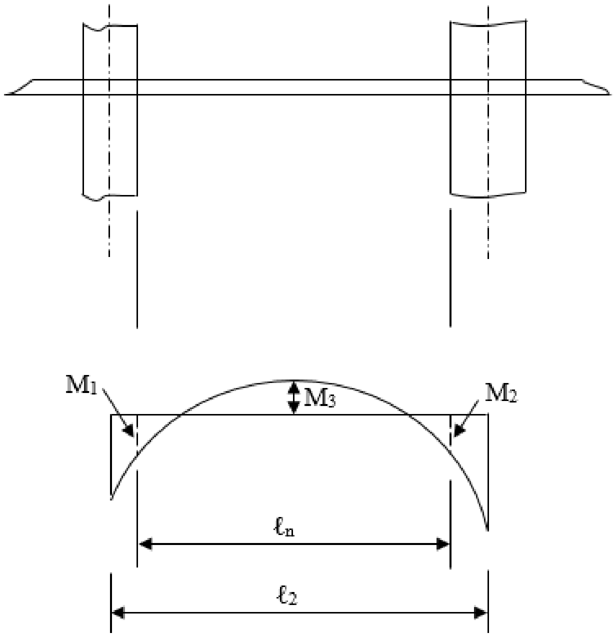
محاسبه او طرحه کې د سیخانو ځای په ځای کېدنه تجویزوي . د منفي مومنتونو لپاره بحراني مقطع په (34.2- شکل) کې ښودل شوې دي . کله چې پایې یا ستنې د اتکاء له اړخه له ($0.175\ell_1$) له اندازې څخه ډېره وغځېږي، نو ښايي دمومنتونو قیمت د نښلېدنې (Joint) څخه تر ($0.175\ell_1$) غځېدنې پورې راکمېږي . دا محدودیت ځکه اړین دی ، چې دډېرو اړدواو نریو پایو لپاره په نښلېدنې (Joint) کې د پوښښ تختې - ګاډر سختي په پام کې نیونه په جدي توګه د تطبیق وړ نه ده .

که د پوښښ تختې په محاسبه کې د مستقیمې محاسبوي طریقې د غوښتنو سره سمه وي ، نو په هغه حالت کې د (ACI) کود تجویزوي چې په پنیل کې مجموعي محاسبوي مومنتونه د مثبت او د منفي مومنتونو د منځني مطلقه قیمت د مجموعې تر بریده راکم شي په دې شرط چې د ستاتیکي مومنټ (M_o) څخه ډېر نه شي . د دې حالت د وضاحت لپاره د (M_1) ، (M_2) او (M_3) مومنتونه په (35.2- شکل) کې ښودل شوي دي(457,458:13) .

$$\left(\frac{M_1+M_2}{2} + M_3\right) \leq M_o.$$



36.2- شکل: د منفي مومنټ لپاره بحراني مقطع. (a) د پايو او ديوالونو سره داخلي او بيروني اتکاګانې ، (b) د براکټ يا کوربل سره بيروني اتکاګانې (600:1).



37.2- شکل: په پوښښ تختې – ګاډر کې منفي او مثبت مومنټونه. (674:15).

4.11.2- د پایو په تسمو، منځنیو تسمو او ګاډرونوکې د مومنټونو وېشنه

(Distribution of Moments to Column Strips, Middle Strips and Beams)

کله چې منفي او مثبت مومنټونه پيدا شو، نو د هر معادل چوکاټ لپاره دا مومنټونه کټ مټ د مستقیمې محاسبوي طریقې په څېر د (ACI) کود د غوښتنې له مخې وېشل کېږي. په ټولــو لــورو د پایو تر منځ دګاډر لرونکو پنیلونه لپاره د (ACI) کود د (13.6.4) او (13.6.6) بــرخو د غـــوښتنې سره د پایو او منځنۍ تسموکې د مومنټونو وېشنه د $(0.2 \leq \frac{a_1\ell_1^2}{a_2\ell_2^2} \leq 5.0)$ په پام کې نیولو سره تر سره کېږي ، خو که د دې بریده بیرون و ، نو یولوریزه عمل تر لاسه کېږي او د محاسبې د نورو طریقو څخه ګټه واخېستل شي.

12.2- مثال : په (8.2- مثال)شکل کې د ښودل شوې بې له څنډې هواره پوښښ تختې د معادل چوکاټ په طریقه تحلیل کړئ ، که د پوښښ تختې او پایو لپاره (f'_c=28MPa) په پام کې نیول شوې وي . همدارازد پوړونو تر منځ ارتفاع (5.25 m) وي ، په داسې حال کې چې فرش خپل جمع (1.2 KN/m^2) مړ او (2.0 KN/m^2) ژوندی بار متحمل کېږي .

دا هماغه پوښښ تخته ده چې په (6.2) او (7.2) مثالونو کې تحلیل شوې دي ، خو دلته یوازې د تحلیل پرخه توپیر لري .

1- د تحلیل طریقې غوراوی: سره له دې چې د پوښښ تخته د مستقیمې محاسبوي طریقې ټولې غوښتنې بشپړې کړې دي ، خو د مومنټونو د تحلیل لپاره بیا هم دمعادل چوکاټ طریقه کاروو.

2- د پوښښ تختې د ضخامت ټاکنه: د پوښښ تختې ضخامت د (1.2- جدول) او همداراز د عرضاني قوي په وړاندې د مقاومت د کنترول له مخې (175 mm) قبول شوې دی، خو په راتلونکي (13.2-مثال) کې تر (190 mm) پورې ډېرېږي.

3- د (2) لیکې په اوږدو د پایې په معادل چوکاټ کې د مومنټونو پیداکول: د (2) لیکې په اوږدو کې د پوښښ تختې تسمه دپایو (A_2) ، (B_2) ، (C_2) او (D_2) تر منځ وایو کې سخت (غیرمتحرک) چوکاټ په څېر کارکوي. د تحلیل د موخې لپاره له پوښښ تختې څخه پاسنۍ او لاندېنۍ پایې په وروستۍ کې سختې فرضېږي .

(a)- د (8.2- مثال) څخه د (A_2–B_2) وایې لپاره د پوښښ تختې- ګاډرونو د مومنټ - وېشنې ضریبونه په لاندې ډول پیداکېږي:

$K_{B2\text{-}C2} = \frac{4.11EI_1}{\ell_1} = \frac{4.11E_c \text{ x}2{,}109.38\text{x}10^6}{5{,}325} = 1.63 \text{ x } 10^6E_c.$

$COF_{A2\text{-}B2} = 0.508$

Fixed end moments = $0.084w\ell_2\ell_1^2$

د (B_2-C_2) وایې لپاره :

$K_{B2\text{-}C2} = \frac{4.10EI_1}{\ell_1} = \frac{4.10E_c \text{ x}2{,}109.38\text{x}10^6}{7{,}200} = 1.203 \text{ x } 10^6E_c.$

$COF_{A2\text{-}B2} = 0.507$

Fixed end moments = $0.084w\ell_2\ell_1^2$

د (C_2-D_2) وايې لپاره کټ مټ د (A_2–B_2) وايې په څېر تر سره کېږي :

$K_{C2\text{-}D2} = \frac{4.11EI_1}{\ell_1} = \frac{4.11E_c \text{ x}2{,}109.38\text{x}10^6}{5{,}325} = 1.63 \text{ x } 10^6 E_c.$

$COF_{C2\text{-}D2} = 0.508$

Fixed end moments = $0.084 w \ell_2 \ell_1^2$

(b)- د معادلو پایو لپاره د مومنټ - وېشنه په لاندې ډول محاسبه (8.2- مثال په څېر) کېږي:

Column A_2: $K_{ec} = 79.9E_c$, COF = 0.55

Column B_2: $K_{ec} = 161E_c$, COF = 0.55

(c)- د وېشنې فکتورونه په لاندې ډول پیدا کېږي:

$DF_{A2\text{-}B2} = \frac{K_{A2-B2}}{K_{A2-B2}+K_{ecA2}} = \frac{104E_c}{104E_c+79.9E_c} = 0.566$

$DF_{column\ A2} = 0.434$

په همدې ډول کولی شو چې د (B_2) په غوټه کې د درې واړه یو ځای شویو اجزاو لپاره د وېشنې فکتورونه محاسبه کړو. نهایې وېشونکې فکتورونه او وړونکې یا زغمونکې فکتورونه په لاندېنۍ شکل کې ښودل شوې دي.

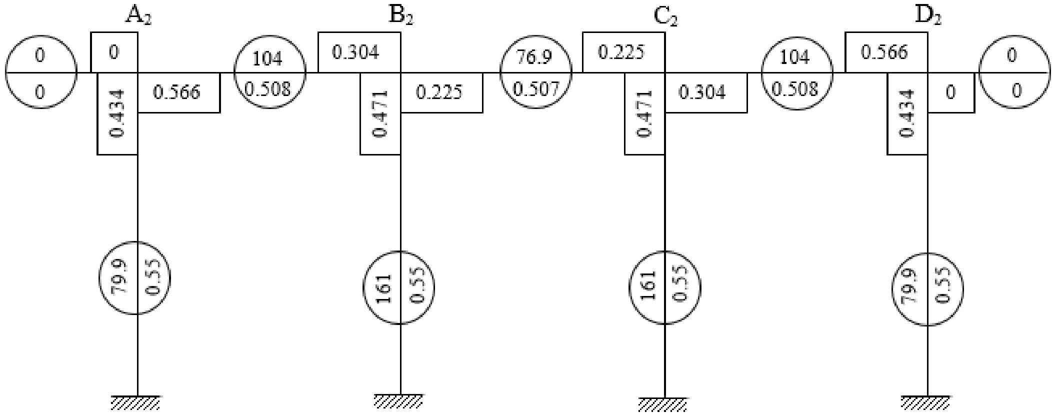
(d)- د بارېدنې د حالت غوراوی او په سخته اتکا (Fixed end) کې دمومنټونو پیداکېدل: داچې ($w_D = 1.2$ KN/m²) د ($w_L = 2.0$ KN/m²) څخه د درې ځلې څخه تر څلور ځلې پورې لږ دی ، یوازې په هر پنیل باندې دیوشانته وېشلې ژوندی بار په اړه اړینه ده چې د (ACI) د (13.7.6.2) برخې له مخې په پام کې نیول کېږي. داځکه چې د هر پنیل اغېزمنه مساحت له (37.16 m²) څخه لږ دی ، نو د ژوندي بار کمېدنه نه تر سره کېږي ، نو لرو چې :

$w_u = 1.2\ (0.175 \text{ x } 24 + 1.2) + 1.6 \text{ x } (2.0) = 9.68$ KN/m².

د پوښښ تختې - ګاډرونو لپاره ($\ell_2 = 4.725$ m) دی .

د (A_2-B_2) وایې لپاره :

$M = 0.084 w \ell_2 \ell_1^2 = 0.084 \text{ x } 9.68 \text{ x } 4.725 \text{ x } (5.325)^2 = 108.942$ KN. M



د $(B_2\text{-}C_2)$ وايي لپاره :

$$M = 0.084w\ell_2\ell_1^2 = 0.084 \times 9.68 \times 4.725 \times (6.0)^2 = 138.312 \text{ KN. m}$$

د(A_2) ليکي څخه بيرون د پوښښ تختي وزن او د ديوال بار (4.4 KN/m) فرضېږي ، د (A_2) غوټې سره دکوچنی کانټيليور مومنټ لامل کېږي . داسې فرضېږي چې د پايې له مرکز څخه دپايې له اړخ يا (200 mm) څخه بيرون ديوال بار په (50 mm) عمل کوي .

د $(C_2\text{-}D_2)$ وايي لپاره :

$$M = 0.084w\ell_2\ell_1^2 = 0.084 \times 9.68 \times 4.725 \times (5.325)^2 = 108.942 \text{ KN. m}$$

(e)- د مومنټ وېشنې د تحليل تر سره کول : د مومنټو وېشنې تر سره کېدنه په لاندېنې جدول کې تر سره کېږي . د مومنټونو د پيدا کولو څخه وروسته د مومنټونو او عرضي قوو دياګرامونه ترسيمېږي .

(f)- د اتکاګانو په اړخ کې د مومنټونو محاسبه کول: د اتکاګانو په اړخ کې مومنټونه د جز په اخر کې مومنټونو څخه د په شکل کې د ښودل شوې خط خط شوې مساحت د کمېدنې په واسطه پيدا کېږي.

(g)- تر (M_o) پورې د مومنټونو کمېدنه: د پوښښ تختې لپاره د مستقيمې محاسبوي طريقې په کارېدنې کې محدودېږي ، نو د پايو د اړخونو د مومنټونومجموعه کېدای شي تر (M_o) پورې راکم شي.

د (A2 – B2) وايي لپاره :

$$\text{Total moment} \approx \frac{24.+80.6}{2} + 55.1 = 108 \text{ kip-ft.} = 146.016 \text{ KN. m}$$

$M_o = \frac{q_u \ell_2 \ell_n^2}{8}$ = 106 kip-ft.= 143.312 KN. m

داچې پایله سره ډېره نژدې ده ، نو کوم تعدیل په پام کې نه نیول کېږي .

د (B2 – C2) وایې لپاره :

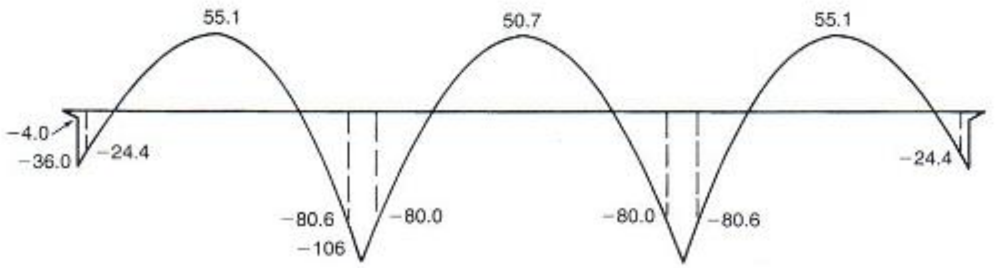
Total moment ≈ 80.0 + 50.7 = 131 kip-ft = 177.112 KN. m

$M_o = \frac{q_u \ell_2 \ell_n^2}{8}$ = 132 kip-ft = 178.464 KN. m

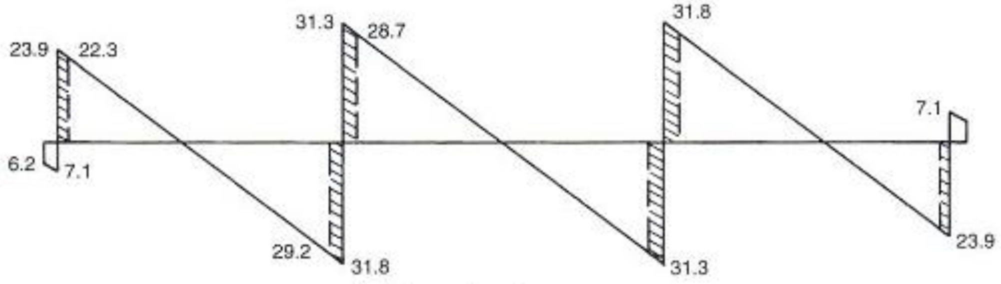
بیا هم کوم تعدیل ته اړتیا نه لیدل کېږي ، نو په دې مثال کې کمښدنه څکه نه رامنځته کېږي ، چې یوازې د یوه بار حالت او په ټولوایه کې مړ او ژوندی ضریبي شوې بارونه په پام کې نیول کېږي . که ژوندی بار د مړ بار له (0.75) ځلې څخه ډېرېدلو ، نو په دغه حالت کې اړینه وه چې د (ACI) کود د (13.7.6) برخې د غوښتنې له مخې د بارونو اضافي حالتونه او د مومنټ په قیمتونو کې کمښت ته پاملرنه شوې وای .

د (12.2- مثال) لپاره د مومنټونو وېشنه (Moment distribution) .

غوټې او اجزاء	A2			B2			C2			D2		
			COF = 0.508			COF = 0.507			COF = 0.508			
	0	0.434	0.566	0.304	0.471	0.225	0.225	0.471	0.304	0.566	0.434	0
	Cant.	Col.	Slab	Slab	Col.	Slab	Slab	Col.	Slab	Slab	Col.	Cant.
FEM	- 4.0	0	+ 82.9	- 82.9	0	+ 105	- 105	0	+ 82.9	- 82.9	0	+ 4.0
B1		- 36.0	- 46.9	- 6.7	- 10.4	- 5.0	+ 5.0	+ 10.4	+ 6.7	+ 46.9	+ 36.0	
C1			- 3.4	- 23.8		+ 2.5	- 2.5		+ 23.8	+ 3.4		
B2		+ 1.5	+ 1.9	+ 6.5	+ 0.10	+ 4.8	- 4.8	- 0.10	- 6.5	- 1.9	- 1.5	
C2			+ 3.3	+ 1.0		- 2.4	+ 2.4		- 1.0	- 3.3		
B3		- 1.4	- 1.9	+ 0.4	+ 0.7	+- 0.3	- 0.3	- 0.7	- 0.4	+ 1.9	+ 1.4	
C3			+ 0.2	- 0.9		- 0.2	+ 0.2		+ 0.9	- 0.2		
B4		- 0.1	- 1.0	+ 0.3	+ 0.5	+ 0.2	- 0.2	- 0.5	- 0.3	+ 1.0	+ 0.1	
Sum	- 4.0	- 36.0	+ 36.0	- 106	+ 0.80	+ 105	- 105	- 0.80	+ 106	- 36.0	+ 36.0	+ 4.0
Sum at joint		0			0			0			0	



د کرېدنې مومنټ دیاگرام



د عرضاني قوو دیاگرام

(h)- د پايې د مومنټونو محاسبه کول: د (A2)سره پايه ته مجموعي .36.0 kips)
ft) مومنټ انتقاليږي. دا مومنټ د دوو پايو تر منځ د هغوې د سختې د نسبت (K_c) له
مخې وېشل کېږي او دا چې پاسنۍ او لاندېنۍ پايې يو شانته سختي لري ، نو نيمايې
هرې يوې پايې ته ورکول کېږي . د بارېدنې له اغېزې (B2) سره ډېر لږ مومنټ پايو ته
انتقاليږي . په دې طرېقې سره دمحاسبې لاس ته راغلې پايله د مستقيمې محاسبوي
طرېقې په واسطه د پيداشويو مومنټونو سره له پرتلنې څخه وروسته مومنټونه د پايې او
منځنيو محاسبو تسمو وېشل کېږي او سيخان د کرېدنې يا انحناء په وړاندې محاسبې
په واسطه حاصلېږي او په پايله کې د دوه لوريزه پوښښ تختې محاسبه بشپړېږي .

5.11.2- د معادل چوکاټ د تحلیل لپاره د کمپیوټر کارېدنه

(Use of Computer for an Equivalent – Frame Analysis)

د کلاسیک معادل چوکاټ محاسبوي طرېقه د لاس په واسطه د مومنټونو د وېشنې ساختماني تحلیل تر سره کېدنه وه ،چې په هغې کې د وروستنۍ سختې اتکاء مومنټونه ، دسختې او د معادلې پایې دسختۍ د پیداکولو لپاره له جدولونو څخه ګټه اخېستل کېدله. که د سختۍ طرېقې پربنسټ د سټندرد چوکاټ تحلیل سافتویر (software) وکارېږي ، نو د څرخېدونکو اجزاو او د معادلې پایې سختې محصله د کلاسیک معادل چوکاټ په څېر پیداکېږي ، چې دپوښښ تختې - ګاډر یا د پایې د اجزاو سختې یو له بله سره یوځای کېږي . په ټوله کې څېړنې ښیې چې د پوښښ تختې - ګاډر جز د سختۍ د سمون لپاره د اغېزمن پوښښ تختې عرض پیداکېږي ، تر څو چې په ځانګړې توګه د ښنلېدنې په ځای کې د جز سختې راکمه شي . د ثقلي بارېدنې (gravity loading) لپاره د چوکاټ د تحلیل پایله د پوښښ تختې - ګاډر داجزاو سمون حاصلوي ، خو باید د کلاسیک معادل چوکاټ له طرېقې سره توافق ولري .

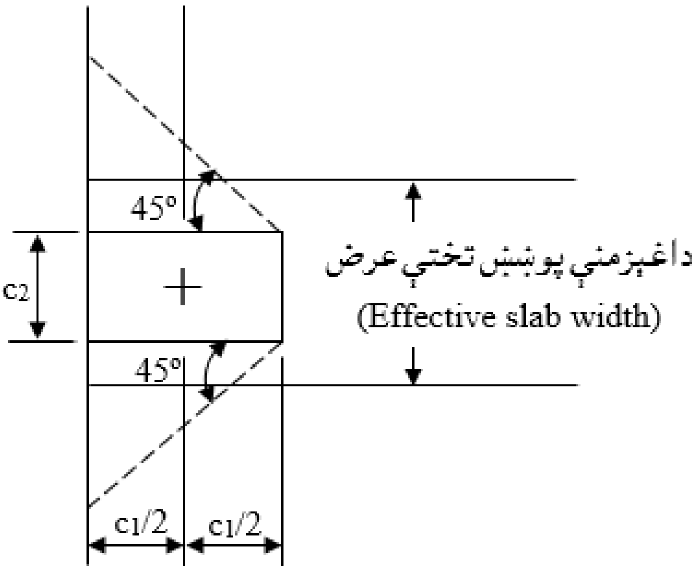
د اغېزمن پوښښ تختې د عرض د موډل د پیداکېدنې لپاره ډېرې څېړنې تر سره شوې دي ، خو هغه یې بهتره ده چې ثقلي او افقي بارېدنې لاندې په پوښښ تختې - پایې کې د مومنټونو او عرضاني قوو د ارزونې لپاره دسټندرد چوکاټ د تحلیل په پروګرام کې د معادل ګاډر سختې تعریف کړي . پیکنولډ (Pecknold) ، ډاروال (Darvall) او الین (Allen) د کلاسیک تختې تیوري (classic plate theory) او داجزاو د محدودیت تحلیل (finite-element analysis) د کارېدنې پر مټ د اغېزمنې پوښښ تختې عرض تعریف او پیداکړ. همداراز په دې نژدې وختونو کې د لیو (Luo) ، ډیوراني (Durrani)،هانګ (Hwang)، مویهل (Moehle) ، ډوویچ (Dovich) او ویټ (Wight) په واسطه د اغېزمنې پوښښ تختې د عرض او سختۍ موډل پر بنسټ د اوسپنیزوکانکرېټي پوښښ تختو لپاره تجربوي پایلې تر لاسه شوې دي . هیویسټ (Huest) او ویټ (Wight) د وروستني کش شویو (post – tensioned) پوښښ تختو

لپاره ددغو اغېزمنې پوښښ تختې عرض او سختۍ د سمون موډل د وروستني كش شوې (post – tensioned) پوښښ تختې- پايې چوكاټ په سيستم كې د ويجاړېدنې يا تخريب كتنې پربنسټ چې د زلزلې څخه وروسته رامنځته كېږي وړاندېزكړ . د معادلې پوښښ تختې او د كږېدنې يا انحنايي سختۍ لپاره د ساده موډل قاعده په لاندې ډول تشريح كېږي :

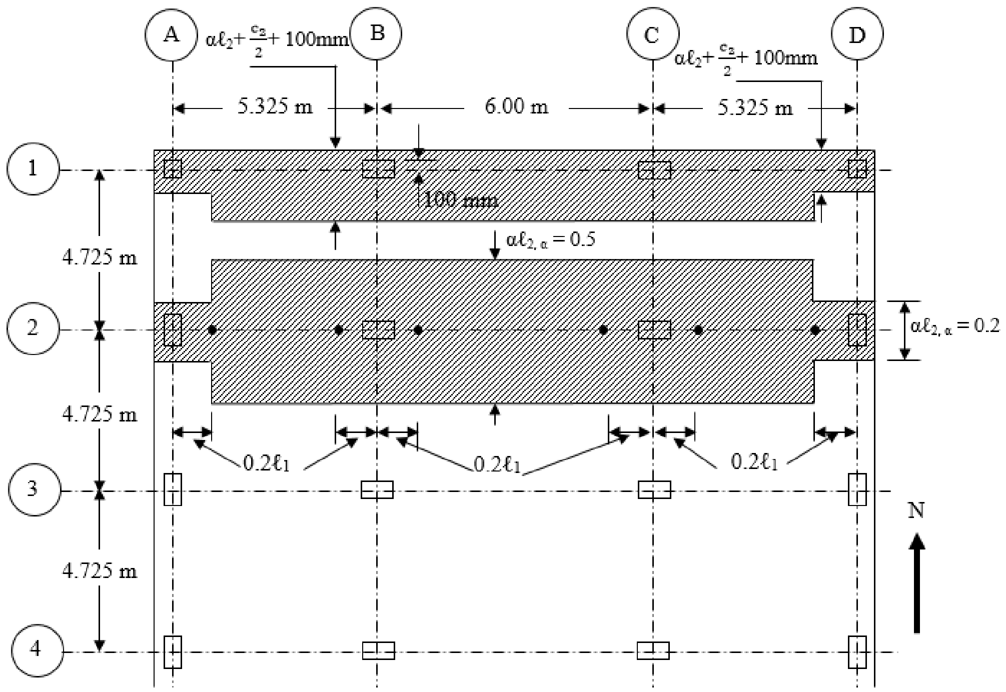
په لومړي قدم كې د ودانۍ د پوښښ تختې - پايې د چوكاټ د تحليل د موډل لپاره د اغېزمن پوښښ تختې عرض چې په مجموعي عرض (ℓ_2) كې د (α) برخّ تشكيلوي ، لكه د (9.2-مثال) او (10.2- مثال) په پلانونو كې چې ښودل شوی دی . د څېړنو له مخې د (α) لپاره بېلا بېل قيمتونه وړاندېز شوې دي ، خو د ټولو مثبتو انحنايي ساحو او داخلي اتكاګانوسره په منفي انحنايي ساحو كې ($\alpha = 0.5$) قبلېږي . خو د بيروني يا خارجي اتكاګانو په منفي انحنايي ساحو كې د اغېزمنې پوښښ تختې عرض په څنډې كې دپوښښ تختې د څرخېدنې د سختۍ تابع دی . كه په څنډو كې ګاډر نه وي ، نو($\alpha = 0.2$) قبلېږي او كه په څنډوكې ګاډر وي او د (β_1) د څرخېدنې سختي ولري لكه په (17.2-رابطه) كې چې ښودل شوې ده ، چې اندازه يې له (2.5) څخه ډېره وي ، نو ($\alpha = 0.2$) او كه د (β_1) قيمت د (0.00) او (2.5) تر منځ وي ، نو د (α) قيمت دپيداكېدنې لپاره د (0.2) او (0.5) ترمنځ خطي انترپوليشن تر سره كېږي ، خو د (α) د ټيټ قيمت لپاره د اغيزمنې پوښښ تختې عرض بايد د پايې د عرض (c_2) او د لاندېنې (36.2-شكل) په څېر د پايې په هر لوري دپايې د مجموعي ژوروالي (c_1) د يونيم دجمع په اندازه قبلېږي . د فرش پلان د څنډې سره د پايې د ليكې په اوږدوكې د پوښښ تختې - پايې لپاره د اغېزمنې پوښښ تختې عرض په مناسبه اندازه كمېږي . په (12.2- مثال) په پلان كې د هواره پوښښ تختې د فرش سيستم تحليل د يوې بيروني اويا يوې داخلي پايې د ليكې لپاره د اغېزمنې پوښښ تختې عرض موډل پايله ښودل شوې ده . همداراز په دې پلان كې د بيرونۍ نښلېدنې سره د منفي انحنايي ساحې اندازه د وايې تر (20%) سلنې غځېدنې ($0.2\ell_1$) پورې فرضېدنه هم ښودل شوې ده ، چې همدا فرضيه د ټولو بيروني او داخلي نښلېدنو

سره د د منفي انحنايې ساحې لپاره کارېږي . د دې فرضي له امله په وايه کې اضافي نقطه يې غوټې رامنځته کېږي او د مثبت او منفي انحنايې ساحې ددرزشوې - سختۍ قيمتونو د ښنه کولو لپاره ډېر مهم شمېرل کېږي .

د اغېزمنې پوښښ تختې د عرض ($\alpha\ell_2$) له ښودلو او ځای په ځای کېدنې څخه وروسته د پوښښ تختې -ګاډر دانرشيا مجموعي مومنټ محاسبه کېږي ، چې د پوښښ تختې -ګاډر دانرشيا مجموعي مومنټ دمحاسبې لپاره دبې له ګاډره پوښښ لپاره د (28c.2- شکل) او د ګاډر لرونکي پوښښ لپاره د (29c.2- شکل) په څېر مقطع په پام کې نيول کېږي او په دواړو حالتونو کې د اغېزمنې پوښښ تختې د عرض ($\alpha\ell_2$) د (ℓ_2) قيمتونو پر ځای په همدغه شکلونو کې ښودل شوې دي ، کارېږي . خو که ډراپ پنيل په منفي انحنايې ساحه کې شتون ولري ، نو مقطع د (28d.2- شکل) په څېر په پام کې نيول کېږي او ($\alpha\ell_2$) د (ℓ_2) قيمتونو پر ځای کارېږي ، دا ځکه چې د (ACI) کود د (13.2.5) برخې د غوښتنې له مخې ستندرد ډراپ پنيل د وايې د (1/6) په اندازه غځول کېږي .



38.2- شکل: د پوښښ تختې - پايې د بيروني نښلېدنو سره د اغېزمنې پوښښ تختې اصغري عرض (679:15) .



39.2- شکل : د اغېزمنې پوښښ عرض($\alpha\ell2$) او د وايې په اوږدو کې دد منځنيو غوټولپاره موقيعيتونه (679:15) .

که په منفي انحنايې ساحه کې ډراپ پنيل شتون ولري ، نو تاکيد کېږي چې د ($0.2\ell_1$) پر عوض د ډراپ پنيل له څنډې يا اړخ سره نورې اضافي نقطه يې غوټې بايد په پام کې ونيول شي ، چې په پايله کې منفي انحنايې ساحه د ډراپ پنيل د څنډې په وروستيو کې فرضېږي . که د اضافي عرضاني قوو د مقاوم کېدنې لپاره لنډ ډراپ پنيل په پام کې نيول شوې وي ، نو د هغې په هکله به د عرضاني قوو په وړاندې د مقاومت په برخه کې بحث وشی ، په دې حالت کې اړينه ده چې په منفي انحنايې ساحې کې دوه نقطه يې غوټې وکارېږي، چې يوه يې د ډراپ بنيل په وروستنۍ برخه او بله يې د منفي انحنايې ساحې په وروستنۍ برخه کې د ($0.2\ell_1$) سره په پام کې نيول کېږي ، چې د دې له مخې د لنډ ډراپ پنيل په بيرون او داخل کې د بېلابېلو انحنايي سختيو کارېدنه تجويزېږي .

هغه نهايي سمون چې د پوښښ تختې - ګاډر سختي چې په انحنايي د درزکېدنې لپاره محاسبه کېږي ، په عمومي توګه د پوښښ تختې - ګاډر د مقطع لپاره د درزشوې انرشيا مومنټ (I_{cr}) د هماغه مقطع لپاره د مجموعي انرشيا مومنټ يوه برخه جوړوي ، دا ځکه چې په نورماله توګه د پوښښ تختې د سيخبندۍ نسبت د ګاډر ونوپه پرتله ټيټ وي ، همداراز د دوی د ماتې شوې مقطع انرشيا مومنټ په معمولي ډول سره د عمومي انرشيا مومنټ د ګاډر د ټيپيکې مقطع په پرتله کوچنۍ برخه جوړوي . سره له دې چې د پوښښ تختې - ګاډر د د وايې په اوږدو کې اوږده برخه بې له درزه پاتې کېږي او د پوښښ تختې په ټول عرض کې انحنايي درزکېدنه نه خپرېږي ، نوارينه ده چې د انرشيا اغېزمن مومنټ (I_e) د پوښښ تختې - ګاډر د بېلابېلو برخو لپاره پيداشي . په عمومي توګه د (β) ضريب د انرشيا اغېزمن مومنټ (I_e) لپاره کارېږي ، چې د مجموي انرشيا مومنټ يو څه برخې سره مساوي کېږي ($I_e = \beta I_g$. د پوښښ تختې دټولو مثبتو انحنايي يا کرېدونکو ساحو او داخلي اتکاګانو ته نژدې ټولو منفي انحنايي يا کرېدونکو ساحو لپاره د (β) ضريب د (0.5) سره مساوي وړاندېزکېږي اود دې لپاره چې د پوښښ تختې نظرګاډر او پايې ته سختي ډېره نه وي اټکل شوي ، نو د بيروني نښلېدونو سره ، که د ځښدې ګاډر نه وي ، نو د (β) ضريب د (0.33) سره مساوي وړاندېزکېږي .

د (α) او (β) ضريبونو وړاندېز شويو قيمتونو لنډېز په لاندېنۍ (12.2- جدول) کې ښودل شوی دی . د وروسته کش شويو پوښښ تختو د تحليل لپاره هيوسټ (Hueste) ، ويټ (Wight) ، کانګ (Kang) او والس (Wallace) د (β) ضريب قيمت د (0.67) ځکه وړاندېز کړې دی ، چې په وروسته کش شويو پوښښ تختو کې د انحنايي درزکېدنې کمښت په پام کې نيول کېږي .

د يوې دوه لوريزه پوښښ تختې د سيستم د معادل چوکاټ د ثقلي (gravity) بارونود تحليل لپاره ، د (ACI) کود دتجويز له مخې د پوښښ تختې - ګاډر د اجزاو کېدای شي د پايو د اجزاو سره ديوه پاسنې او ديوه لاندېنې پوړونو پورې په غځېدنې دفرشونوسيستم لکه د (38.2- شکل) په څېرسره يوځای شي . د (38.2- شکل) ابعاد د (10.2-

مثال) د معادل چوکاټ د تحلیل له مخې غوره کېږي . د پایې اوږدوالی باید د یوپوړ او د بل پوړ د سطحود مرکزونو تر منځ فاصلې له مخې قبلېږي او دپایې د مقطعو دانرشیا مجموعي مومنټ د ساختمان د تحلیل دسافتویر په څېر په پام کې نیول کېږي .

د (38.2- شکل) چوکاټ کېدای شي ، د مړاو ژوندي بار دبېلابېل ډوله بارېدنې ترکیب لپاره په پام کې نیول کېږي . کله چې د چوکاټ د تحلیل سافتویر (softhwear) د (38.2- شکل) په څېر چوکاټ د موډل د تحلیل لپاره کارېږي ، نودپوښښ تختې - ګاډر د ورستنیو برخو لپاره منفي مومنټونو او عرضاني قوي د غوټې با نښلېدنې (joint) په مرکز کې ورکول کېږي . لکه په مخکنې مثال کې پرې بحث وشو ، چې د دې مومنټونو او عرضاني قوو په مرسته د اتکاء د اړخ سره مومنټ پیداکېږي ، چې د هغې له مخې د پوښښ تختې سیخان په لاس راوړل کېږي .

12.2- جـــدول : د پوښښ تختې - ګاډر د اجزاو د انحنایې سختۍ لپاره د (α) او (β) وړاندیز شوې قیمتونه (681:15) .

د پوښښ تختې ساحه	د ($\alpha\ell_2$ فعال عرض لپاره) د (α) قیمت	د ($I_e = \beta I_g$ لپاره) د (β) قیمت
د مثبتې کړېدنې یا انحناء ساحې	0.5	0.5
د مثبتې کړېدنې یا انحناء ساحې (په داخلي پایو کې)	0.5	دثقلي بارونو لپاره (0.5) او د افقي بارونو لپاره (0.33)
د مثبتې کړېدنې یا انحناء ساحې (په خارجي پایو کې)	له (0.2) څخه تر (0.5) پورې (د څنډې ګاډر د سختۍ پورې تابع دی)	0.33

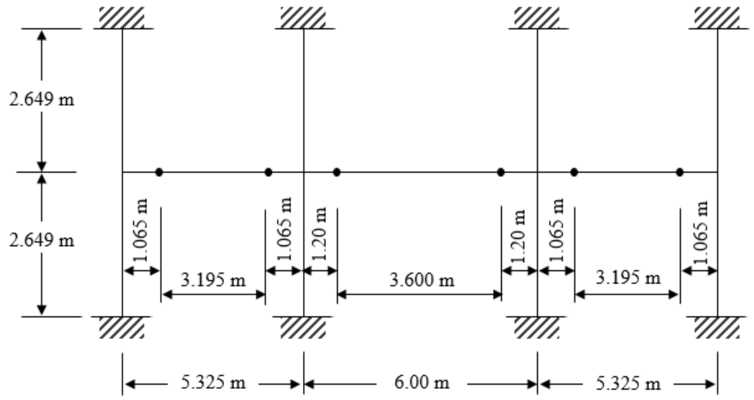
د داخلي اتکاګانو لپاره د باالمقابل لوري د اتکاء سره د دوو مومنټونو څخه لوی مومنټ د پوښښ تختې د سیخانو د محاسبه کولو لپاره ټاکل کېږي . د چوکاټ له تحلیل څخه حاصله پایله پایې ته د پوښښ تختې له سیستم څخه د انتقالي مومنټ مقدار د لاس ته راوړنې لپاره هم کارېږي . د دې انتقالي مومنټ یوه برخه د پایې په ګردچاپېره بحراني محیط په اوږدوکې د عرضاني قوي په وړاندې د پوښښ تختې د مقاومت د ارزونې لپاره کارېږي ، چې په راتلونکي (11.2- برخه) کې به پرې بشپړه بحث وشي .

6.11.2- دثقلي او افقي مرکبو بارونو لپاره د پوښښ تختې - پايې چوکاټونو تحليل

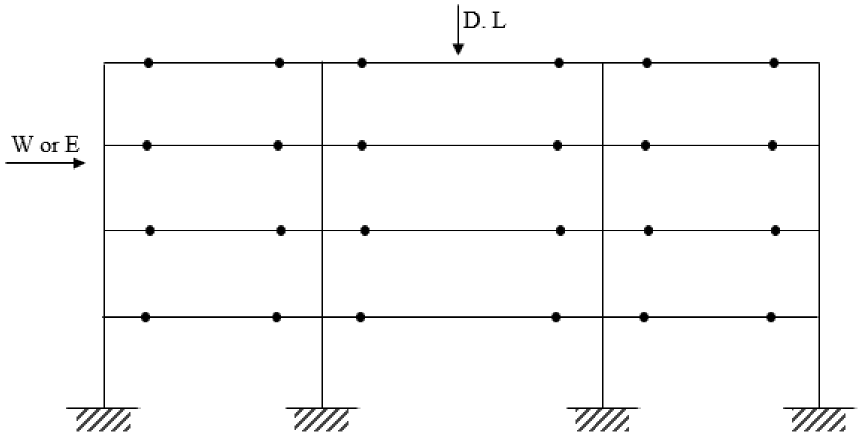
(Analysis of Slab-Column Frames for Comined Gravity and Lateral Loads)

يو چوکاټ چې د پايو او هواره پوښښ تختو څخه ترکيب موندلې وي او د شيرديوالونو (shear walls) يا د نوروکلکوونکوميلو(braces) اجزاو په واسطه د افقي بارونو چې ښايي افقي د ځرګندې کړوپېدنې لامل شي ، دراکمېدنې او مقاوم کېدنې لپاره په پام کې نيول شوي وي . دپايلې په توګه د پوښښ تختې - پايې د چوکاټ هغه جوړښت چې لوړوالی يې له د دو يا درې پوړونو څخه ډېر لوړوي ، په عمومي توګه د شيرويوالونو (shear walls) او د کلکوونکوميلو(braces) په واسطه تحکيمېږي .

کله چې بې کلکوونکو ميلو څخه د پوښښ تختې - پايې چوکاټ کارېږي ، نو اړينه ده چې معادل چوکاټ ساختمان يا جوړښت د دواړو ثقلي او افقي بارونو لپاره تحليل شي . مخکې د معادل چوکاټ د تحليل په اړه بشپړه مالومات واضح شو ، خو کېدای شي د پوښښ تختې - پايې چوکاټ د ساده غځېدنې په واسطه د ساختمان په ټوله ارتفاع لکه د (39.2- شکل) په څېر وشايو . په عمومي توګه په هر پوړ د سطحې په ارتفاع کې د پوښښ تختې - پايې لکه د مخکنې بحث له مخې موډل کېږي او دپايو اوږدوالی د پوړونو د سطحې د ارفاعګانو تر منځ د مرکز تر مرکزه پورې فاصلې په اندازه فرضېږي .
خو د دې سپارښتنه کېږي ، چې د پوښښ تختې - پايې چوکاټ افقي سختي لوړه اټکل نه شي (د افقي کړوپېدنې څخه ټيټه اټکل شی) . داځکه چې داقي بارونو له امله اعظمي مومنټونه د پوښښ تختې - پايې په وروستنۍ برخه کې رامنځته کېږي ، چې په پايله يې د انحنايې درزکېدنې ته ورته وي ، نو د پوښښ تختې - پايې په ټوله ساحه کې د (β) فکتور يا ضريب (0.33) قبلېږيلکه په (12.2- جدول) کې چې ښودل شوي دي .



40.2- شکل: د (10.2- مثال) د پوښښ تختې - پایې د چوکاټ د تحلیل لپاره اندازې اود بې ځایه کېدنې نقطې (681:15) .



41.2- شکل: د ثقلي او افقي بارونو لاندې د پوښښ تختې - پایې چوکاټ د تحلیل لپاره د معادل چوکاټ موډل (682:15) .

د (ACI) کود د (10.10.4.1) برخې د غوښتنې له مخې د اوږدو (slender) پایو لرونکې چوکاټ د افقي استوارۍ د تحلیل لپاره د پایې د مقطعو د انرشیا اغېزمن مومنټ د مجموعي انرشیا مومنټ (70%) سلنه قبلېږي . که په محاسبه کې د پوښښ تختې - پایې چوکاټ د (39.2-شکل) په څېر وکارېږي ، نودلته یوازې دسختۍ سره د ثقلي (gravity) بارونو دسمون موډل دتحلیل لپاره یادونه شوې ده ، خو د ثقلي او افقي بارون د یوځای تحلیل ځکه ساده کېږي چې د هندسي شکل له بدلونه پرته پرې دبارونود علاوه کېدنې له مخې شته مودل تحلیلېږي(679-684:15) .

د ثقلي بارونو د مومنتونو وېشنې نهايي توپير په لاندېنۍ مثال کې واضح کېږي .

13.2- مثال: د سټندرد چوکاټ په واسطه د هواره پوښښ تختې فرش بيا تحليل کړئ؟ په (38.2- شکل) کې ښودل شوی پوښښ تختې - پايې په ځېر تحليل د دې مثال لپاره د سټندرد چوکاټ د تحليل سافتوير کاروو. دا کټ مټ په (12.2- مثال) کې دکارېدلي کلاسيک معادل چوکاټ طريقې (CEFM) په ځېر دی،چې په پلان کې يې د پوښښ سيستم ښودل شوی دی، چې په کې درې ببلابېلو تحليلي حالتونو ته پاملرنه وشي او پايلې به يې په (CEFM) کې د لاس ته راغلو قيمتونو سره پرتله شي .

1- د پوښښ تختې -ګاډر اغېزمن يا فعال عرض ($\alpha\ell_2$) د پيداکولو لپاره د مثبت - انحنايې او داخلي منفي - انحنايې ساحو لپاره ($\alpha = 0.5$) قبلېږي ، نو :

$\alpha\ell_2 = 0.5 \times 4{,}725 = 2{,}362.5$ mm

دا چې دلته د څنډې ګاډر نه شته ، نو بيروني اتکاء ته نژدې منفي – انحنايې ساحې لپاره ($\alpha = 0.2$) قبلېږي ، نو :

$\alpha\ell_2 = 0.2 \times 4{,}725 = 945$ mm

دا قيمت د بيروني اتکاء داصغري عرض له قيمت سره پرتله شي :

$c_2 + c_1 = 500 + 300 = 800$ mm (does not govern).

2- د انرشيا اغېزمن مومنټونه په لاندې ډول پيداکېږي:

(a)- د پوښښ تختې - ګاډر په مثبت - انحنايې ساحه کې ($\beta = 0.5$) قبلېږي ، نو :

$I_g = 1/12\ (2{,}362.5) \times (175)^3 = 1{,}055{,}126{,}953\ mm^4$.

$I_e = 0.5\ I_g = 0.5 \times 1{,}055{,}126{,}953 = 527{,}563{,}476.5\ mm^4$.

(b)- د داخلي اتکاګانو سره د پوښښ تختې - ګاډر د منفي - انحنايې لپاره، يوازې د ثقلي بارونو لپاره ($\beta = 0.5$) قبلېږي ،چې د (a) په ځېر د (Ie) قيمت حاصلېږي . د افقي او د دولړو ترکيبي يانې د افقي جمع ثقلي بارونود تحليل (درېيم حالت)لپاره ($\beta = 0.33$) قبلېږي ، نو :

$I_e = \beta I_g = 0.33 \times 1{,}055{,}126{,}953 = 348{,}191{,}894.5\ mm^4$.

(c)- د بیروني اتکاګانو ســـره د پوښښ تختې - ګاډر د منفي - انحنایې حالت لپاره ($\beta = 0.33$) قبلېږي ، نو:

$I_g = 1/12\ (945) \times (175)^3 = 5{,}064{,}609{,}375\ mm^4.$

$I_e = \beta I_g = 0.33 \times 5{,}064{,}609{,}375 = 1{,}671{,}321{,}093\ mm^4.$

(d)- د پایو لپاره (I_g) او ($0.7I_g$) دلومړي او دویم حالتونو لپاره کارېږي. د بیروني پایو لپاره مساوي کېږي په :

$I_g = 1/12\ (945) \times (300)^3 = 2{,}126{,}250\ mm^4.$

$I_e = 0.7\ I_g = 0.7 \times 2{,}126{,}250 = 1{,}488{,}375{,}000\ mm^4.$

د داخلي پایو لپاره مساوي کېږي په :

$I_g = 1/12\ (945) \times (300)^3 = 2{,}126{,}250\ mm^4.$

$I_e = 0.7\ I_g = 0.7 \times 2{,}126{,}250 = 1{,}488{,}375{,}000\ mm^4.$

3- تحلیلي حالتونه په لاندې جدول کې ځای په ځای کېږي:

(a)- لومړی حالت: داخلي اتکاګانو ته نژدې منفي - انحنایې ساحو لپاره ($\beta = 0.5$) قبلېږي او (I_g) د ټولو پایو لپاره پیداکېږي.

(b)- دویم حالت: دویم حالت د لومړي حالت په څېر پرته له (I_e) د ټولو پایو لپاره کارېږي.

(c)- درېیم حالت: درېیم حالت د دویم حالت په څېر پرته له ($\beta = 0.33$) دداخلي اتکاګانو ته نژدې د منفي - انحنایې ساحو لپاره کارېږي.

4- دپایلو په اړه بحث: د لومړي او دویم حالتونو پایلې سره یوشانته دي او د پایې په سختۍ کې د (0.7) ضریب په واسطه بدلون ، په پایلو اغېزه نه کوي . کله چې د (CEFM) د دې دوو حالتونو دپایلو پرتلنه کېږي ، یوازې دپایې د بیروني اړخ سره یوازې د مومنټ په محاسبې کې څرګند توپیر رامنځته کېږي . د سټنډردچوکاټ تحلیل (په لومړي او دویم حالتونوکې) د مومنټ قیمتونه نژدې (50%) سلنه په همدې موقیعیت کې د (CEFM) په واسطه د حاصله مومنټونو په پرتله لوړ دي ،داځکه چې د(α) او (β) ته دټیټو قیمتونو ټاکنه نامعقوله ده . له دې څخه داسې

څرګندېږي چې د چوکاټ تحليل کې د بيروني وايې په اوږدو کې په منظمه توګه وېشنه درسته نه ده، ځکه چې د بيروني پايې له لوري د څنډې د پوښښ تختې سره دپراخه اړيکو له امله دباروېشنه تر سره کېږي . نو په پايله کې په لومړي او دويم حالتونو کې ، دا به ډېره مناسبه وي چې د بيروني وايې لپاره د وايې په منځ او دلومړۍ اتکاء داړخ سره محاسبوي مومنټونه ، په دې وايه کې د باروړنو او مومنټونو د بياوېشنې لپاره نژدې (10%) سلنه ډېر محاسبه شي . سره له دې چې د ستندرد چوکاټ تحليل سافتوير د مومنټونو پايلې ، دپوښښ تختې - پايې د نښلېدنې د بيروني برخې په محاسبه کې کارېدنه نامعقوله ده .

د تحليل دپايلوجدول : د (CEFM) سره د ستندردچوکاټ تحليلي سافتوير د محاسبوي مومنټونو پرتلنه .

دتحليل حالتونه	د بيروني اړخ سره مومنټ (KN. m)	د وايې په منځ کې مومنټ (KN. m)	د داخلي اړخ سره مومنټ (KN. m)	د داخلي اړخ سره مومنټ (KN. m)	د وايې په منځ کې مومنټ (KN. m)
	بيروني وايه			داخلي وايه	
معادل چوکاټ (CEFM)	-32.989	71.791	-108.971	-108.160	68.445
لومړی حالت	-51.106	68.141	-100.318	-107.349	70.710
دويم حالت	-50.024	68.411	-100.994	-107.349	70.710
درېيم حالت	-53.404	74.090	-84.770	-95.857	82.202

همداراز په (11.2- برخه) کې به پرې بحث وشي ، چې د مستقيمې محاسبوي طريقه کې د (ACI) کود د (13.6.3.6) برخې دغوښتنې له مخې په بيروني وايه کې د پوښښ تختې - پايې د نښلېدنې د بيروني برخې سره محاسبوي انتقالي مومنټ د مجموعي ستاتيکي مومنټ (M_o) (30%) سلنه ($0.30 \times 146.016 = 43.805$ KN. m)کارېږي .

يادونه : که په څنډه کې ګاډر وي ، نوپه دغه حالت کې د ستندرد چوکاټ سافتوير او د (CEFM) پايلې سره ډېرې نژدې وي .

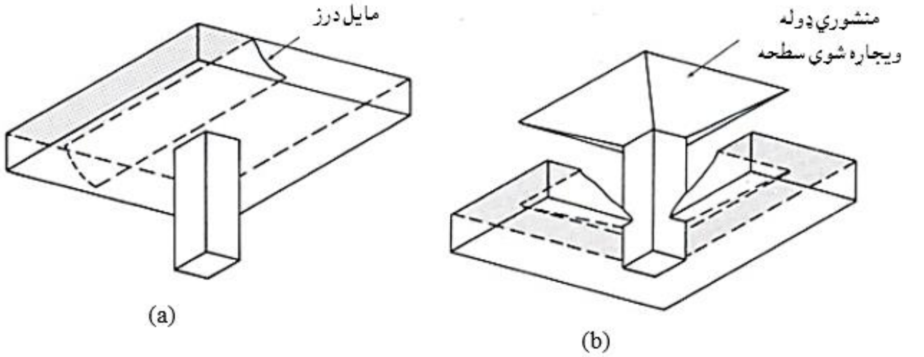
دربیم حالت :په پورتنۍ جدول کې دافقي بارونو تحلیل د سختۍ پر بنسټ تر سره کېږي، په دې کې د داخلي پوښښ تختې - پایې د نښلېدنو سره د پوښښ تختې - ګاډر په اجزاوو کې سختې کمېدنه لیدل کېږي چې د دې نښلېدنو له لارې په نژدې وایو د مثبتو - انحنایې ساحو کې دمنفي مومنټونو د بیا وېشنې له امله رامنځته کېږي . همداراز د بیروني نښلېدنو سره مومنټونه کړه ډېرېدنه ښیې ، سره له دې چې ځینې محاسبوي مومنټونه د (CEFM) په پرتله د (20%) سلنې په اندازه بدلون مومي ، د مومنټونو دا بیا وېشنه احتمالاً د افقي بارېدنې له مخې د پوښښ تختې - پایې د نښلېدنو سره د اټکلي انحنایې درزکېدنې د ډېرېدنې له امله رامنځته کېږي . د وروستنۍ یادونې په توګه د مومنټ بیا وېشنې لامل په دربیم حالت کې د سختۍ بدلون دی ، چې د (ACI) کود په (8.4) برخه کې د مومنټونو د بیا وېشنې لپاره د تجویز شوې برید په اندازه رالوېږي .

12.2- په دولوریزه پوښښ تختو کې عرضاني قوي

(Shear in Two-Way Slabs)

په ګاډر کې د عرضاني قو له امله ویجاړېدنه د انحنایې او عرضاني تشنجاتو په واسطه د مایلو درزونو په پایله کې رامنځته کېږي . دا درزون د ګاډر په کششي اړخ کې پیلېږي او په قطري یا مایل ډول تر فشاري ساحې پورې غځېږي ، لکه څنګه چې د عرضاني قوو په وړاندې د تحلیل او محاسبې په برخه پرې بحث شوی دی . خو د دوه لوریزه پوښښ تختو او تهدابونو په حالت کې د عرضاني قوو په واسطه دویجاړېدنې دوه ډوله میکانیزم لکه په (40.2 - شکل) کې چې ښودل شوي دي ،درامنځته کېدنې امکان شته . یولوریزه عرضاني قوه (One-way shear) یا د ګاډر عامله عرضاني قوه لکه د (40a.2-شکل) چې په هغې کې هغه مایل درز چې د ساختمان په ټول عرض کې غځېږي شاملېږي او دوه لوریزه عرضاني قوه (Two-way or Punching shear) د پایې په ګردچاپیره د غوځ شوي مخروط یا هرم ډوله سطحې په څېر لکه په (40b.2- شکل) کې چې په شیماتیک ډول ښودل شوی دی عمل کوي، چې په عمومي ډول د پوښښ تختې یا تهداب د دوه لوریزه عرضاني قوي ظرفیت د یولوریزه عرضامي قوي څخه دپام وړ اندازه

لړ وي . نوځکه د ویجاړېدنې دا دواړه میکانیزمونه اړینه ده چې په محاسبه کې په پام کې نیول کېږي ،چې دا مقطع د تهدابونو اوپرته له ګاډره پوښښ تختو پورې محدود ېږي .



42.2- شکل : په پوښښ تخته کې د عرضاني قوی له امله ویجاړېدنه .(a) – یولوریزه عرضاني قوی حالت، (b)- دوه لوریزه عرضاني قوی حالت (15 :682) .

1.12.2- په دوه لوریزه عرضاني قوې-داخلي پایوکې دپوښښ تختودکمزورۍ خواص

(Behavior of Slabs Failing in Two-way – Interior Columns)

په ګاډر کې عرضاني ویجاړېدنه د انحنایې او عرضاني تشنجاتو په واسطه دمایلې درزکېدنې له امله رامنځته کېږي . دا درزدګادر له کششي اوخ څخه پیلېږي او فشاري ساحې ته په قطري ډول غځېږي . د دوه لوریزه پوښښ تختې او یا د تهداب په حالت کې دوه لوریزه عرضاني قوي د ویجاړېدنې میکانیزم لکه څنګه چې په (40.2- شکل) کې ښودل شوې دی رامنځته کېږي . یولوریزه عرضاني قوي یا په ګادر عامله عرضاني قوه کې د ساختمان د ټول عرض په ګردچاپیره مایل درزغځېدنه لکه د(40a.2- شکل) په څېرشاملېږي . په دوه لوریزه عرضاني قوه یا سورې کېدنه (Punching) کې د پایې په ګردچاپیره د هرمي قطۍ یا منشور په څېرلکه په (40b.2 - شکل) په ډول غوڅېدنه شاملېږي . په عمومي توګه په پوښښ تختې یا تهداب کې د سورې کېدنې عرضاني قوي

ظرفیت د یولوریزه عرضاني قوې له ظرفیت څخه په پام وړ اندازه لږوي ، خو له دې سره هم په محاسبه کې اړینه ده چې دواړو ویجاړېدنو ته پاملرنه وشي .

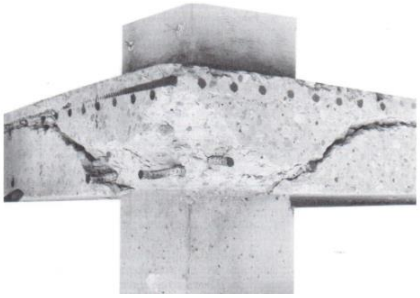
2.12.2- د داخلي پایو سره د دوه لوریزه عرضاني قوې له امله د پوښښ تختو د بې وسه کېدنې خواص

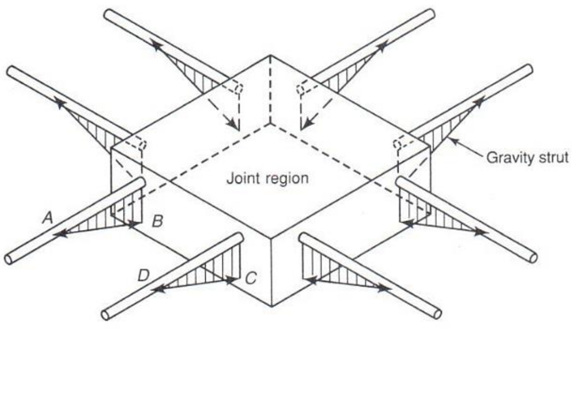
(Behavior of Slabs Failing in Two-Way Shear – Interior Columns)

مخکې پرې بحث وشو چې په هواره پوښښ تختو باندې د یو شانته وېشلې بارېدنې له امله اعظمي مومنتونه د پایو ګردچاپیره رامنځته کېږي او په پایله کې یې دهرې پایې په ګردچاپیره پرله پسې انحنایې درز پیداکوي . د اضافي بار بدنې څخه وروسته درزونه د تسلیمدنې پکه ډوله شکل اختیاروي . دا په (40b.2 - شکل) کې دښودل شوو د غوڅ شوې مخروطي سطحې په شکل انحنایې یا عرضاني قوې له امله درزونو چې سره نژدې په یوه مهال را څرګندېږي . مخکې هم په ګاډر ونوکې د عرضاني قوو له امله تخریب خواص د قیچي موډلونو په کارېدنې سره تشریح شوې دي . الیسندر (Alexander) او سیمونډز(Semonds) د (41.2- شکل) په څېر د دوه لوریزه عرضاني قوې یا سورې کېدنې له امله تخریبېدنه د قیچي موډل د کارېدنې له مخې تحلیل کړه . مخکې له دې چې په (41.2- شکل) کې ښودل شوی مایل درزونه تشکیل شي ، عرضاني قوې د عرضاني تشنجاتو په واسطه کانکرېټو ته انتقالېږي او کله چې شکل اختیار کړي، کیدای شي چې ډېر لږ اړونده عرضاني تشنجات د دوې سره متقاطع انتقال شي . ډېری عمودي عرضاني قوې د (A-B) او (C-D) مایلو اړمونوپه واسطه انتقالېږي او دپوښښ تختې د فشاري ساحې د لاندېنې برخې څخه د پوښښ تختې د سیخبندي شوې ساحې د پاسنۍ برخې پو رې غځېږي اوپه همدې توګه اړمونه د پایې د محیط په ګردچاپیره پاتې کېږي . د اړمونود قوې افقي مرکبه د (A) او (D) سره د سیخبندۍ په قوې کې د بدلون لامل کېږي او عمودي مرکبه سیخان پورته خوا ته ټیله کوي او د سیخانو تر منځ په کانکرېټو کې د کششي تشنجاتو په واسطه دفع کېږي ، په پایله کې ،

دکانکرېټو دا درزونه د سیخانو په سطحې کې د سورې کېدنې ویجاړېدنه رامنځته کوي ، چې دا رنګه ویجاړېدن سمد ستي پېښېږي ، خو لږه وي او ویرونکې نه وي .

کله چې د پوښښ تختې - پایې نښلېدنې سره سورې کېدونکې یا دوه لوریزه عرضاني قو ي له امله ویجاړېدنه رامنځته شې ، نود ځانګړې نښلېدنې د عرضاني قوي ظرفیت په بشپړه توګه په دې حدودو کې زیانمن وي . د دوه لوریزه پوښښ تختې په حالت کې ، کله چې د پوښښ تخته وښوئیږي ، نو د پایې بار نژدې پوښښ تختې - پایې نښلېدنو (joints) ته انتقالیږي ، چې د دې له امله له خپله بریده له دېر بار لاندې راځې اوښایي په پایله کې هغه د ویجاړېدنې سره مخ شي . په پای سره له دې چې دوه لوریزه پوښښ تخته کله چې په انحناکې دویجاړېدنې سره مخ شي ، له ځانه ډېره نرمي ښیې، خو د عرضاني قوو له امله رامنځته کېدونکې ویجاړېدنې په وړاندې دانرمي ډېره لږه وي ، نو بهتره ده چې د پوښښ تختود عرضاني قوي په وړاندې د مقاوم کېدنې په اغېزمن ضریب بیا کتنه تر سره شي .





43.2- شکل: د داخلي پایو سره د عرضاني قوو د انتقال لپاره قیچي موډل (685:15) .

3.12.2- د دوه لوریزه عرضاني قوې لپاره محاسبه

(Design fo two-Way Shaer)

په دې اړه بحث په سرکې پرته له پام وړمومنټ له انتقال څخه دعرضاني قوي انتقال حالت ته پاملرنه کېږي . هغه حالت چې په هغې دواړه عرضاني قوه او مومنټ د پوښښ تختې له خوا پایې ته انتقالېږي وروسته پرې بحث کېږي .

موي (Moe) له دېرو تجربو څخه دې پایلې ته ورسید چې د عرضاني قوي لپاره بحراني مقطع د پایې په اړخ کې موقیعیت لري ، چې د (ACI) کود او (ASCE) ستندرد له خوا د نوموړي پایله تائید شوه، خو د محاسبې د ساده کولو لپاره یې قبوله کړه چې بحراني مقطع د پایې له اړخه د (d/2) په فاصله موقیعیت لري . چې د عرضاني قوي لپاره دې ته د خیالي بحراني مقطع نسبت ورکړل شو ، چې داساده والی د (ACI) په کودسره یو شو .

4.12.2- د بحراني محیط موقیعیت (Location of Critical Perimeter)

دوه لوریزه عرضاني قوه داسې فرضېږي چې له پوښښ تخته یا تهداب څخه د پایې په ګردچاپیره د عمودي مقطع له پاسه بحراني حالت اختیاروي . د (ACI) کود په مطابق دا مقطع د پایې له اړخه د (d/2) اندازې څخه باید لږه نه شي چې اوږدوالی یې په اصغري ډول د (b_o) په اندازه له پایې څخه ګردچاپیره په پام کې نیول کېږي .

5.12.2- د ډراپ لرونکې پوښښ تختو لپاره بحراني مقطع

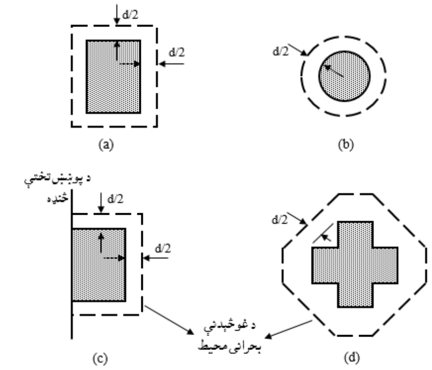
(Critical Sections for Slabs with Drop Panels)

کله چې په ډېره پیمانه عرضاني قوي د پوښښ - پایې نښلېدنې یا غوټې ته ولېږدېږي، نو د پوښښ تختې مقاومت د ډراپ له وجې د پوښښ تختې د ضخامت له ډېرېدنې له امله مقاومت لوړېږي . د ډراپ پنیل د تنو اصطلاح له څخه د اړتیا له مخې د پایې په ګردچاپیره د قالب په واسطه د پوښښ تختې ضخامت ډېرېږي . د (ACI) کود د غوښتنې له مخې د پوښښ تختې او ډراپ پنیل مجموعي ضخامت باید ډراپ پنیل ته

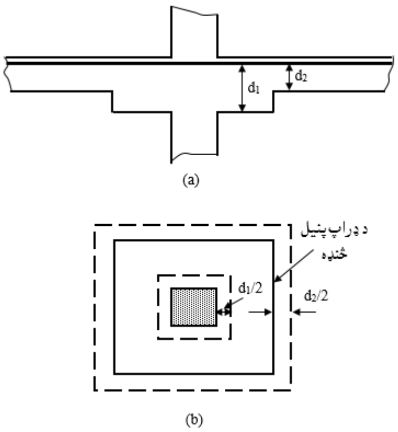
نژدې پوښښ تختې د ضخامت لږتر لږه (1.25) ځلې ډېر وي . په ډراپ لرونکو پوښښ تختوکې د (43.2-شکل) په څېر دوه ډوله بحراني مقطع په پام کې نیول کېږي .

کله چې په پوښښ تخته کې ډراپ پنیل هم د کړوپېدنې یا په کږېدنه کې د مومنټ لپاره د اړینو سیخانوکمېدنې د کنترول لپاره کارېدلی وي ، نو باید چې د ډراپ پنیل اوږدوالی د (ACI) دغوښتنې له مخې دوړکړل شوې اندازې په پام کې نیولو شره قبلېږي.

کله چې د ډراپ پنیل اړین اوږدوالی پوره نه کړي ، نو اړینه ده چې د عرضاني قوي په وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره کپیټلونه (Capitals) او یا د پایې لپاسه خولۍ (Caps) په پام کې نیول کېږي .



44.2- شکل: د بېلابېلو مقطعو لپاره دغوښېدنې د بحراني محیط موقیعیت (687:15) .



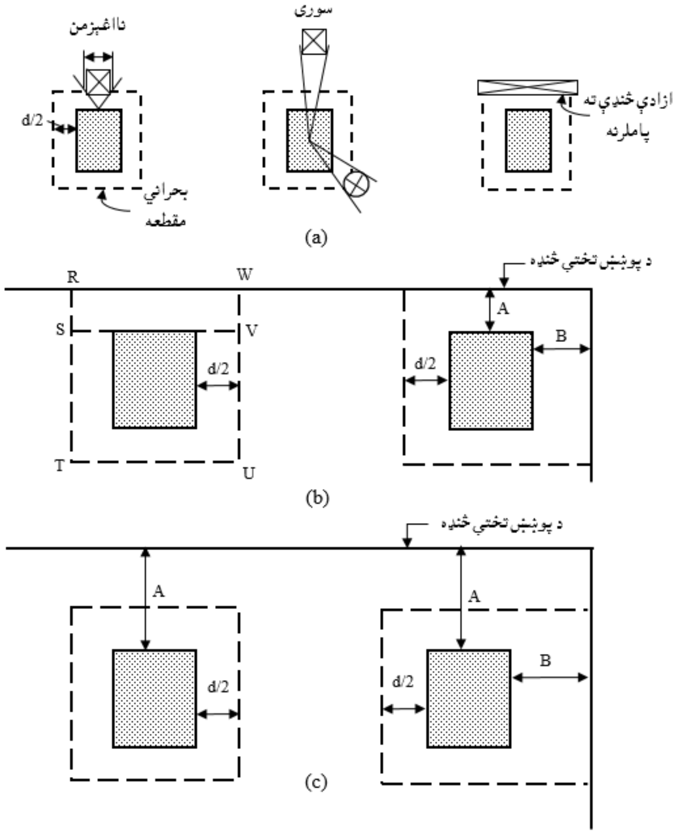
45.2- شکل: د ډراپ پنیل لرونکي پوښښ تختې بحراني مقطع. (a) د ډراپ پنیل سره مقطع. (b) بحراني مقطع (687:15).

6.12.2- سوريو او څنډو سره نژدې بحراني مقطعې

(Critical Sections near Holes and At Edges)

کله چې سوري له پايې څخه د پوښښ تختې د ضخامت له لس ځلې اندازي څخه په لږه فاصله موقيعيت ولري ، نو د (ACI) کود د غوښتنې له مخې بحراني محيط يې لکه د (44a.2- شکل) په څېر کمېږي . د څنډې يا کنج پايو لپاره په (ACI) کود کې بحراني محيط نه دی تعريف شوی ، خو د (ACI) کود په تبصرو کې په دې اړه وړانديز شوی دی چې د څنډې اړخونو محيط د لاندېنيو اندازو څخه کوچنۍ په پام کې نيول کېږي :

(i) – د پوښښ تختې څلورځلې (4h) .(ii)-د پراختيايې اوږدوالي دوه ځلې ($2\ell_d$) . لکه په (44b.2) او (44c.2) شکلونو کې چې د (A) او (B) په موقيعيتونو کې ښودل شوې دی .



46.2- شکل: د عرضاني قوو په بحراني محيط د سورو او څنډو اغېزه . (a) سوري. (b) محيط چې له (4h) يا ($2\ell_d$) څخه ډېر نه شي . (c) محيط که له (4h) يا ($2\ell_d$) څخه ډېر شي (688:15) .

7.12.2- په دوه لوریزه پوښښ تختو کې د عرضاني قوو لپاره باري ساحه

(Tributary Area for Shear in Two-Way Slabs)

د یو شانته منظم بارلاندې د دوه لوریزه پوښښ تختې د (V_u) د محاسبه کولو لپاره باري ساحه د صفري عرضاني قوي د لیکي سره محدودېږي . د داخلي پنیل لپاره دا لیکه د پنیل له مرکزه په تیرېدنې سره او د څنډې پنیل لپاره دبیروني پایې له مرکز څخه نژدې له (0.2ℓ) څخه تر (0.2ℓ) پورې فرضېږي ، دلته (ℓ) د پایو د مرکزونو تر منځ د وایې فاصله ده . د (ACI) کود د (8.3.3) برخې د غوښتنې له مخې د عرضاني قوي په وړاندې د مقاومت لپاره بیروني اتکاګانو کې باري ساحه د وایې نیمایې (0.5ℓ) قبلېږي، همداراز د لومړۍ داخلي اتکاء لپاره باري ساحه د وایې د نیمایې (15%) سلنه ډېره یانې (1.15 x 0.5ℓ = 0.75ℓ) قبلېږي.په هواره پوښښ تختې پوښښ سیستم کې د یولوریزه اودوه لــوریــزه عــرضاني قوودچک لپاره باري ساحې په لاندېنې (45.2 - شکل) کې ښودل شوې ده.

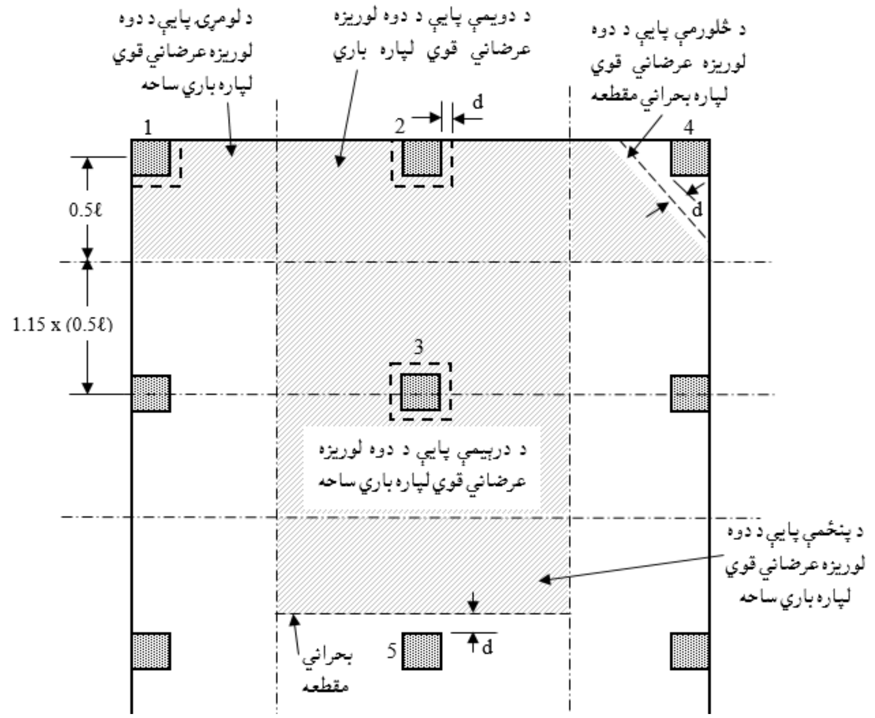
8.12.2- پرته له انتقالي مومنټه د دوه لوریزه عرضاني قوي محاسبوي معادلې

(Design Equations of Two-Way Shear with Nigligible Moment Transfer)

په هوارو پوښښ تختو (Flate Slabs) دافقي بار او بې تحکیموونکو میلو (Unbraced) پوښښ بار ونو په شتون کې دواړه مومنټونه او عرضاني قوي له پوښښ تختې څخه پایو ته انتقالېږي . خو د داخلي پایو په حالت کې د میلو په واسطه تحکیم شوي (Braced) ودانۍ د عرضاني قوي لپاره تر ټولو ناوړه باربدنه له پوښښ تختې څخه پایو ته د مومنټو نو له انتقالېدنې څخه انصراف دی . په همدې توګه داخلي پایو ته لږ انتقالېږي ، خو تهدابونو ته مومنټ نه انتقالېږي .

د دوه لوریزه پوښښ تختو په محاسبه کې بې له مومنټونو له انتقاله د عرضاني قوي په وړاندې مقاوم کېدنه لکه د تیر په څېر د لاندېنۍ رابطې په واسطه ارزول کېږي :

$$\phi V_n \geq V_u \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (31.2)$$



47.2- شکل: د عرضاني قوو لپاره د پوښښ په هواره تختې کې بحراني مقطع او باري ساحه (689:15).

دلته (V_u) د بار له امله ضريبي عرضاني قوه ده او (V_n) د پوښښ تختې يا تهداب مقاومه نوميناله عرضاني قوه ده ،چې دکمېدونکې ضريب يې ($\phi = 0.75$) قبلېږي . په دوه لوريزه پوښښ تختو کې د کانکرېټو په واسطه مقاومه عرضاني قوه (V_c) ده ، چې د (ACI) کود د تعريف له مخې (V_n) مساوي کېږي په :

$$V_n = V_c + V_s \text{ .... } (32.2)$$

په پورتنۍ رابطه کې (V_s) د عرضاني قوو په وړاندې د سيخانو عرضاني قوه ده چې پخوا يې پر ځای لاندېنۍ رابطه د دوه لوريزه يا سورې کېدونکې عرضاني قوې په وړاندې مقاومه عرضاني قوې د پيداکولو لپاره کارېدله :

$$V_c = \frac{1}{3}\lambda\sqrt{f_c'}b_o d \text{ .... } (33.2)$$

دلته (λ) دسپکو ډکوونکو موادو ضريب دی ،چې د سپکو شګو لرونکې سپکو کانکرېټو لپاره (0.85) او د نورو ټولو سپکو کانکرېټو لپاره (0.75) قبلېږي .

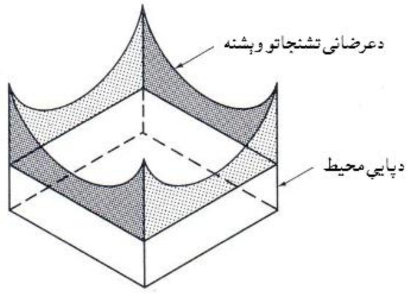
د پایې په ګردچاپیره د عرضاني قوې وېشنه په (2.46- شکل) کې ښودل شوې ده . که د پایې د مقطع ابعاد سره یو برابر نه وي ، نو د مستطیلي ډول مقطع لرونکې پایو لپاره (V_c) مساوي کېږي په :

$$V_c = \frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f_c'}b_od \text{ ....} (34.2)$$

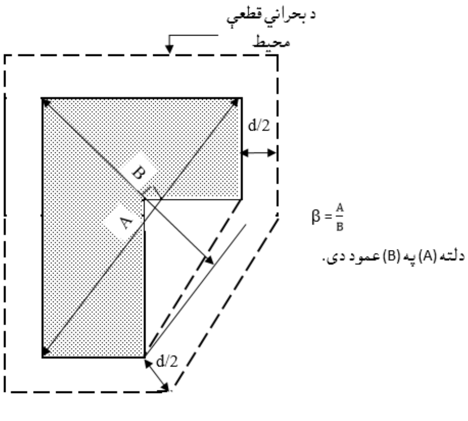
په پورتنۍ رابطه کې (β) د پایې د مقطع د اوږد او لنډ لورو نسبت دی . خو د غیرمستطیلي مقطع لرونکو پایو لپاره دا رابطه په لاندې ډول لیکلی شو :

$$V_c = \frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2\right)\lambda\sqrt{f_c'}b_od \text{ ....} (35.2)$$

په پورتنۍ رابطه کې($b_o = 2(c_1 + c_2 + 2d$ او د (α) ضریب د داخلي پایو لپاره ($\alpha =$ 40) ، د څنډې پایو لپاره ($\alpha = 30$) او د کنج پایو لپاره ($\alpha = 20$) قبلېږي .



2.48- شکل: دمربعي محیط په ګردچاپیره د عرضاني قوې د مقدار وېشنه [690:15].



2.49- شکل: دعرضاني قوو لپاره د پوښښ په هواره تختې کې بحراني مقطع او باري ساحه (689:15) .

9.12.2- په پوښښ تختو کې یو لوریزه عرضاني قوه
(One - Way Shear in Slabs)

په منظم وېشلې بار لاندې پوښښ تختې حالت کې ، یولویزه عرضاني قوي لپاره بحراني مقطع د اتکاء له اړخ ، د ډراپ پنیل ایا د په ضخامت کې د نورو بدلونون څخه د (d) په فاصله واقع کېږي . د پوښښ تختې پنیل مجموعي عرض داسې فرضېږي چې د یولوریزه عرضاني قوي په وړاندې اغېزمن مقاومت کړي، په (45.2- شکل) کې دیولوریزه عرضاني قوي لپاره باري ساحې ښودل شوې دي، نو یولوریزه مقاومه عرضاني قوه لکه د ګاډر په څېر د لاندېنۍ رابطې په واسطه پیدا کېږي :

$$V_c = 0.17\lambda\sqrt{f_c'}bd \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (36.2)$$

په پورتنۍ رابطه کې (b) د بحراني مقطع عرض دی(687-689:15) .

14.2- مثال : په لاندېنې شکل کې ښودل شوې داخلي پایو چې د یوشانته پراخه هواره پوښښ تختو لاندې واقع دي ، د پوښښ تختې ضخامت (150 mm) او منځنۍ فعاله ارتفاع یې (d) یې هم په بل شکل کې ښودل شوې ده ، چې د پوښښ تختې د عرضاني قوي د محاسبې لپاره کارېږي. د پایې سره نژدې په یوه لوریزه او دوه لوریزه عرضاني قوو په وړاندې یې وارزوئ، په داسې حال کې چې محافظوي طبقه یې(20 mm) او د انحناپه وړاندې د مقاومت لپاره (4N12 mm) سیخان په کې ځای په ځاس شوې وي ، نو (d) په لاندې ډول پیدا کېږي :

$$d(avg) = 150 – 20 – 12 = 118 \text{ mm}$$

د پوښښ تختې له پاسه ($0.72\ KN/m^2$) مړاو ($2.9\ KN/m^2$) ژوندی تحمیلي منظم وېشلي بار لاندې واقع شوی وي او له عادي کانکرېټو څخه چې ($\lambda = 1$) او ($f_c' = 25$ MPa) دی ، کارېدلي دي . همداراز له پوښښ تختې څخه پایې ته د مومنټ له انتقال څخه انصراف شوی دی، نو د دې شرایطو لاندې د عرضاني قوي وړتیا وارزوئ ؟

1- ضریبي شوی منظم وېشلي بار په لاندې ډ ،ل محاسبه کېږي :

$$q_u = 1.2 \times (0.15 \times 24 + 0.72) + 1.6 \times 2.9 = 9.824\ KN/m^2$$

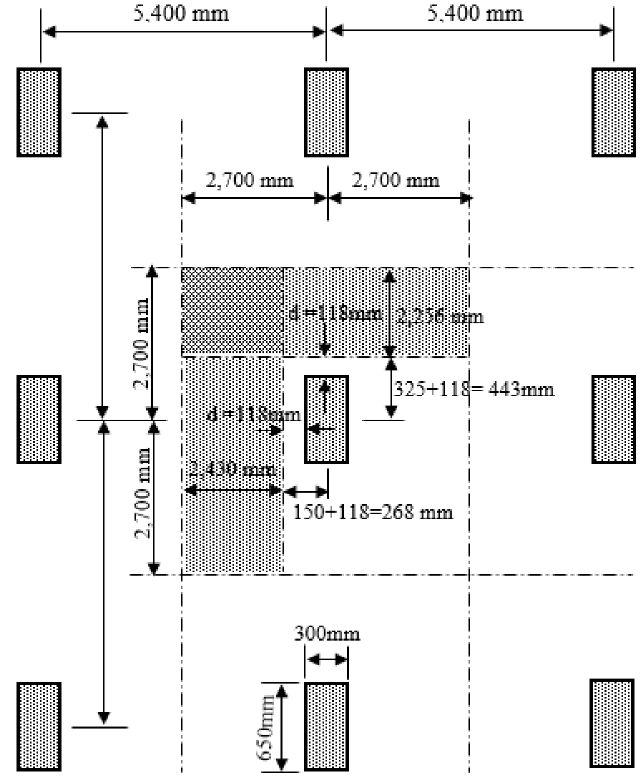
2- دیو لوریزه عرضاني قوه ارزونه : د پایې له اړخه د (d) په فاصله د بحراني مقطع موقیعیت ټاکل کېږي، په شکل کې د یولوریزه عرضاني قوې بحراني مقطع په (A-A) او (B-B) ښودل شوې ده ، نو (V_u) په لاندې ډول پیدا کېږي :

(a)- د (A-A) مقطع سره : $V_u = 9.824 \times 2.43 \times 5.4 = 128.911$ KN.

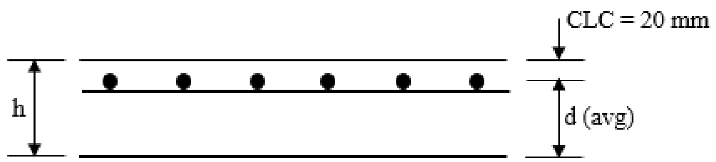
(b)- د یولوریزه عرضاني قوې لپاره د (ϕV_n) په لاندې ډول پیدا کېږي : داچې مقطع بې له سیخانو باید عرضاني قوه وزغمل شي نو($\phi V_n = \phi V_c$) قبلېږي ، نو :

$$V_c = 0.17\lambda\sqrt{f'_c}bd = 0.17 \times 1.0 \times \sqrt{25} \times 5{,}400 \times 118 = 541{,}620 \text{ N} = 541.62\text{KN}$$

$$\phi V_n = 0.75 \times 541.62 = 405.22 \text{ KN} > V_u = 128.911 \text{ KN}$$



د داخلي پایې سره دیولوریزه عرضاني قوې بحراني مقطعه



3- ددوه لوریزه عرضاني قوه ارزونه : لکه څرنګه چې په شکل کې ښودل شوې ده ، د دوه لوریزه عرضاني قوې لپاره بحراني مقطع د پایې څخه ګردچاپیره د (d/2) په فاصله واقع ده ، نو (V_u) په لاندې ډول پیدا کېږي :

(a)- دوه لوریزه عرضاني (V_u) د پیدا کولو لپاره دبحراني محیط له مخې لرو چې :

V_u = 9.824 x[(5.4 x 5.4) - (0.419 x 0.769)] = 283.302 KN.

(b)- د یولوریزه عرضاني قوې لپاره د (ϕV_n) په لاندې ډول پیدا کېږي : داچې مقطع بې له سیخانو باید عرضاني قوه وزغمل شي نو($\phi V_n = \phi V_c$) قبلېږي ، نو :

$b_o = 2(c_1 + c_2 + 2d) = 2 \times (418.75 + 768.75) = 2{,}375$ m

اوس د (V_c) د لاندېنیو قیمتونو څخه کوجنی قیمت ټاکو:

$V_c = \frac{1}{3}\lambda\sqrt{f_c'}b_o d = \frac{1}{3} \times 1.0 \times \sqrt{25} \times 2{,}375 \times 118 = 467.08\ N = 476.08KN$

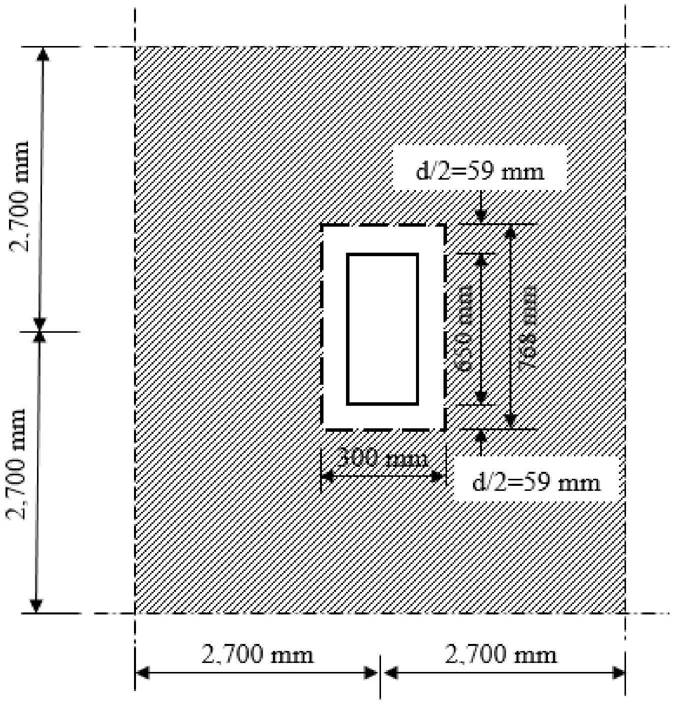
$\beta = \frac{650}{300} = 2.17$

$V_c = \frac{1}{6}(1 + \frac{2}{\beta})\lambda\sqrt{f_c'}b_o d = \frac{1}{6}(1 + \frac{2}{2.17}) \times 1 \times \sqrt{25} \times 2{,}375 \times 118 = 448.79KN$

$V_c = 12\ (\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2)\lambda\sqrt{f_c'}b_o d$

$V_c = \frac{1}{12}(\frac{40 \times 118}{2{,}375} + 2) \times 1 \times \sqrt{25} \times 2{,}375 \times 118 = 465.61KN$

$\phi V_n = 0.75 \times 448.79 = 336.60\ KN > V_u = 128.911\ KN$



10.12.2- د عرضاني مقاومت لوړول (Augmenting of Shear Strength)

که (ϕV_n) له (V_c) څخه کوچنی شي ، نو کولی شو چې د عرضاني قوي ظرفیت د لاندېنیو کړنلارو له مخې لوړ کړو :

1- دپوښښ تخته د پنیل له پاسه په پام کې نیول کېږي ، چې په پایله کې د پوښښ تختې وزن ډېرېږي او (V_u) هم لوړېږي .

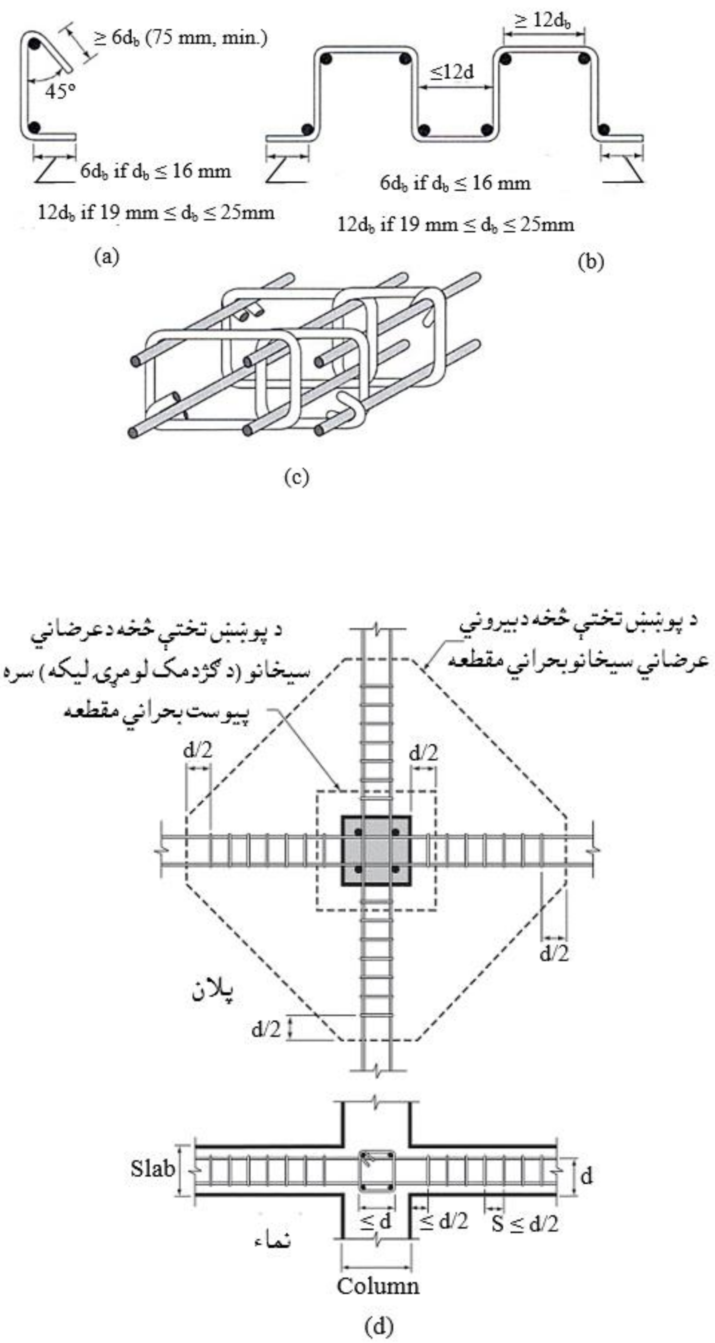
2- دډراپ پنیل کارول چې په پایله کې یې دپوښښ تخته پایې ته نژدې کېږي .

3- د پایې په ګردچاپیره د کپیټل په پام کې نیولو سره پایې د ابعادو د ډېرېدنې له امله د (b_o) ډېرېدنه .

11.12.2- د دوه لوریزه پوښښ تختو لپاره دعرضاني سیخانو ځای په ځای کېدنه (Shear Reinforcement for Two-Way Slabs)

ګژدمکونه (Stirrups) : د (ACI) کود د پوښښ تختې په اوږدو کې د یوه ولاړ سیخ ، د څو ولاړو سیخانو او په تړلي شکل عرضاني سیخان په لاندېني شکل کې د ښودل شویو ګژدمکونو ځای په ځای کول تجویزکړي دي .

په پوښښ تختو کې ګژدمکونه دفعالې ارتفاع (d) په فاصله تجوزېږي او تر (150 mm) یا (6 in) یا د ګژدمک د قطر تر (16) ځلې پورې غځېږي . د ډېر دقت لپاره د تړلي او یا د ډېرو ولاړو سیخانو لرونکې ګژدمکونو څخه ګټه اخېستل کېږي ، خو نتیجتاً عرضاني سیخان چې د ګژدمکونو او یا د تاوو شویو عرضاني سیخانو په څېر په پوښښ تختو کې په ډېره پرتخه پیمانه نه کارېږي (5 :115-113).

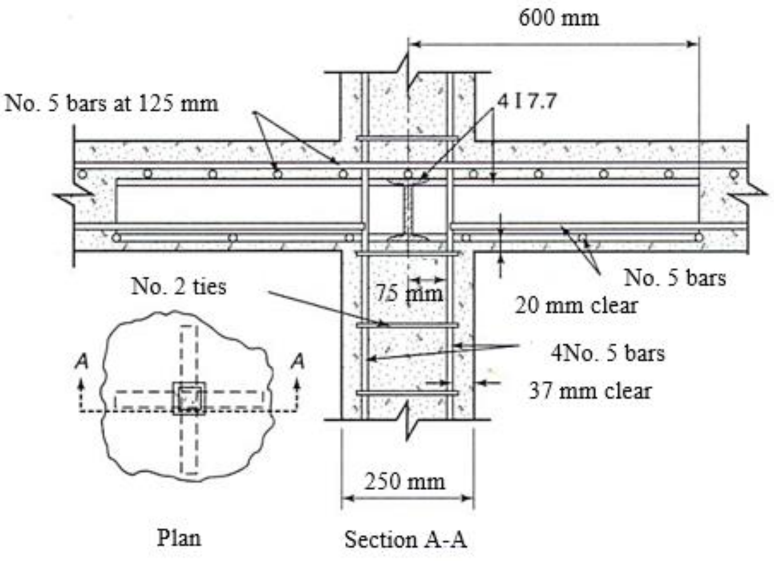


50.2- شکل: په دوه لوریزه پوښښ تختو کې ګڼدمک ډوله عرضاني سیخان. (a) - یو ولاړ سیخ لرونکی ګڼدمک، (b)- څو ولاړ سیخان لرونکی ګڼدمک، (c)- تړلي ګڼدمکونه، (d)- د عرضاني بحراني محیط څخه بیرون او دننه د ګڼمکونو ښودنه (5 :115-113).

12.12.2- خولۍ لرونکي عرضاني فولادي جوړښت

(Structural Steel Shearheads)

په لاندېني (49.2- شکل) کې د خولۍ لرونکو عرضاني فولادي جوړښت ښودل شوی دی، دا د دې لپاره محاسبه کېږي ، چې د (ACI) کود له غوښتنې سره سم د عرضاني قوو او هم د یوځه کرېدنې مومنټ په وړاندې مقاومت لوړ شي . د بیروني پایو سره د خولۍ لرونکو عرضاني فولادي جوړښت ته ځانګړې اړتیا د دې لپاره شته چې د پوښښ تختې څنډې ته د بار عمودي باروونو له امله د عمودي بازو له خوا د نامعادله مومنټ د انتقالېږي .



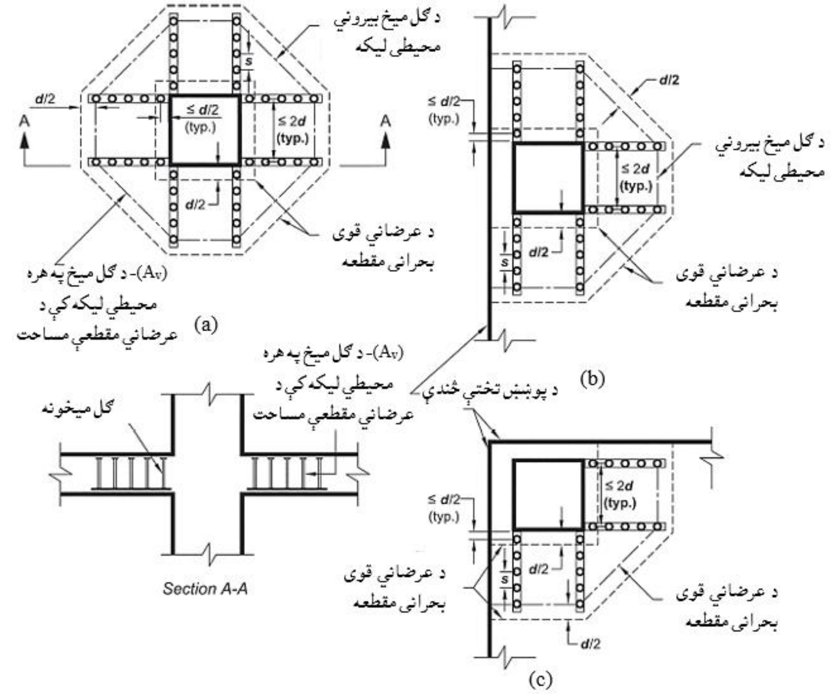
51.2- شکل : خولۍ لرونکي عرضاني فولادي جوړښت لرونکي (15 :697) .

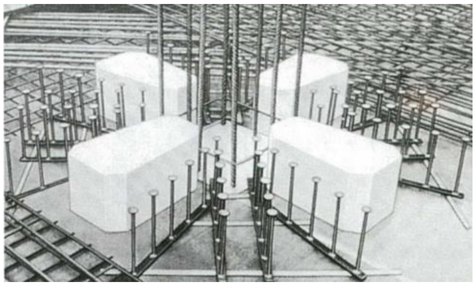
13.12.2- خولۍ لرونکي عرضاني ګل میخونه (Headed Shear Studs)

دخولۍ لرونکي عرضاني ګل میخونه په لاندېنې (50.2- شکل) کې ښودل شوي دي ، چې د (ACI) کود د (11.11.5) برخې له مخې دپایو په ګردچاپیره د بې له ګاډره دوه لوریزه پوښښ تختود مقاوم کېدنې لپاره تجویزېږي ،چې د چنګک شویو ګڼدمکونو د

ولاړو سیخانو په څېر کار کوي ، خو د عرضاني ګل میخونو سر یا خولۍ یې د چنګک شویو سیخانو په پرتله احتمالاً دډېر ښه کار لپاره په پام کې نیول کېږي .

د پوښښ تختې - پایو په نښلېدنو (joints) کې خولۍ لرونکي عرضاني ګل میخونه د عمودي میلو له قطارونو (rows of vertical rods) څخه ترکیب مومي چې هر یو یې د (50.2- شکل) په څېر په سر باندې دایروي خولۍ یا ولډنګ شوې پلیټ پلن شوي جوړښت لري . چې د پایو له کنجونو څخه بیرون غځېدلي ځای په ځای شوي دي(696,697:15) .





52.2- شکل: ټیپیک ډوله خولۍ لرونکي عرضاني ګل میخونه او بحراني مقطع . (a) - داخلي پایه، (b)- د څنډې پایه، (c)- د کنج پایه، (5 :116) .

14.12.2- د عرضاني سيخانو محاسبه (Design of Shear Reinfoncement)

عرضاني سيخان هغه مهال محاسبه کېږي ، کله چې د پايې گردچاپيره له اړخ څخه د (d/2) په فاصله د داخلي بحراني مقطع سره د (V_c) له قيمت څخه عرضاني قوه لوړه شي . دګڼدمکونو او خولۍ لرونکو ګل ميخ ډوله عرضاني سيخانو د محاسبې لپاره لاندېنۍ غوښتنې په پام کې نيول کېږي . خو د محاسبې لپاره يې بحراني مقطع :

(a)- د پوښښ تختې د عرضاني قوي لپاره نارمل بحراني مقطع د پايې گردچاپيره له اړخ يا له کنج څخه د (d/2) په فاصله موقيعيت لري .

(b)- دويم محطيي ليکه د (d/2) په فاصله د ګڼمکونو او خولۍ لرونکو ګل ميخ ډوله عرضاني سيخانود باندې ځای په ځای کېدنې څخه بيرون د (48d.2) او (50.2) شکلونو په څېر موقيعيت لري ، چې دې ته بيروني بحراني مقطع ويل کېږي .

د (ACI) کود په پوښښ تختې کې د داخلي عرضاني قوي بحراني مقطع چې د (d/2) په فاصله د پايې څخه گردچاپيره ($v_c = \frac{1}{6}\lambda\sqrt{f'_c}$) عرضاني تشنجات د ګڼدمک ډوله عرضاني سيخانو سره او بې له د ګڼدمک ډوله عرضاني سيخانو ($v_c = \frac{1}{3}\lambda\sqrt{f'_c}$) څخه لږ تجويزوي . نو د (ACI) کود د دوه لوريزه پوښښ تختې لپاره د ګڼدمک ډوله عرضاني سيخانو په پام کې نيولو سره دوه لوريزه عرضاني مقاومه نومينالي قوه د لاندېنې فورموپه واسطه تجويزوي :

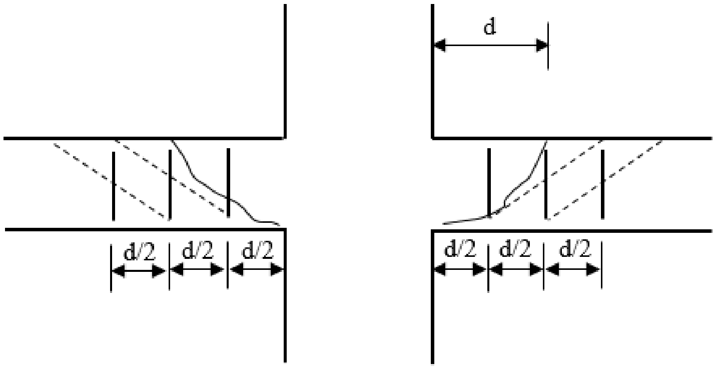
$$V_n = V_c + V_s \quad (37.2)$$

$$V_c = \frac{1}{6}\lambda\sqrt{f'_c}\, b_o d \quad (38.2)$$

د (ACI) کود د سورې کېدنې عرضاني قوې د درز پوتنشيال افقي مرتسم د (51.2- شکل) په څېر د پوښښ تختې د فعالې ارتفاع (d) په فاصله فرضوي ، خو د درز د مخنيوي لپاره لازښوونه کوي چې له (d/2) فاصلې څخه بايد ډېره نه شي . خو که ګڼدمک ډوله عرضاني سيخان د (A_v) په مساحت او د (s) په فاصله ځای په ځای شي نو مقاومه عرضاني قوه يې مساوي کېږي په :

$$V_s = A_v f_{yt} \frac{d}{s} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (38.2)$$

کله چې کارېدونکې ګڅدمک ډوله عرضاني سیخان مقاومه نومینالي عرضاني قوه د پورتنې فورمول په واسطه پیدا کېږي نو باید چې له ($\frac{1}{2}\lambda\sqrt{f_c'}\,b_o d$) څخه لږه نه شي .



53.2- شکل: د یوښتن تختې - پایې نښلېدنې سره د عرضاني درزونو پوتنشیال او د ګڅدمکونو تر منځ فاصله (15 :699).

نومینالي عرضاني مقاومه قوه (V_n) د بیروني بحراني مقطع سره د(V_c) ورکړل شوي قیمت او د د بحراني مقطع د بیروني د ورکړ شوي محیط له مخې پیدا کېږي .

په پوښتن تختې کې د سرلرونکو عرضاني سیخانو محاسبه دیوځه پام وړ بدلون په پام کې نیولو سره د ګڅدمک ډوله عرضاني سیخانو له محاسبې سره ورته ده . د پایې په ګردچاپیره په پوښتن تختې کې د ګڅدمک ډوله چنګک شویو سرلرونکو عرضاني سیخانو ځای په ځای کېدنه د ګڅدمک ډوله عرضاني سیخان په پرتله ډېر اغېزمن دي . دا ځکه چې د عرضاني تشنجاتو زغم له ($\frac{1}{6}\lambda\sqrt{f_c'}\,b_o d$) څخه ($\frac{1}{4}\lambda\sqrt{f_c'}\,b_o d$) ته لوړېږي او د اعظمي نومینالي مقاومې عرضاني قوي قیمت ($\frac{2}{3}\lambda\sqrt{f_c'}\,b_o d$) لوړېږي .

د پایو اړخ ته نژدې د ګل میخ عرضاني سیخانو تر منځ اعظمي مجازي فاصله د پایې د اړخ سره عمودي ، سره له دې چې د (ACI) کود (3d/4) تجویز کړې ده ، خود (d/2) په اندازه په پام کې نیول کېږي .

هغه مقاومه عرضاني قوه (V_s) چې د ګل میخ عرضاني سیخانو په واسطه زغمل کېږي د (38.2 - فورمول) په واسطه پیداکېږي ، (A_v) د ګل میخ عرضاني سیخانود مقطعو مجموعي مساحت دی (15 :699).

15.2- مثال : د یوې بې له ګاډره دوه لوریزه یا هواره پوښښ تختې چې په هر لوري یې وایه (7.5 m) ده او ضخامت یې (200 mm) دی ، که د پوښښ تختې له پاسه نهایې ضریبي شوی بار ($W_u = 12\ KN/m^2$) ، ($f'_c = 25$ MPa) او ($f_y = 300$ MPa) وی ، د یوې پایې په ګردچاپیره چې ابعاد یې (400mm x 400mm) دي ، دوه لوریزه عرضاني قوه محاسبه کړئ؟

حل :

$$d = 200 - 20 - 10 - 10/2 = 165 \text{ mm}$$

$$a = c_1 + d = 400 + 165 = 565 \text{ mm},\ b = c_2 + d = 400 + 165 = 565 \text{ mm}$$

$$b_o = 2\,(a + b) = 2 \times (565 + 565) = 2{,}260 \text{ mm},\ \beta = \frac{c_1}{c_2} = 1.0$$

$$\phi V_{c1} = \frac{1}{3}\,\phi\,\sqrt{f'_c}\,b_o d = \frac{1}{3} \times 0.75 \times \sqrt{25} \times 2{,}260 \times 165 = 466.10 \times 10^3 N$$

$$\phi V_{c2} = \phi\,(1 + \frac{2}{\beta})\,\frac{1}{6}\sqrt{f'_c}\,b_o d > \phi V_{c1}$$

$$\phi V_{c3} = \phi(\frac{\alpha_s d}{\beta} + 2)\,\frac{1}{12}\sqrt{f'_c}\,b_o d > \phi V_{c1}$$

$$\phi V_{c1} = 466.10 \times 10^3 N = 466.10 \text{ KN}.$$

$$V_u = W_u\,(\ell_1 \ell_2 - ab) = 12 \times [(7.5)^2 - (0.565)^2] = 671.2 \text{ KN}.$$

$$V_u = 671.20 \text{ KN} > \phi V_{c1} = 466.10 \text{ KN}.$$

له پورتنۍ رابطې څخه څرګنده شوه چې د پایې په ګردچاپیره کې د دوه لوریزه عرضاني قوي په وړاندې د مقاوم کېدنې لپاره د پوښښ تختې ضخامت کافي نه دی ، نو اړینه ده چې د دوه لوریزه عرضاني قوي د مقاوم کېدنې لپاره له عمودي ګردمکونو څخه ګټه واخلو. فعاله ارتفاع باید له (150 mm) او هم د عرضاني سیخانو د قطرد (16) ځلې څخه کوچنی نه شي او د عرضاني سیخانو کوچنی قطر (10 mm) په پام کې نیول کېږي ، نو($d = 165$ mm) درسته ده، نو :

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{1}{6} x \sqrt{25}$ x 2,260 x 165 = 310.80 x 10^3N

$\phi V_n = \frac{V_n}{\phi} = \frac{671.20}{0.75}$ = 894.90 KN < $3V_c$ = 3 x 310.80 = 932.4 KN.

د پورتنۍ رابطې څخه څرګنده شوه چې د عمدي عرضاني سیخانو څخه د ګټې اخېستنې امکان شته دی ، نو :

$$\left(\frac{A_v}{s}\right)_{req} = \frac{A_n - A_c}{f_{yt} d} = \frac{(894.9-310.8) x 10^3}{300\, x\, 165} = 11.8 \text{ mm}$$

که له (12 mm) قطر سیخانو څخه د پایې ګردچاپېره د عرضاني سیخانو لپاره په پام کې ونیول شي ، نو د پایې ګرد چاپېره (8) ولاړ عرضاني سیخان کارېږي ، نولرو چې :

$A_\phi = 113\ mm^2 \rightarrow A_v = 8 \times 113 = 904\ mm^2$.

$s_{req} = \frac{A_v}{11.8} = \frac{904}{11.8} = 76.6\ mm < s_{max} = \frac{d}{2} = \frac{165}{2} = 82.5\ mm$

د هرې پایې په ګردچاپېره (12mm @ 75 mm) عرضاني سیخان چې د یوه تړلي ګڼډمک دسیخ افقي اوږدوالی (2d = 2 x 165 = 330 mm) په پام کې نیول کېږي . ګڼډمکونه تر هغه فاصلې پورې چیرته چې ($V_u \leq \phi V_c$) شي ځای په ځای کېږي ، که دا فاصله په (X) وښودل شي ، نو نو د بحراني مقطع محیط مساوي کېږي په :

$b_o' = 4 (X\sqrt{2} + 330) = 1,320 + 4 X\sqrt{2}$

$V_u = 12 \times 10^{-3} \times [(7,500)^2 - 4 \times (330X + \frac{X^2}{2}) - (330)^2]$

$V_u = 67,693 - 24 \times 10^{-3} X^2 - 15.84X$

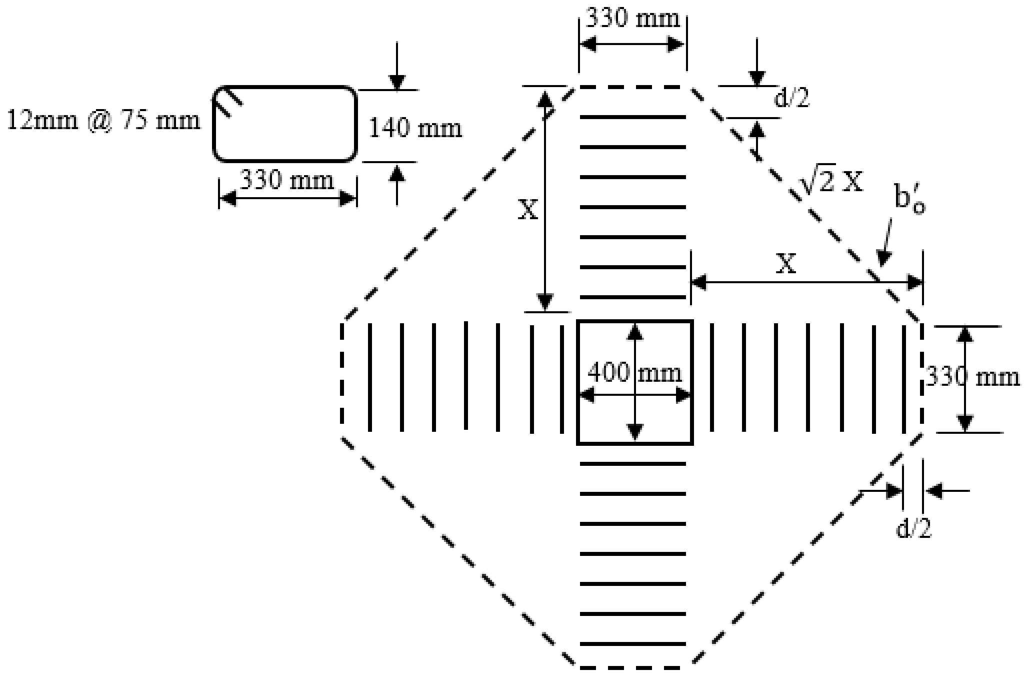
$\phi V_c = 0.75 \times \frac{1}{6}\sqrt{25} \times (1,320 + 4 X\sqrt{2}) \times 165 = 13, 6125 + 583.36X$

$V_u = \phi V_c \rightarrow X^2 + 25.0 \times 10^3 X - 22.4 \times 10^6 = 0 \rightarrow X = 867\ mm$

د ګڼډمکونو شمېر مساوي کېږي په :

$n = \frac{867}{75} = 12$

دیادولو وړ ده که د پایې په ګردچاپېره مو له دوه لوریزه عرضاني قوي لپاره محاسبه تر سره کوله نو (V_u = 671.2 KN) لپاره (X = 917 mm) په لاس راځي .



16.2- مثال : که د پوښښ تختې ضخامت (150 mm) ضخامت لرونکې هواره پوښښ تخته د (12 mm) قطرلرونکو انحنايې سيخانو سره د (300 mm) مربعوي ابعادو لرونکې پايې له پاسه تکيه شوې ده، چې دشمال - جنوب لوري څخه د (5.10 m) او دختيځ - لويديځ لوري څخه د (5.40 m) په فاصلې په مرکز کې موقيعيت لري . د پوښښ تخته د خپل وزن په ګډون ($4.5\ KN/m^2$) مړ بار او ($4.8\ KN/m^2$) ژوندی بار متحمل کېږي . دکانکرېټو فشاري مقاومت ($f'_c = 28$ MPa) ، نو دهواره پوښښ تختې داخلي پوښښ تختې - پايې نښلېدنې سره د مومنټ د نه انتقال حالت کې د سريا خولۍ لرونکو(ګل ميخ) عرضاني سيخانو لپاره وارزوئ ؟

حل :

1- د پايې ګردچاپيره د دوه لوريزه عرضاني قوي لپاره بحراني مقطع ټاکو: په سرکې د (12mm) قطر لرونکو سيخانو په شتون کې د پوښښ تختې لپاره فعاله ارتفاع په لاندې ډول پيداکېږي :

$$d = 150\ mm – 20\ mm\ (cover) – 12\ mm = 118\ mm$$

بحراني مقطع د پايې څخه ګردچاپېره د پايې له اړخه د (d/2 = 118/2 = 59 mm) لکه په لاندېني شکل چې ښودل شوې ده ، په پام کې نیول کېږي .

دپايې ګردچاپېره د عرضاني قوي د بحراني مقطع د یوه لوري اوږدوالی مساوي کېږي په : $[300 + (2 \times 59.375)] = 418.75$ mm

نو د عرضاني قوي د بحراني مقطع محیط مساوي کېږي په :

$b_o = 4 \times 418.75 = 1{,}675$ mm

همداراز د عرضاني قوي د بحراني مقطع محاط شوی مساحت مساوي کېږي په :

$418.75 \times 418.75 = 175{,}351.56\ mm^2 = 0.176\ m^2$.

2- د عرضاني قوي په بحراني مقطع د عاملې عرضاني قوي پیداکول : د بارونو د ترکیب له مخې لرو چې :

$W_u = 1.2\ DL + 1.6\ LL = 1.2 \times 4.5 + 1.6 \times 4.8 = 13.08$ KN/m

نو د عرضاني قوي د بحراني مقطع ضریبي شوې عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$V_u = 13.08 \times [5.1 \times 5.4 – 0.176] = 357.92$ KN

د $\phi(V_c + V_s) \geq V_u$ محاسبوي رابطې د کارېدنې لـه مخـې چـې پـه دې رابطـه کې $(\phi = 0.75)$ قبلېږي (ϕV_c) مساوي کېږي په :

$\phi V_c = \phi \frac{1}{3} \sqrt{f_c'}\ b_o d = 0.75 \times \frac{1}{3} \times \sqrt{28} \times 1{,}675 \times 118$

$\phi V_c = 261{,}466.35\ N = 261.5$ KN

د عرضاني قوې د بحراني مقطع په ساحه کې د اړينو عرضاني سيخانو لپاره ګل میخ ډولـه عرضاني سيخان کارو، نو د دې سيخانو مقاومه عرضاني قوه (V_s) مساوي کـېږي په:

$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'}\ b_o d = \frac{1}{3} \times \sqrt{28} \times 1{,}675 \times 118 = 348{,}621.81\ N = 348.622$ KN

$V_s \geq \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{357.92}{0.75} - 348.622 = 128.60$ KN

د ګل میخ ډولـه عـرضانـي سيخـانـو سره اعظمي تجويزي مقاومه قوه (ϕV_n) مساوي کېږي په :

$\phi V_n = \phi \times 8 \times \sqrt{f_c'}\ b_o d = 0.75 \times 8 \times \sqrt{28} \times 1{,}675 \times 118$

$\phi V_n = 1,581,200.00 \text{ N} = 1,581.20 \text{ KN} > V_u = 357.92 \text{ KN}$

د پورتنۍ رابطې څخه څرګندېږي چې د پوښښ تختې ټاکل شوې ضخامت او د پایې ټاکل شوي ابعاد کولی شو په دې نښلېدنه کې وکاروو .

3- د سوري کېدنې په وړاندې عرضاني سیخانو ځای په ځای کېدنه : د عرضاني قوي په وړاندې مقاوم ګل میخونو قطارونه د سیخانو سره ولډنګ او د پوښښ تختې د اساسي سیخانو سره موازي یا عمودي ځای په ځای کېږي ، تر څوپه ځای په ځای کېدنه کې د پوښښ تختې د اساسي سیخانو د ماتیدنې لامل نه شي .

په دې مثال کې دګل میخونو اته قطارونه په هر قطار کې څلور(10 mm) قطرلرونکي ګل میخونه چې د یوه ګل میخ مساحت یې ($A_b = 78.5 \text{ mm}^2$) ،د سر قطریې (30 mm) او ($f_y = 420 \text{ MPa}$) په پام کې نیول شوي دي .

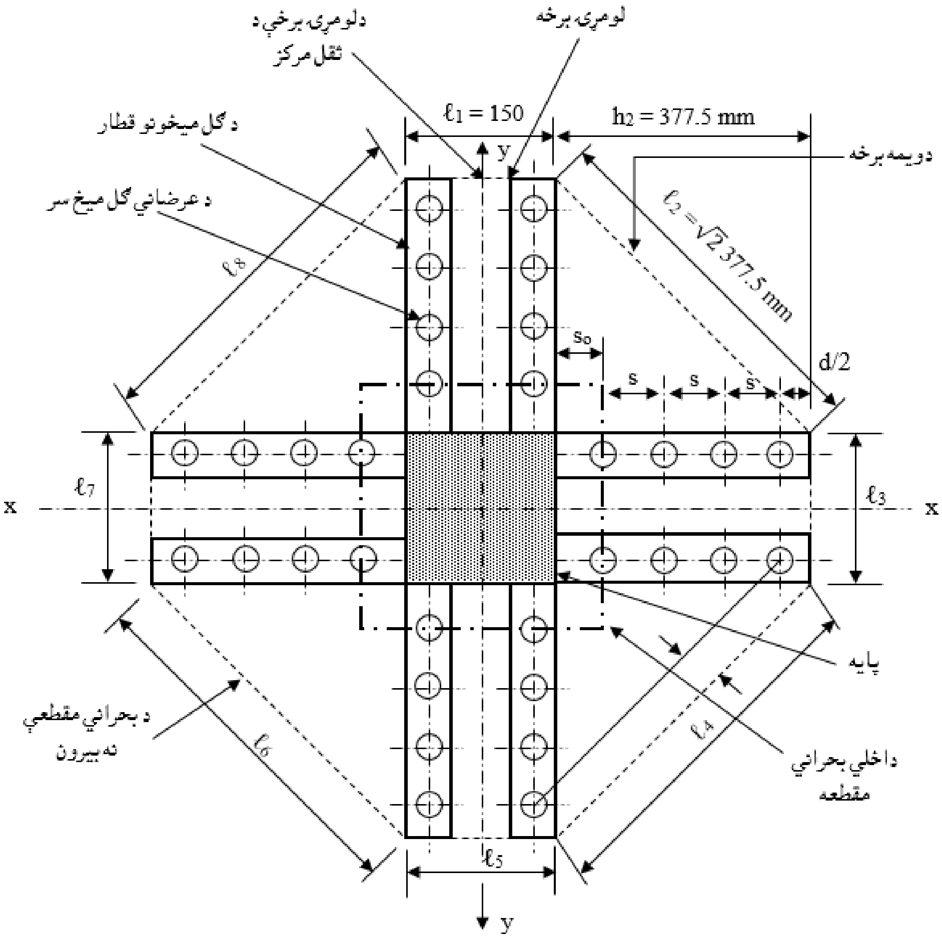
د شکل سره سم دلومړي سیټ د ګل میخونو تر منځ فاصله ($s_o = 56.25 \text{ mm}$) له (d/2) څخه نیول کېږي . مخکې له دې چې د عرضاني قوي په وړاندې مقاوم عرضاني ګل میخونه ځای په ځای ښې اړینه ده چې په داخلي بحراني مقطع کې د عرضاني قوي په وړاندې مقاومت وارزول شي . د عرضاني ګل میخونو د داخلي قطارپه واسطه تهیه کېدونکې مساحت مساوي کېږي په :

$A_v = 8A_b = 8 \times 78.5 = 628 \text{ mm}^2$

د شکل له مخې فرضوو چې پایې ته نژدې یوازې یوه لیکه د عرضاني درزو پوتنشیال قطعه کوي ، نو د ګل میخ سیخانو عرضاني مقاومه قوه مساوي کېږي په :

$V_s = A_v f_{yt} = 628 \times 420 = 263,760.00 \text{ N} = 263.76 \text{ KN}$

پورتنې قیمت د ($V_s = 128.60 \text{ KN}$) قیمت څخه ډېر بېږي .



اته لوریزه بحراني عرضاني قوي مقطع .

د پایې د اړخ سره د عمودي تسمو په اوږدو کې ګل میخوترمنځ محاسبه کېدونکې فاصلې د داخلي بحراني مقطع بورې اړه لري ،کوم چې د پایې له اړخ څخه د (d/2) په فاصله واقع ده . د (d/2) په اندازه فاصله هغه مهال اړینه ده ، کله چې داتشنجات لاندېنۍ اندازې ته ډېر شي :

$$v_{u,limit} = \phi \frac{1}{2}\sqrt{f_c'} = 0.75 \times 0.5 \times \sqrt{28} = 1.98 \text{ MPa}$$

د پایې له اړخ څخه د (d/2) په فاصله عرضاني قوه (V_u = 357.92 KN) ده ، نوعرضاني تشنجات مساوي کېږي په :

$$v_u = V_u/b_o d = 357.92 \times 10^3/1{,}675 \times 118 = 1.81 \text{ MPa}$$

داچې ضریبي شوې تشنجات د ($\phi \frac{1}{2}\sqrt{f'_c}$) له بریده ټیټ دي ، نو د ورپسې عرضاني ګل میخونو تر منځ فاصله تر (0.75d) بریده ډېرېږي ، چې د شکل له مخې نژدې تر (87.5 mm) پورې د (s) اندازه رسېږي . د اتو ګل میخونو قطار د لومړي ګل میخ له چې په (so = 56.25 mm) کې موقیعیت لري، د پایې له اړخه ورپسې ګل میخونو تر منځ (s = 87.5 mm) د (10 mm) قطر لرونکو عرضانی ګل میخونو سره موازي واقع دي.

$b_o = 4 \text{ x } [(\sqrt{2} \text{ x } 377.5 + 300)] = 3{,}325 \text{ mm}$

د دې لیکې داخلي مساحت مساوي کېږي په :

[4 x (377.5 x 377.5)/2 + 4 x (300 x 377.5) + (300 x 300) = 828,000mm^2.

4- په بیروني بحراني مقطع کې د عرضاني قوي ارزونه : د بیروني بحراني مقطع سره د کانکرېټو ضریبي شوې عرضاني قوه مساوي کېږي په :

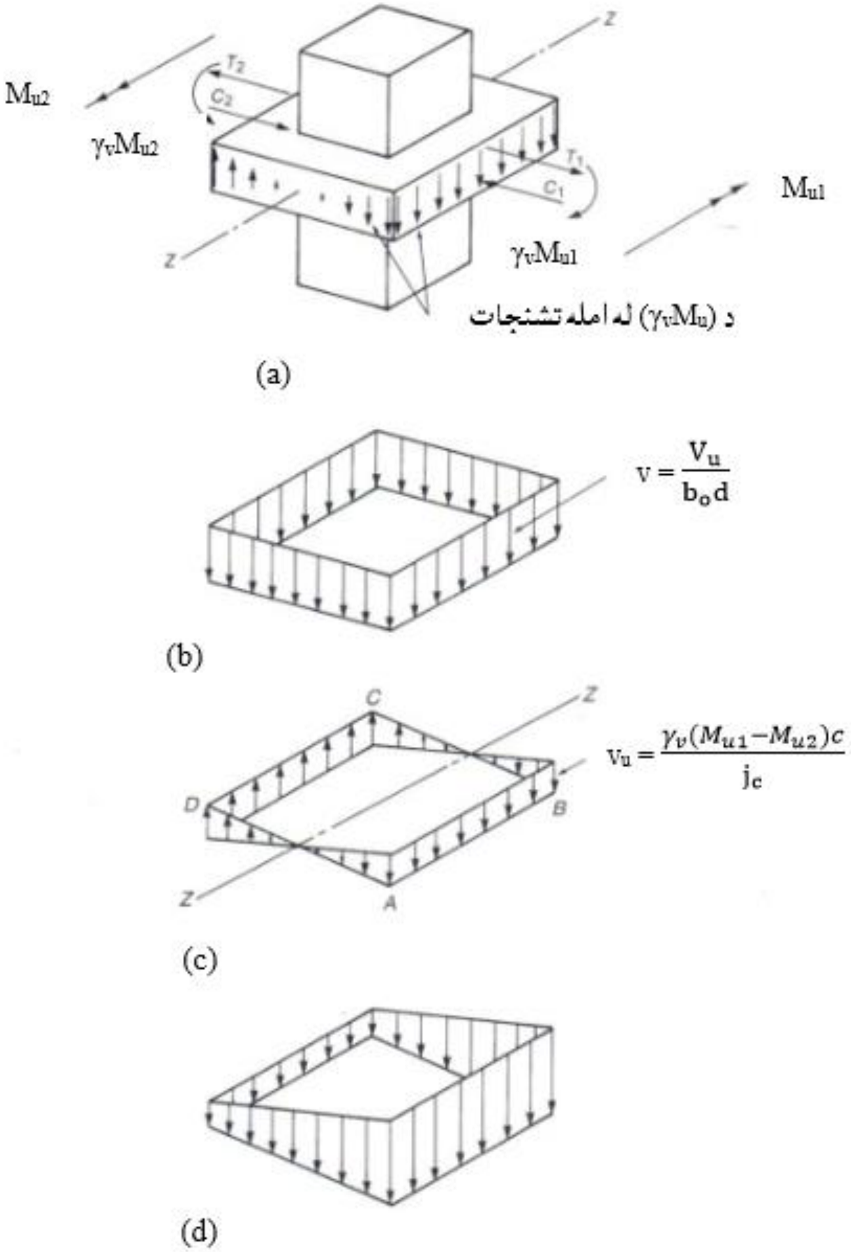
$V_u = 13.08 \text{ x } (5.10 \text{ x } 5.40 - 0.828) = 349.40 \text{ KN}$

$v_u = \frac{349{,}400}{4{,}825 \text{ x } 118} = 0.14 \text{ N/mm}^2.$

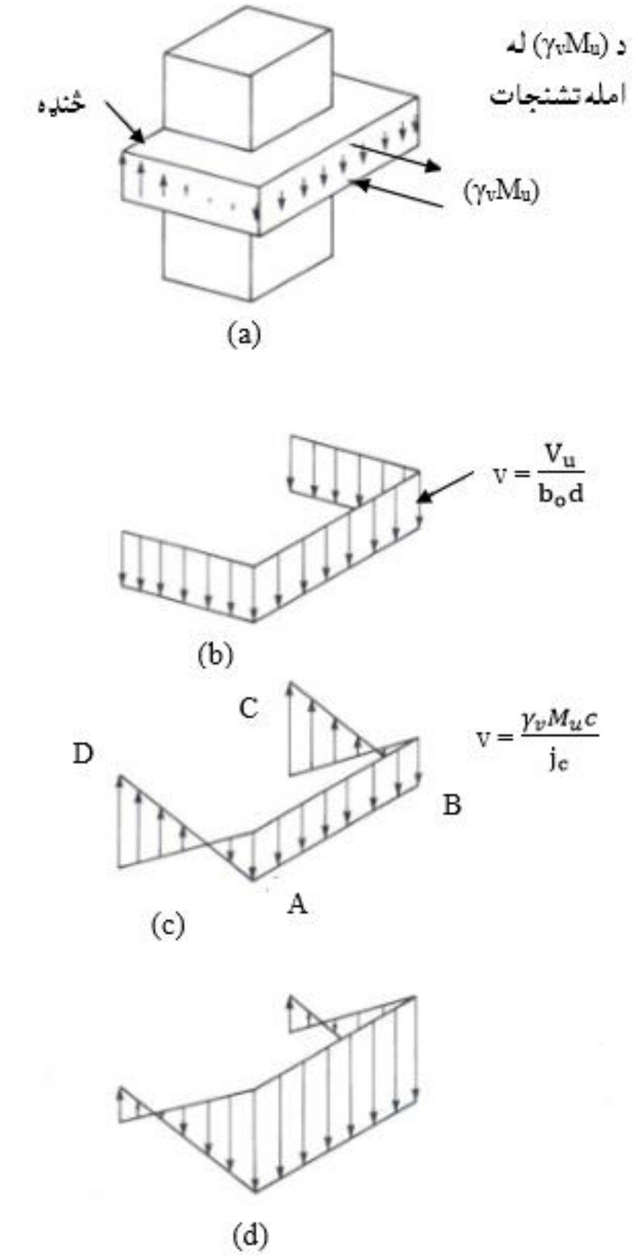
14.12.2- په دوه لوریزه پوښښ تختو کې د عرضاني قوې او مومنټ مرکب انتقال

(Combined Shear and Moment Transfer in Two-Way Slabs)

د پوښښ تختې - پایې نښلېدنې (Connections) د عرضاني قوي او مومنټ په واسطه باترېدنه هغه مهال رامنځته کېږي چې کله افقي یا نامعادل ثقلي بارونه د پوښښ تختې او پایې تر منځ د مومنټ د انتقال لامل شي ، نو د لاندېنې (52a.2) او (53a.2) شکلونو په څېر د پایې سره د پوښښ تختې نښلېدلې برخه مختلط خواص اختیاروي یانې د انحناء، عرضاني قوي او څرخېدنې لاندې واقع کېږي ، چې د دې درې واړو حالتونو داړونده مقاومت له مخې کېدای شي بېلابېل ډوله ویجاړېدنه رامنځته شي (515:10) .



54.2- شکل : د عرضاني قوي او مومنټ د انتقال له امله د عرضاني تشنجاتو ښودنه . (a) پايې ته د نامعادله مومنټونو انتقال، (b) د (V_u) له امله عرضاني تشنجات ، (c) د نامعادل مومنټ له امله عرضاني قوه او (d) مجموعي عرضاني تشنجات (15 :703) .



55.2- **شکل:** دخنډې پایه کې د عرضاني قوي او مومنټ د انتقال له امله عرضاني تشنجات. (a) د خنډې پایې سره ته د مومنټانتقال، (b) د (V_u) له امله عرضاني تشنجات ، (c) د (M_u) له امله عرضاني تشنجات او (d) مجموعي عرضاني تشنجات (15 :704) .

د پوښښ تختې - پايې په نښلېدنوکې د عرضاني قوي او مومنټ د محاسبې لپاره کړنلارې او طريقې په لاندې ډول واضح کېږي :

1- د ګاډر طريقه (Beam Method) : دا طريقه پايو ته د مومنټ او عرضاني قوي د انتقال محاسبوي بنسټيزه طريقه ده ،چې په ليکنو کې د نښلېدنو په اړه په کې دارنګه پاملرنه کېږي : د نښلېدنې په ساحې (joint region) کې د پوښښ تختې د تسمود لنډو برخو اود هرې نښلېدنې له اړخ څخه د ګاډر ونو د بيروني برخو، چېرته چې نژدې پوښښ تخته شتون لري ترکيب مومي . دا تسمې د مومنټونو ، عرضاني قوو او څرخېدنې په واسطه بارېږي او هغه مهال د ويجاړېدنې سره مخ کېږي کله چې د نښلېدنې سره د ټولو نښلېدلو اجزاود ځانګړې ويجاړېدنې حالتونه رامنځته شي . د څنډې ګاډر لپاره موډل پايې ته د مومنټونودنهايې وېشنه اټکلې اندازه ورکوي . د ګاډر موډل يوازې په نظري لحاظ په پام کې نيول کېږي او د محاسبې لپاره نه کارول کېږي .

2- د (ACI) کود مروجه محاسبوي طريقه (J_c طريقه) : د دې طريقې په واسطه د پايې ګردچاپيره بحراني مقطع کې اعظمي عرضاني تشنجات د پوښښ تختې - پايې نښلېدنو کې د د مومنټونو او عرضاني قوي د انتقال لپاره د لاندېنې فورمول په واسطه محاسبه کېږي:

$$v_u = \frac{V_u}{b_o d} \pm \frac{\gamma_v M_u c}{J_c} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (37.2)$$

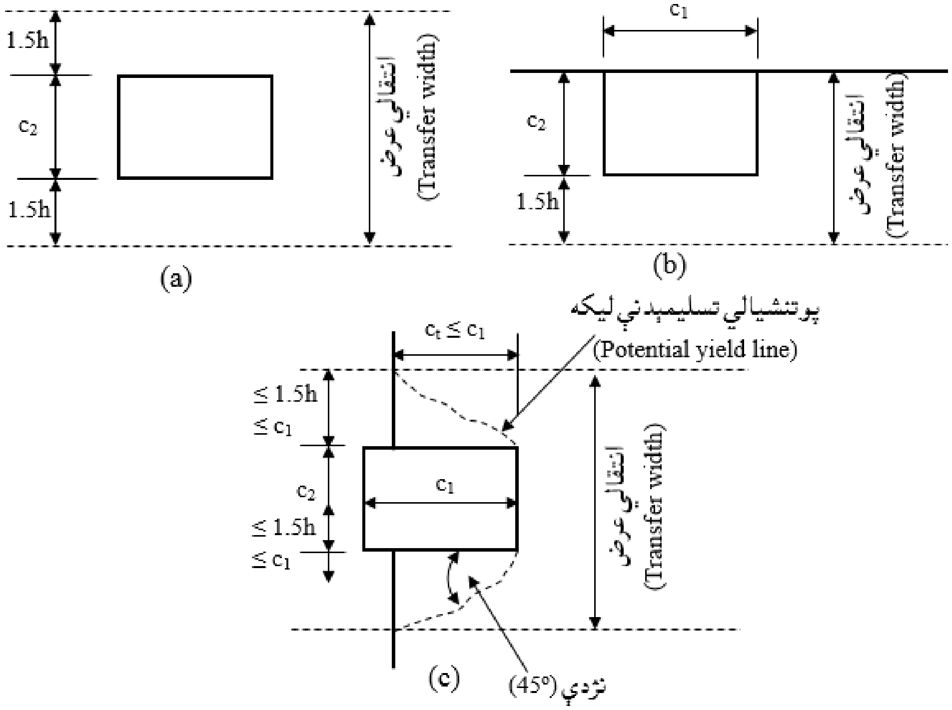
دلته (b_o) د بحراني مقطع محيط دی. (d) فعاله ارتفاع ده . (J_c) د بحراني مقطع اغېزمن قطبي انرشيايې مومنټ دی . (V_u) له پوښښ تختې څخه پايې ته نهايې يا ضريبي شوې انتقالېدونکې عرضاني قوه ده . (M_u) هغه ضريبي شوې مومنټ دی چې په نښلېدنه کې انتقالېږي . (c) د بحراني مقطې له ثقل مرکز څخه د محيط تر څنډې پورې فاصله ده ، چېرته چې (v_u) محاسبه کېږي . (γ_v) د مومنټ اصطکاک دی ،چې په بحراني مقطع کې دعرضاني تشنجاتو په انتقال کې رامنځته کېږي او په لاندې ډول تعريفېږي :

$$\gamma_v = 1 - \gamma_f \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (38.2)$$

دلته : (γ_f) د مومنټ اصطکاک دی ،چې دمستقيمې کږېدنې له امله انتقالېږي (516:10).

په (37.2 - فورمول) کې (J_c) د مقطع خاصیت دی چې د عرضاني قوي بحراني مقطع د ثقل مرکز محور ته قطبي انرشیایې مومنټ سره یو شانته دی . د (γ_v) او (J_c) د محاسبې لپاره په لاندې ډول تفصیلي بحث تر سره کېږي :

په پوښښ تخته کې کافي سیخان اړین دي چې په انتقالي عرض کې ځای په ځای شي، تر څو د مومنټ انتقالي اصطکاک ($\gamma_f M_u$) وزغمي . د (ACI) کود (13.5.3.2) برخه انتقالي عرض د پایې عرض (c_2) جمع د پایې په هرلورې د پوښښ تختې یا ډراپ د ضخامت (1.5) ځلې سره مساوي قبلوي (54b.2- شکل) . د هغه مومنټونو لپاره چې د څنډې پوښښ تختې سره عمودي انتقالېږي ، چېرته چې د څنډې ګاډر شتون ونه لري ، نو د (ACI) کود په محاسبه کې لکه د (54c.2- شکل) په څېر د نرې انتقالي عرض د کارېدنې وړاندېز کوي .



56.2- شکل: د پوښښ تختې - پایې د نښلېدنو سره د انتقالي عرض پېژندنه. (a) داخلي پایه، (b) د څنډې سره د موازي انتقال شوي مومنټ سره خارجي پایه او (c) د څنډې سره د عمودي انتقال شوي مومنټ سره خارجي پایه (7 :82) .

د (ACI) کود د (1962) ز کال د راپور له مخې کله چې د پوښښ تختې څنډې ته مومنټ عمودي انتقال شي ، نو ($\gamma_v = 0.20$) په پام کې نیول کېږي ، دا ځکه چې (80%) سلنه مومنټ د مومنټ په وړاندې ځای په ځای شویو سیخانو ته انتقالېږي او پاتې (20%) سلنه د عرضاني تشنجاتو په واسطه هغه بحراني مقطع ته چې د پایې ګردچاپېره د (d/2) په فاصله موقیعیت لري انتقالېږي . خو د حانسن (Hanson) د تجربې له مخې د مربعي پایو ، د داخلي پوښښ تختې - پاې نښلېدنې کې (60%) سلنه مومنټ په سلب کې د کږېدنې په وړاندې مقاومو سیخانو ته انتقالېدونکې فرض شوط دی . د کږېدنې په واسطه انتقالېدونکې مومنټ د (ACI) کود له مخې د لاندېنې فورمول په واسطه پیدا کېږي :

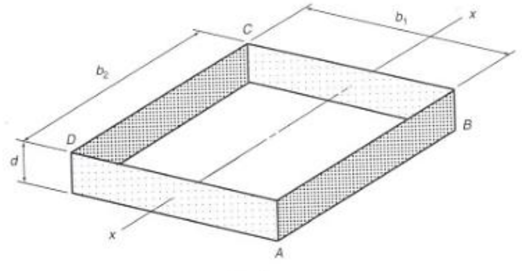
$$\gamma_f = \frac{1}{1+\left(\frac{2}{3}\right)\sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (39.2)$$

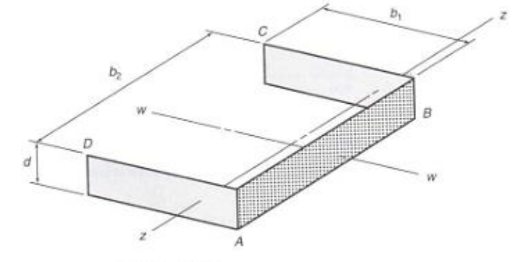
دلته : (b_1) د بحراني مقطع مجموعي محیط دی ، چې (x) محور ته کوم چې مومنټ پرې عمل کوي عمودي حسابېږي . او (b_2) محور سره موازي مجموعي عرض دی (55.2- شکل). د مربعوي بحراني مقطع لپاره ($b_1 = b_2$) ، (γ_f) ، (60) او ($\gamma_v = 1- \gamma_f$) ، (40) دا مانا لري چې پایې ته (60%) سلنه غیرمعادل مومنټ د پوښښ تختې د انحنایې سیخانو په واسطه او (40%) سلنه د غیرمتناظره عرضاني تشنجاتو په واسطه انتقالېږي . د حانسن (Hanson) د تجربې له مخې د ($b_1 = b_2$) لپاره ($\gamma_f = 0.60$) ، خو د اړخ دیوال سره د پوښښ تختې د نښلېدنې په حالت کې ($\gamma_f = 1$) او د اوږد دیوال په اخره کې د نښلېدنې په حالت کې ($\gamma_f = 0$) پیشنهاد شوې دی (516:10) .

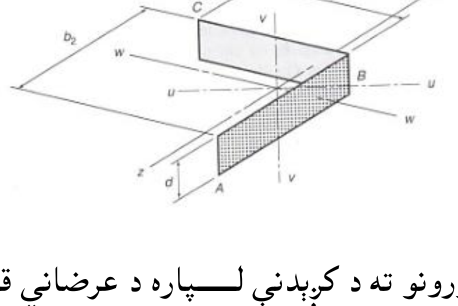
د (ACI) کود په (13.5.3.3) برخه کې محاسبه کوونکي انجنیر کولی شي چې د (γ_f) قیمت له (0.6) څخه (1.0) ته لوړ کړي ، که د (V_u) قیمت په نښلېدلې برخه کې د (ϕV_n) له (0.75) ځلې څخه کوچنی وی . په همدې شانته په کنج کې د نښلېدنې لپاره د(γ_f) قیمت لوړېدنه هم په پام کې نیول کېږي ،کله چې (V_u) له ($0.5\phi V_c$) څخه لږ شي . د داخلي

نښلېدنو لپاره د (γ_f) ډېرېدنه (25%) سلنه په پام کې نیول کېږي ، کله چې (V_u) له ($0.4\phi V_c$) څخه لږ شي (516,517:10).

3- متبادله تحلیل طریقه (Altenate Analysis Method) : د څنډې پایو سره د مومنټ او عرضاني قوي انتقال لپاره د متبادلې طریقې څخه مخکې د (ACI) کود په مروجه طریقې بحث تر سره شو. همداراز الیکساندر (Alexander) او سیمونډز (Semmonds) د متبادل تحلیل طریقه پیشنهاد کړله چې د څنډې نښلېدنو سره د عرضاني قوي او مومنټ د انتقال له امله د عرضاني تشنجاتو د ارزونه په اسانه توګه تر سره کوي . دا طریقه د (ACI) کود د مروجه طریقې د بشپړه توضیح کولو څخه وروسته توضیح کېږي .





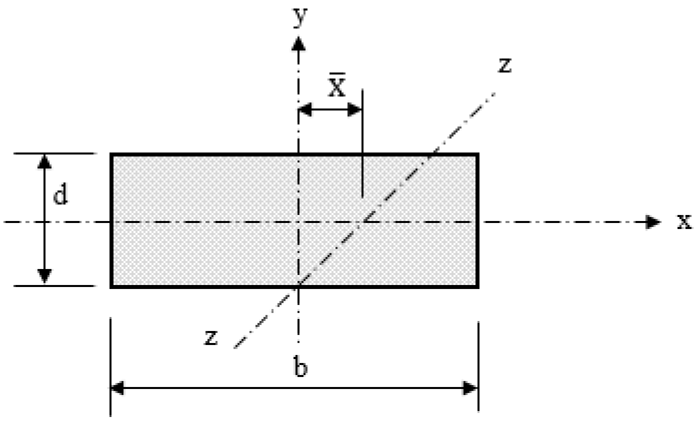


57.2- شکل: ښودل شویو محورونو ته د کرېدنې لــــپاره د عرضاني قوي بحراني محیط. (a) داخلي پایې بحــــراني محیط، (b) د څــــــنډې پایې بحــــراني محیط او (c) د کنج پایې د عرضاني قوي بحراني محیط (708:15) .

د عرضاني قوي د محيط خواص (Properties of the Shear Perimete) : د (ACI) کود د محاسبې د کړنلارې له مخې د پوښښ تختې - پايې داخلي ، څنډې او کنج د نښلېدنو سره د عرضاني قوي او مومنټ د انتقال د تحليل لپاره (55.2- شکل) او (37.2- فورمول) کارېږي ، تر د عرضاني قوي په بحراني مقطع کې عرضاني تشنجات محاسبه شي . د (J_c) اصطلاح د (ACI) کود په واسطه تشريح شوې ده ،چې خواص يې د نښلېدنې سره دانرشيا قطبي مومنټ د عرضاني قوي محيط د خواصو سره ورته دي . د (J_c) د پيداکولو لپاره لکه د (55.2- شکل) په څېر د عرضاني قوي بحراني مقطع په دوو، درېيواو څلورو لورو وېشل کېږي ، چې د هرلوري د ځانګړو قطبي انرشيا اغېزمنومومنټونو له مجموعي څخه د (J_c) قيمت حاصلېږي .

لاندېنې (56.2- شکل) کې د (55b.2- شکل) د د بحراني محيط د (A-D) د درېيو ابعادومستطيل ښودل شوې دی . د دې مستطيل قطبي انرشيايې مومنټ (z-z) محور ته ، کوم چې د مستطيل په پلان عمودي واقع او د مستطيل د ثقل له مرکزه د ($\bar{x}$) په فاصله بې ځايه شوی دی ، مساوي کېږي په :

$$J_c = (I_x + I_y) + (bd)\,\bar{x} = \left(\frac{b_1 d^3}{12}\right) + \left(\frac{d b_1^3}{12}\right) + (bd)\,\bar{x}^2 \ldots\ldots\ldots. (40.2)$$



58.2- شکل: دیوه لوري د قطبي مومنټ د پيداکړلو لپاره په پام کې نيول شوی مستطيل (15 :709) .

د عرضاني قوې د بحراني مقطع د څلورواړه لورو د ثقل مرکز په (55a.2-شکل) کې ښودل شوی دی ، چې د (DA) او (CB) لورو څخه تېرېږي او ($c_{AB} = c_{CD} = b_1/2$) سره

کېږي. د (55a.2-شکل) تړلي مستطیلي مقطع د اغېزمن قطبي انرشیایي مومنټ محاسبه، د (Jc) د اقتباس شوې د (x-x) محور په واسطه سوری شو ي ځانګړې لوري لپاره جمع د محورونو دوو لورو سره موازي انازې سره یو شانته دی .

$$J_c = J_c \text{ (about X-axis for faces AD and BC)} + A\bar{x}^2 \text{ (faces AB and CD)}$$

$$J_c = 2(I_x + I_y) + 2(b_2 d)\left(\frac{b_1}{2}\right)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (41.2)$$

دلته :

$b_1 = c_1 + 2(d/2)$ - کږېدونکې محور سره عمودي د عرضاني محیط د لورو اوږدوالی دی .

$b_2 = c_2 + 2(d/2)$ - کږېدونکې محور سره موازي د عرضاني محیط د لورو اوږدوالی دی.

c_1 - کږېدونکې محور سره دعمودي پایې عرض دی.

c_2 - کږېدونکې محور سره دموازي پایې عرض دی.

کــه پایې ته نـــژدې پراخـــه ســـورې شتون ولـــري ، نـــو د عـــرضاني قوي محیط د (44a.2- شکل) په څېر قبلېږي ، چې د ثقل مرکز او (Jc) په محاسبه کې د سوریو اغېزه باید په پام کې ونیول شي .

که دځنډې پایه داسې حالت کې وي چې عامل مومنټ د محورسره موازي عمل کړی وي ، لکه د (55b.2- شکل) په څېر د بحراني محیط د ثقل مرکز د پایې داخلې برخې د د خارخې په پرتله نژدې واقع کېږي . په پایله کې د مومنټ له امله عرضاني تشنجات لکه د (53c.2- شکل) په څېر د عرضاني محیط بیروني کنجونه لوی وي . که (M_u) لوی او (V_u) کوچنی وي ، نو منفي عرضاني تشنجات په همدې نقطه کې واقع کېږي . که (M_u) د افقي او ثقلي بارونو د ترکیب له امله په دې نقطه کې مثبت وي یا منفي وي ،لکه د (53c.2- شکل) په څېر د عرضاني تشنجاتو ډېره برخه له کنجکنو بیرون واقع کېږي .

که مومنټونه د ځنډې د محور (د z-z محورلکه د54b.2- شکل په څېر) سره موازي وي ، نو د محیط د درې لورو لپاره (b_1) داوږدوالي په توګه قبلېږي او اوږد لوري د ځنډې سره د عمودي لوري مساوي کېږي په :

$$c_{AB} = \frac{\text{moment of area of the sides about AB}}{\text{area of the sides}} = \frac{2(b_1 d)b_1/2}{2(b_1 d) + b_2 d} \quad \ldots\ldots\ldots (41.2)$$

د عرضاني محيط قطبي مومنټ مساوي کېږي په :

$J_c = J_c$ (about z-axis for faces AD and BC) + $A\bar{x}^2$ (face AB)

$$J_c = 2\left[\left(\frac{b_1 d^3}{12}\right) + \left(\frac{d b_1^3}{12}\right) + (b_1 d)\left(\frac{b_1}{2} - c_{AB}^2\right)\right] + (b_2 d)\, c_{AB}^2 \ldots\ldots (42.2)$$

که مومنټ په يوه عمودي محور د څنډې سره واقع شي ، نو ($c_{BC} = c_{AD} = c = b_2/2$)

کېږي او قطبي مومنټ د مقطع درېيو لورو ته مساوي کېږي په :

$J_c = J_c$ (about w-axis for faces AB) + $A\bar{x}^2$ (face BC and AD)

$$J_c = \left(\frac{b_2 d^3}{12}\right) + \left(\frac{d b_2^3}{12}\right) + 2(b_1 d)\, c^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (43.2)$$

د څنډې پايې لپاره که د محيط دوه لوري لکه د (55c.2- شکل) په څېر د (b_1) او (b_2) لوري بنودل شوی وی ، نو د (z-z) محور ته د ثقل مرکز موقيعيت مساوي کېږي په :

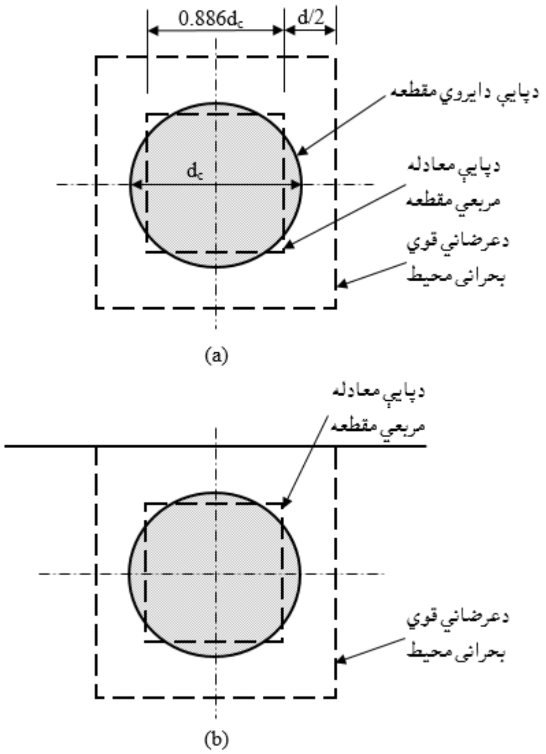
$$c_{AB} = \frac{(b_1 d)b_1/2}{b_1 d + b_2 d} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (44.2)$$

د عرضاني قوې د محيط قطبي مومنټ مساوي کېږي په :

$J_c = J_c$ (about z-axis for faces BC) + $A\bar{x}^2$ (face AB)

$$J_c = \left(\frac{b_1 d^3}{12}\right) + \left(\frac{d b_1^3}{12}\right) + (b_1 d)\left(\frac{b_1}{2} - c_{AB}^2\right) + (b_2 d)\, c_{AB}^2 \ldots (43.2)$$

د دايروي پايو لپاره : د (ACI) او(ASCE) په واسطه د عرضاني قوې او مومنټ په مرکبه توګه محاسبې داسې سپارښتنه کېږي چې د دايروي مقطع لرونکې پايې د عرضاني قوې محيط ، د مربعي مقطع پر بنسټ چې د ثقل مرکزيې د دايروي مقطع دثقل مرکز او دمحيط اوږدوالی سره يوشانته دی . په دې حالت کې د پايې دمعادلې مربعې مقطع دلوري اوږدوالی د ($c = \sqrt{\pi}\ d_c/2 = 0.886 d_c$) سره مساوي کېږي . دلته (d_c) د پايې د مقطع قطر دی . په لاندېنې (57.2-شکل) کې د دايروي پايې د معادلې مقطع او د عرضاني قوې د بحراني مقطع ښودل شوې دي .



59.2- شکل: دايروي پايو سره د مومنټونو او عرضاني قوو د انتقال لپاره د عرضاني قوي بحراني محيط. (a) د داخلي پايې لپاره د عرضاني قوي بحراني محيط او (b) د بيروني پايې لپاره د عرضاني قوي بحراني محيط (15 :712) .

په مرکبه توګه د عرضاني قوي او مومنټ د انتقال له امله د اعظمي تشنجاتو لپاره د بارېدنې ساحه : د پايو په ګردچاپيره په بحراني مقطعو اعظمي عرضاني تشنجات چې د پوښښ تختې پرې تکيه کوي ، بايد د بارونو ترکيبي حالت چې د ثقلي بارونو او مومنټ له امله عرضاني تشنجات مجموعه د اعظمي اندازې په څېر رامنځته کوي .

الف - د داخلي پايو لپاره : اعظمي عرضاني تشنجات په عمومي توګه هغه مهال رامنځته کېږي ، کله چې د فرش ټول پنيلونه يا د پايې ګردچاپيره فرش په بشپړه توګه دضريبي شويو ژونديو او مړبارونو په واسطه بارشوې وي ، سره له دې که نژدې وايې په څرګنده توګه يوبله سره بېلابېلې فاصلې ولري . دبارېدنې دويم حالت کې يوازې د اوږد لوري نژدې وايې په بشپړه توګه دضريبي شويو ژونديو او مړبارونو په واسطه بارشوې

وي ، بايد د پاملرنې لاندې ونيول شي . د بارېدنې دا حالتونه ښايي ډېر انتقالي مومنټ ، خو لږه عرضاني قوه رامنځته کوي .

ب - د څنډې پايو لپاره : (a) په هغه حالت کې چې مومنټ د څنډې د محور سره موازي عمل وکړي ، د عرضاني اعظمي تشنجاتو لپاره بحراني بارېدنه په بشپړه توګه دضريبي شويو ژونديو او مړبارونو په په يوه ځای په يوه مهال پايې ته د نژدې پنيلونو په دواړو څنډو واقع شوې وي .

(b) په هغه حالت کې چې مومنټ د څنډې د محور سره عمودي عمل وکړي ، اړينه ده چې دوه حالتونه بايد په پام کې ونيول شي : لومړي داچې په دواړونژدې پنيلونو په بشپړه توګه ضريبي شوی ژوندي او مړه بارونه عمل کړی وي ، په دې حالت کې اعظمي عرضاني قوه او لږ انتقالي مومنټ رامنځته کېږي . دويم داچې که په بشپړه توګه ضريبي شوی ژوندي او مړه بارونه د دوو نژدې پنيلونو يوازې په اوږدو لورو کړی وي ، نو په دې حالت کې ډېر انتقالي مومنټ او لږه عرضاني قوه رامنځته کېږي .

ج - د کنج پايو لپاره : د بارېدنې په داسې حالت کې چې په بشپړه توګه ضريبي شوی ژوندي او مړه بارونه د پوښښ سيستم په ټولو پنيلونو باندې عمل کړی وي ، نو له دې امله بارېدنې له امله عرضاني تشنجات په نارمل توګه رامنځته کېږي .

د عرضاني قوي ثقل مرکز ته د مومنټ محاسبه : د تشنجاتو وېشنه د (58.2- شکل) له مخې چې په هغې کې د عرضاني قوی محيط ثقل مرکز ته د (V_u) او د دې محيط د ثقل مرکز محور ته د (M_u) د واقع کېدنې له امله محاسبه کېږي .

کله چې د ساختمان دتحليل سافتوير کارېږي، نو د (V_u) او د (M_u) قيمتونه دتکيه شوې پوښښ تختې لاندې پايې د ثقل مرکز يا اړخ سره محاسبه کېږي . دمستقيمې محاسبوي طريقې لپاره د (V_u) او د (M_u) قيمتونه په نارمله توګه د پايې په اړخ کې محاسبه کېږي . يوازې په استثنايي توګه د څنډې پايې ته د مومنټ د انتقال لپاره د

(ACI) کود د (13.6.3.6) برخې د لارښوونې له مخې قیمت یې ($0.30M_o$) قبلېږي ، چې عامله نقطه یې د عرضاني قوی دبحرامني محیط دثقل مرکز په پام کې نیول کېږي .

د عرضاني قوی د محیط د ثقل مرکز څخه وروسته ساده معادل دیاګرام پیداکېږي ، چې د هغې له مخې د (V_u) او د (M_u) قیمتونو د پیداکولو لپاره چې د ثقل په مرکز کې عمل کوي . د (58a.2- شکل) ښیې چې په بیروني یا خارجي پایه کې مومنټ او عرضاني قوي په سر داسې محاسبه کېږي چې د پایې د اړخ سره واقع شوې وي یا عمل کوي . معادله محاسبه کولی شو د بحراني محیط د ثقل په مرکز کې د مومنټ او عرضاني قوی د محصلې د پیداکولو لپاره وکاروو ، چې په (58a.2- شکل) کې ښودل شوی دی . په همدې توګه کولی شو چې د (58b.2- شکل) په څېر د مومنټ او عرضاني قوی د لومړنۍ محاسبې لپاره یې د پایې د ثقل په مرکز د عامل په ډول قبول کړو . د داخلي پایې لپاره د عرضاني محیط د ثقل مرکز محور باید د پایې د ثقل له مرکزه تیر شي . کله چې د داخلي پایې د اړخونو سره د عرضاني قوی او مومنټ لومړني یا ابتدائیي قیمتونه پیداشو، نو معادله محاسبه یې په (58c.2- شکل) کې ښودل شوې ده ، چې د هغې له مخې کولی شو د عرضاني قوی د محیط د ثقل په مرکز کې عرضاني قوه او مومنټ پیداکړو ، خو که د داخلي پایې سره نژدې سوری (opening) وي ، نو د پایې د ثقل مرکز سره د عرضاني قوی د محیط ثقل مرکز په یوځای کې نه واقع کېږي، نو اړینه ده یوڅه تنظیم او سمون په پام کې ونیول شي ، تر څو محاسبه تر سره شي لکه په په (58c.2- شکل) کې ښودل شوي دي .

په دواړو اساسي لورو د مومنټ د انتقال په پام کې نیونه : د دې حالت لپاره د(37.2- رابطه) په لاندې ډول لیکل کېږي :

$$v_u = \frac{V_u}{b_o d} \pm \frac{\gamma_v M_{u1} c}{J_{c1}} \pm \frac{\gamma_v M_{u2} c}{J_{c2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (44.2)$$

په پورتنۍ رابطه کې (V_u) ، (M_{u1}) او (M_{u2}) په ترتیب سره په دوو اساسي محورونو په لورو عرضاني قوه او مومنټونه دي ، د (J_{c1}) او (J_{c2}) بارونو ترکیب لري او د

(c) قیمتونو پورې اړه لري او په محاسبوکې په ټیبیک ډول سره (ϕv_n) له (ϕv_c) ډېر وي(705-715:15) .

کله چې په بیروني یا خارجي ننبلېدنو کې په مرکب ډول سره د عرضاني قوی او مومنټ د انتقال له امله اعظمي عرضاني تشنجاتو د بدیل تحلیل لپاره الکساندر (Alexander) او سیمونډز (Simmonds) لاندېنۍ رابطه وړاندېزکړله :

$$v_u = 0.65 \times \frac{V_u + \frac{M_{u,face}}{4d}}{(c_1+c_2)d} \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (45.2)$$

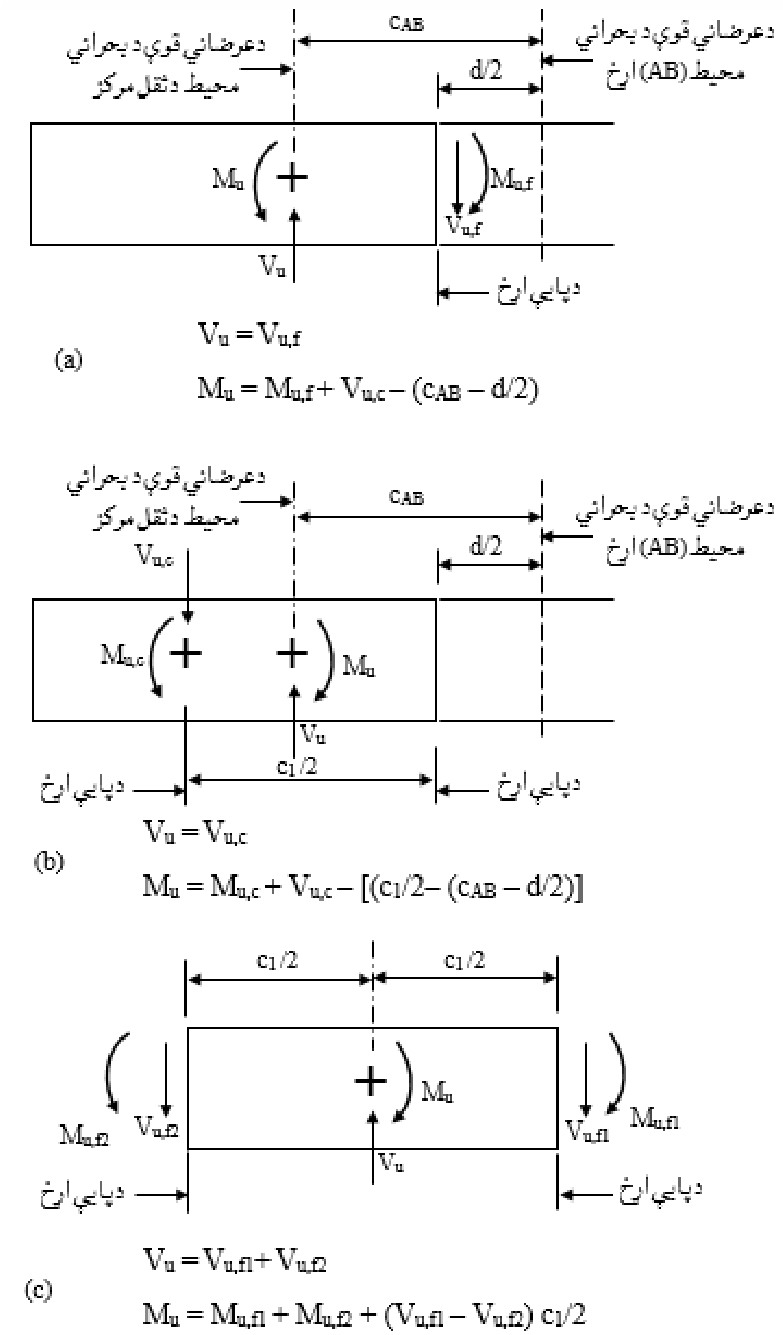
د پوښښ تختې - پایې په ننبلېدنو لپاره د عرضاني قوی او مومنټ د انتقال له امله عرضاني سیخانو د پیداکولو لپاره په لاندې ډول عمل کېږي :

(a) کله چې پوښښ تختې عرضاني سیخان ونه ولري ، نو اعظمي عرضاني ضریبي شوې تشنجات باید د لاندېنې شرط څخه ډېر نه شي :

$$\phi v_n = \phi(V_c)/(b_o d) \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (46.2)$$

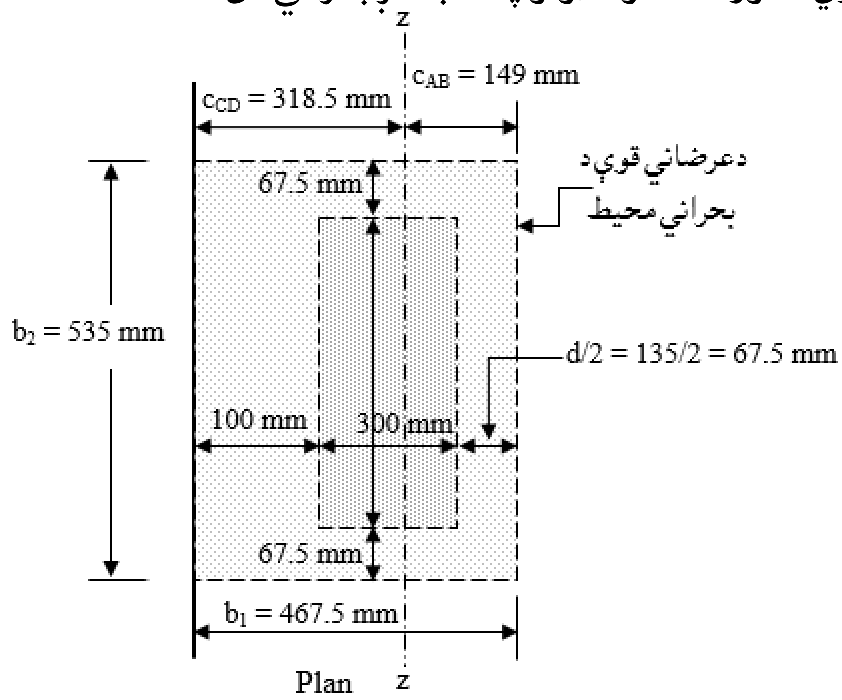
(b) کله چې پوښښ تختې عرضاني سیخان ولري ، نو اعظمي عرضاني ضریبي شوې تشنجات باید د لاندېنې شرط څخه ډېر نه شي :

$$\phi v_n = \phi(V_c + V_s)/(b_o d) \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\; (47.2)$$



60.2- **شکل** : د بحراني محيط د ثقل مرکز سره د مومنټ او عرضاني قوې د انتقال محاسبه . (a) بيروني پايه چې مومنټ او عرضاني قوه يې له اړخه پيلېږي ، (b) بيروني پايه چې مومنټ او عرضاني قوه يې له مرکزه پيلېږي او (c) داخلي پايه چې مومنټونه او عرضاني قوې يې له اړخه پيلېږي (15 :713).

18.2- مثال : که یوه (400 mm x 300mm) ابعاد لرونکې پایه لکه څنګه چې په لاندېنې شکل کې ښودل شوې ده ، د بې له ګاډر هواره پوښښ تختې له څنډې څخه په (100 m) فاصله کې واقع وي . کــه د پــوښښ تخـــتې ضخامت (160 mm) اومنځنۍ فعاله ارتفاع (135 mm) ، (f'_c = 25 MPa) ، (f_y = 420 MPa) اود مستقیمي محاسبوي طریقې په واسطه په لاس راغلی ستاتیکي مومنټ قیمت (M_o = 206 KN. m) او د څنډې پنیل لپاره عرضاني قوه (139 KN) وي . همدارازد پایې له مرکزي لیکې څخه د پوښښ تختې د (150 mm) وتلې برخې ضریبي شوې عرضاني قوه (18 KN) وي . بارېدنه د دې لامل کېږي چې د مومنټ محور د څنډې سره عموداو د (z-z) محور(د څنډې سره موازي محور) ته د مومنټونو په نسبت لړ بحراني دی .



حل :

1- د عرضاني قوي د بحراني محیط ټاکل : د عرضاني قوي بحراني محیط د پایې له اړخ څخه د (d/2) په فاصله موقیعیت لري . داځکه چې د پوښښ تختې څنډه د پایې د بیروني اړخ څخه د (2h) په فاصله لرى واقع ده .

2- د عرضاني قوي دمحیط د ثقل مرکز مساوي کېږي په :

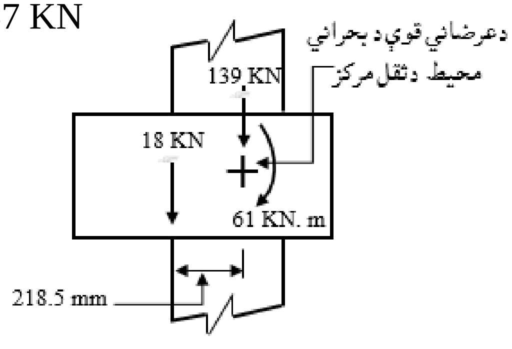
$$c_{AB} = \frac{\Sigma Ay}{A} = \frac{2\ (467.5 \text{ x } 135) \text{x} \left(\frac{467.5}{2}\right)}{2\ (467.5 \text{ x } 135)+(535 \text{ x } 135)} = 149 \text{ mm}$$

$$c_{AB} + c_{CD} = 467.5 \text{ mm} \Rightarrow c_{CD} = 467.5 - c_{AB} = 467.5 - 149 = 318.5 \text{ mm}$$

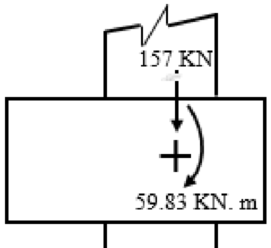
3- د عرضاني قوي د محیط ثقل مرکز ته د مومنټ پیداکول : د پوښښ تختې د هغې برخې لپاره چې وایې یې د ځنډې د پایې او د لومړۍ منځنۍ پایې د مرکزي لیکې تر منځ واقع ده، د (ACI) کود د (13.6.3.6) برخې د تعریف له مخې د ځنډې پایې ته انتقالېدونکې مومنټ د ($0.30M_o$ = 0.30 x 206 = 61.8 KN. M) سره مساوي کېږي . دا مومنټ باید دعرضاني قوي د محیط ثقل مرکز ته داسې فرض شي چې (V_u) د ځنډې پنیل څخه په همدې نقطه عمل وکړي . د پوښښ تختې هغه برخه چې د پایې د مرکزي لیکې څخه بیرون واقع ده (V_{uc} = 18 KN) عرضاني قوه لري ، چې (150 mm) فاصله کې عمل کوی ، چې د عرضاني محیط د ثقل له مرکزه د (318.5 – 250 = + 68.5 mm) عمل کوي ، نو د عرضاني قوي مرکز ته مجموعي مومنټ او عرضاني قوه مساوي کېږي په :

M_u = 61.8 – (18 x 0.2185/2) = 59.83 KN. m

V_u = 139 + 18 = 157 KN



دمستقیمې محاسبوي طریقې له مخې مومنتونه



دعرضاني قوي دثقل مرکز ته مومنتونه

4- د (ϕV_c) او $(V_u/\phi V_c)$ پیداکول : د (V_c) کوچنی قیمت مخکې د فورمول په واسطه ورکړل شوې دی او$(\phi = 0.75)$ قبلېږي . نو (V_c) مساوي کېږي په :

$$V_c = (2 + \frac{4}{\beta})\sqrt{f'_c}\, b_o d \Rightarrow \beta = \frac{\text{Long side of the column}}{\text{Short side of the column}} = \frac{400}{300} = 1.33$$

$$(2 + \frac{4}{1.33}) = 5.01 > 4 \text{ (does not govern)}$$

د بحراني محیط د کچې په پام کې نیولو سره (V_c) مساوي کېږي په :

$$V_c = (\frac{\alpha_s}{b_o} + 2)\sqrt{f'_c}\, b_o d$$

د څنډې پایې لپاره $(\alpha_s = 30)$ او $(b_o = 2 \times 467.5 + 535 = 1{,}470\ mm)$ ، نو $(30x135/1{,}470) + 2 = 4.8 > 4$ (does not govern)، نو په پایله کې (V_c) په لاندې ډول پیداکوو:

$$\phi V_c = \phi\, \frac{1}{3}\sqrt{f'_c}\, b_o d = 0.75 \times \frac{1}{3} \times \sqrt{25} \times 1{,}470 \times 135 = 248.06\ KN$$

په پایله کې $(\phi V_c = 248.06\ KN)$ او $(V_u/\ \phi V_c = 157/248.06 = 0.633)$ کېږي .

5- د کړېدنې یا انحناء په واسطه د انتقال شوې مومنټ د اصطکاک ضریب (γ_f) پیداکول :

$$\gamma_f = \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} = \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\sqrt{\frac{467.5}{535}}} = 0.616$$

د (ACI) کود $(13.5.3.3)$ برخه تجویزوي چې (γ_f) تر (1.0) پورې ډېرېدلی شي، که $(V_u/\ \phi V_c)$ له (0.75) څخه ډېر نه شو او په پایله کې $(\rho \le 0.375\rho_b)$ کله چې د پایې د مرکز د عرض فاصله $(c_2 + 3h)$ وي . د څلورم قدم څخه لرو چې $(V_u/\ \phi V_c = 0.633)$ دي ، نو ځکه $(\gamma_f = 1.0)$ قبلوو او د سیخانو چک کول اړین دي .

6- د کړېدنې یا انحناء په واسطه د انتقال شوې مومنټ لپاره د سیخانو محاسبه کول :

څرنګه چې د کړېدنې یا انحناء لپاره اغیزمن عرض مساوي کېږي په :

$$(b = c_2 + 3h = 300 + 3 \times 160 = 780mm)$$

مومنټ $(1.0 \times 59.83\ KN.\ m = 59.83\ KN.\ m)$ سره مساوي کېږي او $(jd = 0.9d)$ قبلوو ، نو د سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$(M_u = 130.9\ KN.\ m)$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi bd^2} = \frac{59.83 \times 10^6}{0.9 \times 780 \times (135)^2} = 4.68\ N/mm^2 = 0.74\ MPa.$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 25}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \times 4.68}{0.85 \times 30}}\right)\right] = 0.0127$$

$$\rho_b = 0.85\beta_1 \frac{f'_c}{f_y}\left(\frac{600}{600+f_y}\right) = 0.85 \times 0.85 \times \frac{25}{420}\left(\frac{600}{600+420}\right) = 0.0253$$

$$0.375\rho_b = 0.375 \times 0.0253 = 0.0095$$

داچې $(\rho > 0.375\rho_b)$ شو ،نود (γ_f) نه شي کېدای چې (1.0) ته لوړ شي . مونږ باید دا داسې فرض کړو چې یوه داسې قیمت ته لوړ شي چې د (0.616) او (1.0) قیمتونو تر منځ وي ، نو له دې امله د (ρ) قیمت داسې باید په پام کې ونیول شي چې د مقاوم مومنټ لپاره یې قیمت له $(0.375\rho_b)$ څخه ډېر نه شي . مونږ په د خپلې خوښې سره (8N12) سیخان قبلوو، چې مساحت یې $(A_s = 904\ mm^2)$ کېږي $(\rho = 0.00856 < 0.375\rho_b = 0.0095)$ کېږي ،چې (ϕM_n) مساوي کېږي په :

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85f'_c b} = \frac{904 \times 420}{0.85 \times 25 \times 780} = 23\ mm$$

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) = 904 \times 420 \times (135 - 23/2) = 46.89\ KN.\ m = \gamma_f M_u$$

هغه مومنټ چې د عرضاني قوي په واسطه انتقالېږي مساوي کېږي په :

$$\gamma_v M_u = 59.83 - 46.89 = 12.94\ KN.\ m$$

7 - د څرخېدنې انرشیایي مومنټ (J_c) پیداکول : (J_c) د $(z\text{-}z)$ محور ته د مومنټونه د عامل کېدنې په حالت کې په لاندې ډول پیداکېږي :

$$J_c = 2\left[\left(\frac{b_1 d^3}{12}\right) + \left(\frac{d b_1^3}{12}\right) + (b_1 d)\left(\frac{b_1}{2} - c_{AB}\right)^2\right] + (b_2 d)\, c_{AB}^2$$

$$J_c = 2\left[\left(\frac{467.5 x (135)^3}{12}\right) + \left(\frac{135 \times (467.5)^3}{12}\right) + (467.5 \times 135)\left(\frac{467.5}{2} - 149\right)^2\right] + (535 \times 135) \times (149)^2 = 0.5 \times 10^{10}\ mm^4.$$

8- د عرضاني تشنجاتو پیداکول :

$$v_u = \frac{V_u}{b_o d} \pm \frac{\gamma_v M_u c}{J_c} = \frac{157{,}000}{(1{,}470 \times 135)} \pm \frac{(12.94 \times 10^6)c}{0.5 x 10^{10}} = 0.80 \pm 0.0026c$$

د (AB) عرضاني تشنجات $(c_{AB} = 149\ mm)$ مساوي کېږي په :

$\nu_{u,AB} = 0.80 + 0.0026 \times 149 = 1.2$ MPa.

د (CD) عرضاني تشنجات ($c_{CD} = 318.5$ mm) مساوي کېږي په :

$\nu_{u,AB} = 0.80 - 0.0026 \times 318.5 = -0.03$ MPa.

د ثخلورم قدم څخه د ($\phi V_c = 248.06$ KN) له مخې ($\phi\nu_c$) په لاس راځو :

$$\phi\nu_c = \frac{\phi V_c}{b_o d} = \frac{248.06 \times 10^3}{(1{,}470 \times 135)} = 1.25 \text{ MPa}$$

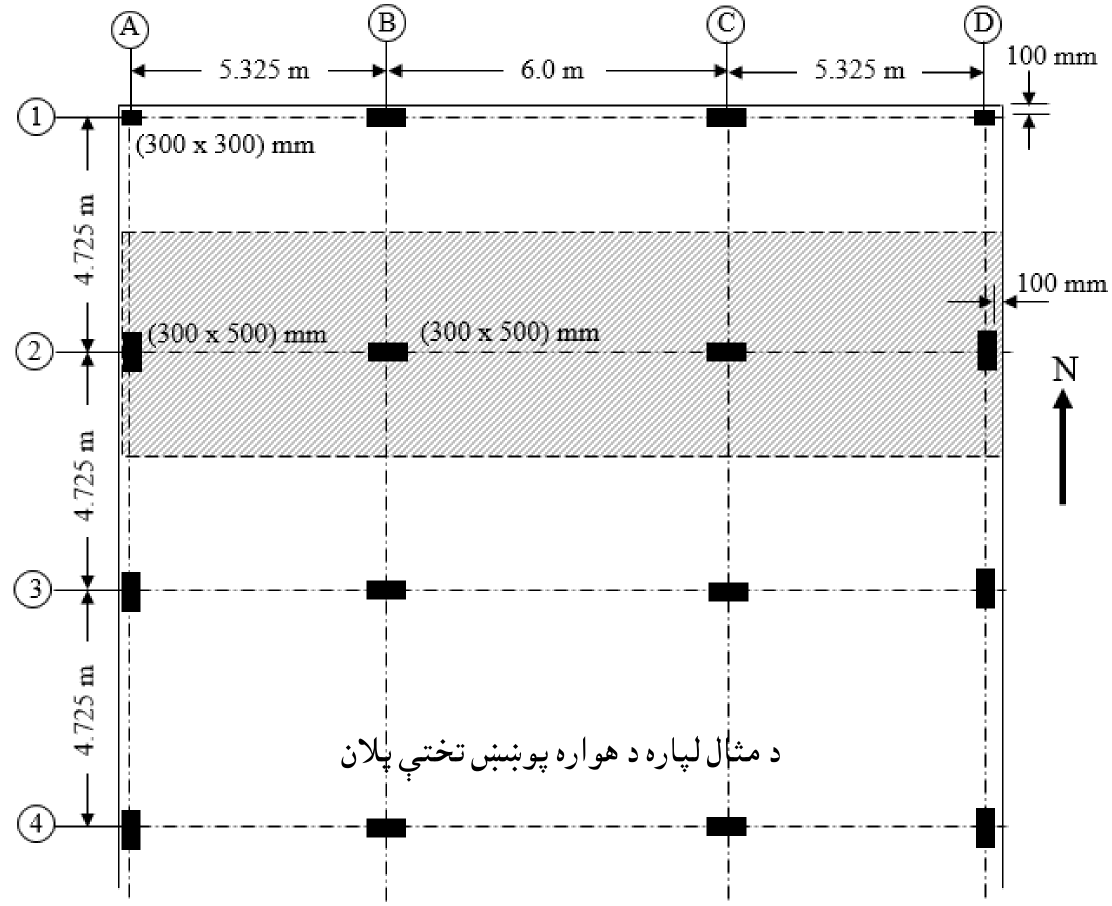
د پورتنيو محاسبو څخه حاصل شو چې ($\phi\nu_c = 1.25$ MPa > $\nu_u = 1.2$ MPa) ، نو په پايله کې د (400 mm x 300 mm) پايې چې په شکل کې ښودل شوې ده ګردچاپيره (8N12@125 mmC/C) سيخان ځای په ځای کېږي .

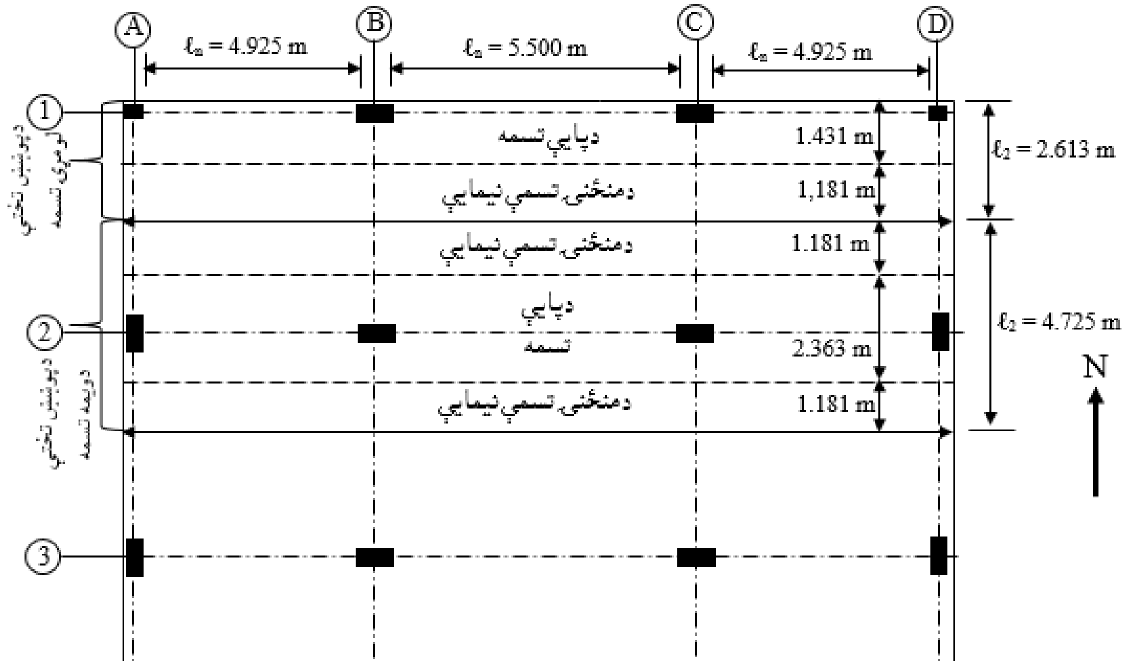
9- د اټکلي طريقې دقت په لاندې ډول چک کېږي :

$$\nu_u = 0.65 \times \frac{V_u + \frac{M_{u,face}}{4d}}{(c_1+c_2)d} = 0.65 \times \frac{157{,}000 + \frac{12.94 \times 10^6}{4 \times 135}}{(400+300) \times 135} = 1.66 \text{ MPa}$$

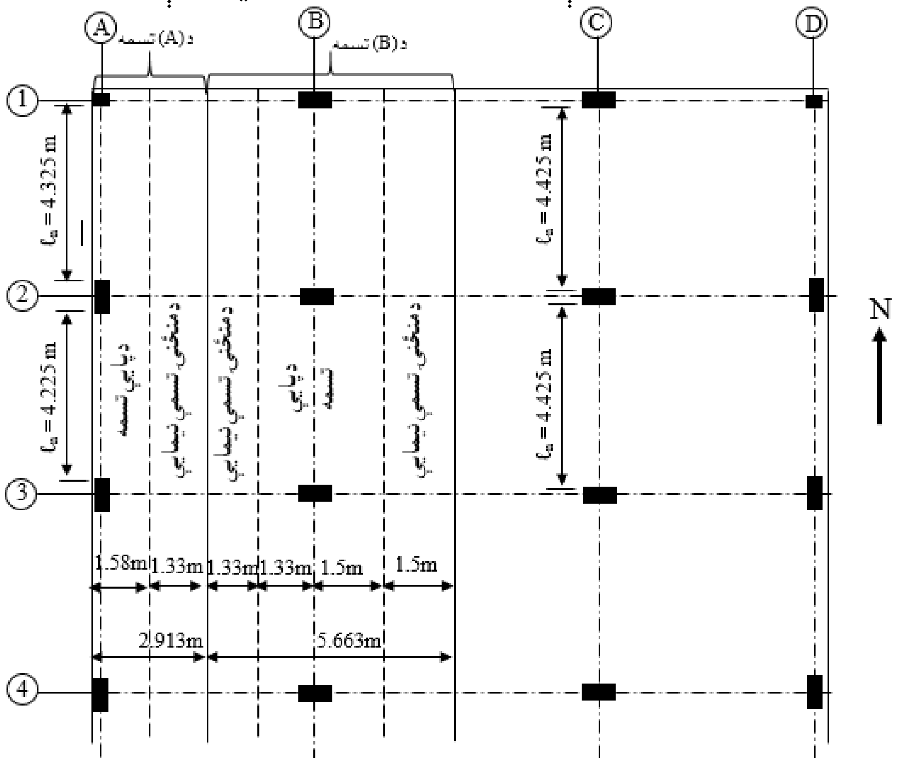
د اټکلي طريقې په واسطه محاسبه شوې تسنجاتو قيمت په (AB) اړخ کې د محاسبه شرېي قيمت څخه نژدې (25%) سلنه ډېر دی .

-19.2 مثال : په لاندېنې شکل کې ښودل شوې هواره پوښښ تختې چې په څنډو کې ګاډرونه نه لري او د خپل بار سربېره د جداکوونکو دیوالونو او فرشونو (1.2 KN/m^2) مړ بار او (2.4 KN/m^2) ژوندی بارپرې عمل کوي . د پوښښ تخته د تکیه شوې بیروني پایې د اړخ لـه پاسـه (100 mm) تیرېږي چې بیـروني دیـوال د دیـوال په اوږدو کې (3.4 KN/m) وزن هم پرې تکیه دی . د پوړ تر پوړه ارتفاع (2.65 m) ، ($f'_c = 25$ MPa) او ($f_y = 420$ MPa) او د پـوښښ تختې لاندې پایې (300 mm x 300mm) او (300 mm x 500 mm) ابعادلري ، محاسبه کړئ ؟





د پوښښ تختې ختیځه - لویدیځه محاسبوي تسمې



د پوښښ تختې شمالي - جنوبي محاسبوي تسمې

حل : د بشپړه محاسبې لپاره ددواړو محاسبوي تسمې (ختیځه - لویدیځه او شمالي - جنوبي) ، چې د ختیځې - لویدیځې تسمې لپاره دپایې تسمه له (2) مرکزي لیکې او په څنډه کې د پایې تسمه له (1) مرکزي لیکې څخه تېرېږي .

1- د محاسبوي طرېقې ، د بارونو ترکیب او د مقاومت کمونکې ضریب ټاکنه : د (ACI) کود د (13.6.1) برخه د لاندېنیو شرایطو په بشپړېدنې سره د مستقیمې محاسبوي طرېقې کارېدنه تجویزوي :

(a) لږترلږه بایده په هرلوري درې وایې شتون ولري ، چې په دې مثال کې داشرط صدق کوي .

(b) د پنیل د اوږد او لنډ لوري د وایو د اوږدوالي نسبت باید له (2) څخه کوچنی وي، چې داشرط هم صدق کوي یانې د ټولو پنیلونو د اوږد او لنډ لورو داوږدوالی نسبت له (2) څخه کوچنی دی .

(c) د پرله پسې وایو د اوږدوالي توپیر باید داوږدې وایې د یوپردېیمې برخې څخه ډېر نه شي .($short\ span/long\ span \geq 2 \Rightarrow 5.325/6 = 0.888 < 2$) چې دا شرط هم صدق کوي .

(d) له مرکزیت څخه د پایو بیرون کېدنه د پرله پسې پایو د هریو مرکزي محورونو په نسبت د وایې د اوږدوالي د (10%) سلنې څخه باید ډېره فاصله ونه لري .

(e) ټول بارونه باید ثقلي او یو شانته وېشلی وي .

(f) ژوندی بار باید دبې له ضریبه مړ بار له دوه ځلې څخه ډېر نه شي . له جدول څخه په ګټې اخېستنې سره د پوښښ تختې ضخامتمساوي کېږي په :

$(\ell/36 = 6.0/36 = 0.167m \approx 0.17\ m)$

د پوښښ تختې اټکلي مړ بار مساوي کېږي په :

$(0.17 \times 24 + 1.2 = 5.28\ KN/m^2)$

نو له دې څرګنده شوه چې ژوندی بار ($2.4KN/m^2$) د مړبار($5.28\ KN/m^2$) د نیمایې اندازې څخه هم لږ دی ، نو داشرط هم صدق کوي .

(g) په دې مثال کې د پوښښ تختې په څنډو کې ګاډر نه شته ، نو له دې امله اړینه نه ده چې د ګاډر دواړو لورو ته د سختۍ (α_f) چک کړو ، نو دا شرط هم صدق کوي .

د پورتنيو شرطونو د تصديق څخه دا مثال کولی شو د مستقطمي محاسبوي طريقې په واسطه حل کړو.

همداراز دبارونو د ترکيب لپاره ($W_u = 1.2DL + 1.6\ LL$) رابطه کاروو او هم په کږېدنه يا انحناء کې کموونکي ضريب ($\phi = 0.9$) د عرضاني قوو لپاره کموونکې ضريب ($\phi = 0.75$) قبلوو .

2- د پوښښ تختې ضخامت ټاکنه :

(a) په اصغري ډول د پوښښ تختې د څلوروټيپيکو پنيلونو ضخامت په لاندې ډول پيدا کېږي :

د (1-2-A-B) (په بيروني کنج کې) پنيل لپاره :

$$\ell_n = 5.325 - (0.30 + 0.10) = 4.925\ m \Rightarrow h = \ell_n/30 = 4.925/30 = 0.164\ m$$

د (1-2-B-C) (بيروني) پنيل لپاره :

$$\ell_n = 6.0 - (0.50) = 5.50\ m \Rightarrow h = \ell_n/30 = 4.925/30 = 0.183\ m$$

د (2-3-A-B) (بيروني) پنيل لپاره :

$$\ell_n = 5.325 - (0.30 + 0.10) = 4.925\ m \Rightarrow h = \ell_n/30 = 4.925/30 = 0.164\ m$$

د (2-3-B-C) (داخلي) پنيل لپاره :

$$\ell_n = 5.0 - (0.50) = 5.5\ m \Rightarrow h = \ell_n/33 = 5.5/33 = 0.167\ m$$

د پورتنيو محاسبو څخه د پوښښ تختې ($h = 190\ mm$) قبلوو او په لاندې ډول يې د عرضاني قوو په وړاندې ارزوو:

(b) د (B_1) او (B_2) پايولپاره د عرضاني قوي په وړاندې د ضخامت ارزونه په لاندې ډول تر سره کېږي :

د (B_1) پايې لپاره : د (z-z) محور ته اعظمي مومنټ هغه مهال رامنځته کېږي چې په لاندېنې شکل کې د (E-F-G-H-E) ساحه ټوله د ژوندی بار په واسطه بار شي . په څنډې عمود محور ته هغه مهال اعظمي مومنټ رامنځته کېږي ، کله چې ژوني بارونه د (B)

ليکې د پايې په لوري واقع شي . دارنگه باربدنه نه کارېږي ، دا ځکه چې دا د ژوندي پورې تړلې دی او عرضاني قوه د (E-F-G-H-E) ساحې باربدنې لپاره نيمه وي .

باري ساحه د پايې له څنډې يا کنج څخه د (0.5ℓ) په غځېدنې سره فرضېږي .

د شمالي - جنوبي پوښښ تختې تسمې شکل له مخې د پوښښ تختې د (A) تسمې لپاره باري ساحه مساوي کېږي په :

د(A1-A2) وايې لپاره : د دې وايې عرض د (A) مرکزي ليکې د پايې له مرکزه تر (B) ليکې پايې تر مرکزه پورې (5.325 m) دی ، نو باري ساحه يې تر (0.5 x 5.325 =2.663m) پورې د (A) ليکې څخه غځېږي . د څنډې فاصله په (150 + 100 = 250mm) سره مساوي کېږي . د (1) ليکې پايې له مرکزه د (2) ليکې پايې تر مرکزه پورې فاصله (4.725 m) ده، نو باري ساحه يې تر (0.5 x 4.725 =2.363m) پورې د (1) ليکې څخه غځېږي . همداراز باري ساحه له (2) ليکې څخه د(1.182 m) په اندازه غځېږي ، خو عرضاني قوه بايد د (1.15) ضريب په واسطه ډېره شي او د څنډې فاصله په (150 + 100 = 250 mm) سره مساوي کېږي.

د (A2-A3) وايې لپاره : د دې وايې باري ساحه کټ مټ د(A1-A2) وايې دباري ساحې په څېر ده . د (2) ليکې پايې له مرکزه د (3) ليکې پايې تر مرکزه پورې فاصله (4.725 m) ده، نو باري ساحه يې تر (0.5 x 4.725 =2.363m) پورې له (2) او (3) ليکې څخه غځېږي .

د پوښښ تختې د (B) تسمې لپاره باري ساحه (د لاندېنې شکل له مخې) :

د(B1-B2) وايې لپاره : د دې وايې عرض د (A) مرکزي ليکې د پايې له مرکزه تر (B) ليکې پايې تر مرکزه پورې (5.325 m) دی ، نو باري ساحه يې تر (0.5 x 5.325 =2.663m) پورې د (B) ليکې څخه غځېږي ،خو عرضاني قوه بايد د (1.15) ضريب په واسطه ډېره شي. له (B) مرکزي ليکې د پايې له مرکزه تر (C) ليکې پايې تر مرکزه پورې عرض (6.0 m) دی ، نو باري ساحه يې تر (0.5 x 6.0 = 3.0m) پورې د (B) ليکې څخه تر (C) ليکې پورې غځېږي او د څنډې فاصله په (150 + 100 = 250mm) سره مساوي

کېږي . د (1) ليکې پايې لـه مرکـزه د (2) ليکې پايې تـر مـرکـزه پـورې فاصله (4.725 m) ده، نو باري ساحه يې تر (0.5 x 4.725 =2.363m) پورې د (1) ليکې څخه غځېږي . همداراز باري ساحه له (2) ليکې څخه د(1.182 m) په اندازه غځېږي ، خو عرضاني قوه بايد د (1.15) ضريب په واسطه ډېره شي.

د(B2-B3) وايې لپاره : د دې وايې عـرض (5.325 m) دی ، نـو باري ساحه يې تر (0.5 x 5.325 =2.663m) له (B) ليکې څخه غځېږي ،خو عرضاني قوه بايد د (1.15) ضريب په واسطه ډېره شي. له (B) او (C) ليکو څخه (0.5 x 6.0 = 3.0m) پورې باري ساحه غځېږي . داچې د(A1) او(A2) وايو اوږدوالی سره يو شانته دی ،نو د (2) او (3) ليکو لپاره يې باري ساحه يې تر (0.5 x 4.725 = 2.363 m) پورې غځېږي .

کله چې د پنيل مساحت له ($0.26\ m^2$) يا ($400\ ft^2$) څخه ډېر شي ، نو دا ممکنه ده چې ژوندی بار مخکې له ضريبي کېدنې څخه راکم شي ، چې په داسې حالتونو کې د (q_u) يا (W_u) قيمت د هر پنيل لپاره توپيرکوي .

$$W_u = 1.2\ (0.19 \times 24 + 1.2) + 1.6 \times 2.4 = 6.912 + 3.84 = 10.752\ KN/m^2$$

منځنې فعاله ارتفاع مساوي کېږي په : $d = 190 - 35 = 155\ mm$

د مقاومت له مخې د عرضاني قوې په وړاندې د (B1) او (B2) پايو فعاله ارتفاع ارزوو:

د (B2) پايې لپاره : د دې پايې په اوږد لوري دعرضاني قوې بحراني محيط اوږدوالی (500 + 155 = 655 mm) او په لنډ لوري (300 + 155 = 455 mm) کېږي ، همدا راز عرضاني قوې مخکې له ضريبې کېدنې څخه باري ساحه په (1.15) ضريب کې ضربېږي .

د عرضاني قوې بحراني محيط په لاندې ډول پيداکېږي :

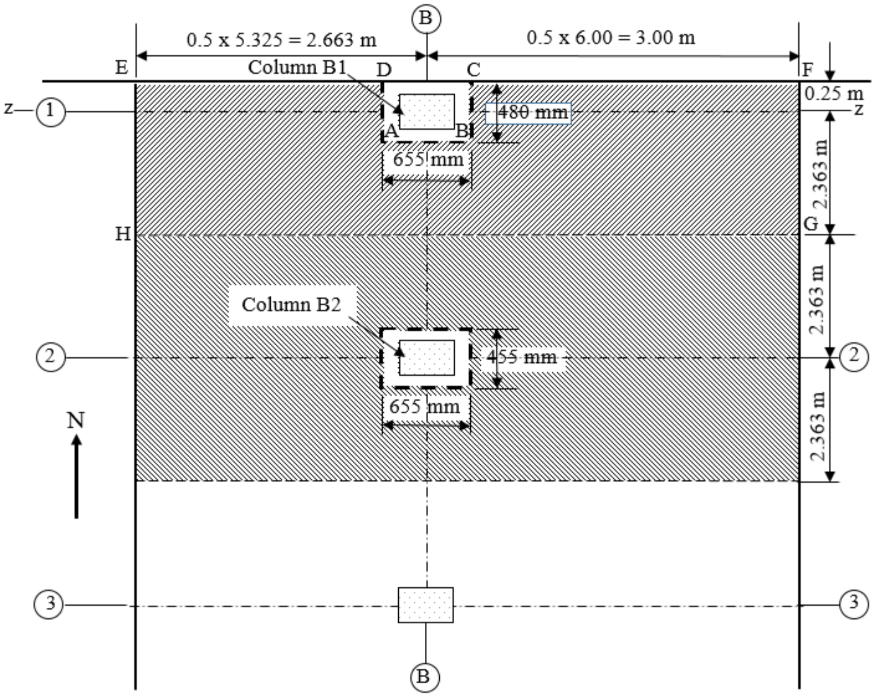
$b_o = 2\ (0.655 + 0.455) = 2.22\ m$

$V_u = 10.752\ [(2.663 \times 1.15+3.0) \times (2.363 \times 1.15+2.363) – (0.655 \times 0.455)]$

$V_u = 10.752\ [(6.0625) \times (5.0805) - 0.298] = 328\ KN$

$$V_c = (2 + \frac{4}{\beta})\sqrt{f'_c}\ b_o d \Rightarrow \beta = \frac{\text{Long side of the column}}{\text{Short side of the column}} = \frac{500}{300} = 1.67$$

$$(2 + \frac{4}{1.67}) = 4.4 > 4 \text{ (does not govern)}$$



د بحراني محیط د کچې په پام کې نیولو سره (V_c) مساوي کېږي په:

$$V_c = \left(\frac{\alpha_s}{b_o} + 2\right)\sqrt{f'_c}\; b_o d$$

د داخلي پايې لپاره ($\alpha_s = 40$) ، نو (40x155/2,220) + 2 = 4.8 > 4 (does not govern)، نو په پايله کې (V_c) په لاندې ډول پيدا کوو:

$$\phi V_c = \phi\,\frac{1}{3}\sqrt{f'_c}\; b_o d = 0.75 \text{x} \frac{1}{3} \text{ x } \sqrt{25} \text{ x } 2{,}220 \text{ x } 155 = 430.13 \text{ KN} > V_u = 328 \text{ KN}$$

څرنګه چې ($V_u / \phi V_c = 328/430.13 = 0.763 > 0.4$) کېږي ، نو له دې امله تعدیل ته کومه اړتیا نه شته، د غیرمعادل مومنټ نسبت د غیرمرکزي عرضاني تشنجاتو په واسطه دفع کېږي ($\gamma_v = 1 - \gamma_f$) . داچې دا نسبت له (0.8) څخه لږ دی ، نود پوښښ تختې ضخامت ښايي کافي ، کله چې داخلي نښلېدنې سره مومنټ او عرضاني قوه په مرکبه توګه انتقال شي.

د (B1) پايې لپاره:

$$b_o = 2 \text{ x } 0.480 + 0.655 = 1.615 \text{ m}$$

$$V_u = 10.752\,[(2.663 \text{ x } 1.15+3.0) \text{ x } (2.363 + 0.250) - (0.480 \text{ x } 0.655)]$$

$$V_u = 10.752\,[(6.0625) \text{ x } (2.613) - 0.3144] = 167 \text{ KN}$$

$V_c = (2 + \frac{4}{\beta})\sqrt{f'_c}\, b_o d \Rightarrow \beta = \frac{\text{Long side of the column}}{\text{Short side of the column}} = \frac{500}{300} = 1.67$

$(2 + \frac{4}{1.67}) = 4.4 > 4$ (does not govern)

د بحراني محیط د کچې په پام کې نېولو سره (V_c) مساوي کېږي په :

$V_c = (\frac{\alpha_s}{b_o} + 2)\sqrt{f'_c}\, b_o d$

د داخلي پایې لپاره ($\alpha_s = 30$) ، نو $(30x155/1,615) + 2 = 4.9 > 4$ (does not govern)، نو په پایله کې (V_c) په لاندې ډول پیداکوو:

$\phi V_c = \phi\, \frac{1}{3}\sqrt{f'_c}\, b_o d = 0.75x\, \frac{1}{3}\, x\, \sqrt{25}\, x\, 1,615\, x\, 155 = 313\ KN > V_u = 167\ KN$

څرنګه چې ($V_u/\ \phi V_c = 167/313 = 0.534 < 0.75$) کېږي ، نو له دې امله د انتقالي مومنټ لپاره د(γ_f) سمون ته اړتیا شته.

(c) د بیروني یا خارجي ګاډرونو لپاره د (γ_f) ضریب پیداکول : داچې په دې مثال کې د پوښښ تختې په څنډوکې ګاډرونه نه شته نو($\gamma_f = 0$) قبلېږي .

3- دپایې د(2) لیکې په اوږدو د پوښښ تختې په تسمه کې د مومنټونو پیداکول :

د پوښښ تختې دا برخه د یوه سخت چوکاټ په څېر کارکوي چې (A2, B2, C2) (D2) پایو ترمنځ یې وایې واقع دي . د پوښښ تختې په دې تسمه کې د (A2-B2) او (C2-D2) پنیلونه وروستني او (B2-C2) داخلی پنیل دی . همداراز د (A2) او (D2) پایې بیروني یا خارجي پایې او (B2) او (C2) داخلي پایې دي .

دا محاسبې په لاندېنیو جدولونو کې په اتو کرښو دامحاسبې په لاندې ډول تر سره کېږي:

لومړۍ کرښه (Line 1) - په دې کرښه کې د (ℓ_1) فاصله ښودل شوې ده چې د محاسبې لاندې تسمې په لوري دمرکزتر مرکزه فاصله ده.

دویمه کرښه (Line 2) - په دې کرښه کې د (ℓ_n) فاصله ښودل شوې ده چې د محاسبې لاندې تسمې په لوري خالصه فاصله ده.

درېیمه کرښه (Line 3) - په دې کرښه کې د (ℓ_2) عرض دی چې په (ℓ_2) باندې عموددی، چې په شکل کې ښودل شوی دي .

څلورمه کرښه (Line 4) - په دې کرښه کې د (q_u) دېلابېلو پنيلونو لپاره ښايي توپيرولري په ځانګړې توګه که دپنيل مساحت لوی وي چې د ژوندي بار په کمېدنې اغېزه کوي ، ښودل شوي دي .

پنځمه کرښه (Line 5) - کې دهرې وايې لپاره ستاتيکي مومنټ ښودل شوی دی .

شپږمه کرښه (Line 3) - په دې کرښه کې دجدول په پام کې نيولو سره په بيروني ياخارجي پنيلونو باندي د مومنټونو وېشنه ښودل شوې ده .

د وروستني پنيل بيروني پايې سره منفي مومنټ ($-0.26M_o$) ، په وروستنې وايې کې مثبت مومنټ ($0.52M_o$) ، د وروستنې وايې د داخلي پای سره منفي مومنټ ($-0.70 M_o$) او د داخلي پنيل لپاره : منفي مومنټ ($-0.65M_o$) او مثبت مومنټ ($0.35M_o$) نيول کېږي.

اوومه کرښه (Line 7) - په دې کرښه کې د داخلي پايو د (5) او (6) کرښو پايلې ، د نښلېدنې (Joint) سره د لوي منفي مومنټ لپاره د پوښښ تختې محاسبه ښودل شوې ده .

اتمه کرښه (Line 8) - په دې کرښه کې د (ACI) کود د (13.6.9.2) برخې د غوښتنې سره سم د ورکړل شوي له مخې داخلي پايې محاسبه شوې دي .

$$M_u = 0.07[\{1.2 \times (0.19 \times 24 + 1.2) + (0.5 \times 1.6 \times 2.4)\} \times 4.325 \times (5.5)^2 -$$
$$-1.2\ (0.19 \times 24 + 1.2) \times 4.325 \times (4.925)^2] = 30.13\ KN.m$$

په پايله کې د داخلي پايود محاسبې لپاره مجموعي مومنټ (30.13KN.m) له نښلېدنې څخه په پاسنۍ او لاندېنۍ پايوترمنځ د هغوې د سختۍ نسبت په پام کې نيولو له مخې وېشل کېږي .

د بيروني څنډې سره غيرمعادل مومنټ (-40.049 KN. m) هم له نښلېدنې څخه په پاسنۍ او لاندېنۍ پايوترمنځ د هغوې د سختۍ نسبت په پام کې نيولو له مخې وېشل کېږي.

4- د(1) ليکې د پايې د پوښښ تختې د تسمې په اوږدو کې د مومنټونو پيداکول : د پوښښ تختې دا تسمه د يوه سخت چوکاټ په کارکوي چې وايې يې د (A1, B1, C1) او

(D1) پایو ترمنځ واقع دي ، چې د (A1-B1) او (C1-D1) د بیروني یا وروستني پنیل وایې دي او (B1-C1) د داخلي پنیل وایه ده . په دې تسمه کې په عین توګه (A1) او (D1) بیروني او (B1) او (C2) داخلي پایې دي . ټولې محاسبې په جدول کې ځای په ځای شوې دي . په دې جدول کې هم لکه د لومړۍ اودویمې تسمو په څېر اړونده قیمتونه ځای په ځای کېږي او د هغې له مخې د پایې لپاره مومنټ په لاندې ډول پیدا کېږي :

$$M_{col} = 0.07[\{1.2 \times (0.19 \times 24 + 1.2) + (0.5 \times 1.6 \times 2.4)\} \times 2.613 \times (5.5)^2 -$$
$$-1.2\,(0.19 \times 24 + 1.2) \times 2.613 \times (4.925)^2] = 18.20 \text{ KN.m}$$

دپایې مجموعي مومنټ په (8) کرښه کې ځای په ځای کوو .

په (9) کرښه کې د دیوال بار($W_u = 1.2 \times 3.4 = 4.08$ KN/m) لیکل کېږي او په (10) کرښه کې د دیوال ستاتیکي مومنټ چې په لاندې ډول پیدا کېږي لیکل کېږي .

$$M_{o\,(wall)} = W_u\,(\ell_n)^2/8 = 4.08 \times (4.925)^2/8 = 12.37 \text{ KN. m}$$

په (11) کرښه کې د مومنټ او د مومنټ د وېشلو (6- کرښه) د ضرب حاصل لیکل کېږي. په (12) کرښه کې د نښلېدنې سره دداخلي پایې غیرمعادل مومنټ او په (13) کرښه کې د (8) او (12) کرښې د مومنټونو مجموعه لیکل کېږي .

د (19.2-مثال) لومړی جدول : دختیځې - لویدیځې پوښښ تختې ددویمې تسمې لپاره د منفي او مثبتو مومنټونو محاسبه .

	A2				B2				C2				D2
1. ℓ_1 (m)			5.325				6.000				5.325		
2. ℓ_n (m)			4.925				5.500				4.925		
ℓ^2_n (m^2)			24.256				30.250				24.256		
3. ℓ_2 (m)			4.725				4.725				4.725		
4. W_u (KN/m^2)			10.752				10.752				10.752		
5. M_o (KN. m)			154.033				192.100				154.033		
6. Moment Coefficient		-0.26	0.52	-0.7		-0.65	0.35	-0.65		-0.7	0.52	-0.26	
7. Negative and Positive moments (KN. m)		-40.049	80.097	-107.823		-124.865	67.235	-124.865		-107.823	80.097	-40.049	
8. Sum of columns moments (KN. m)	40.049				30.130				30.130				40.049

د(19.2-مثال) دويم جدول : دختيځې - لويديځې پوښښ تختې دلومړۍ تسمې لپاره د منفي او مثبتو مومنټونومحاسبه .

	A1				B1				C1				D1
1. ℓ_1 (m)			5.325				6.000				5.325		
2. ℓ_n (m)			4.925				5.500				4.925		
ℓ^2_n (m^2)			24.256				30.250				24.256		
3. ℓ_2 (m)			2.613				2.613				2.613		
4. W_u (KN/m^2)			10.752				10.752				10.752		
5. M_o (KN. m)			85.183				106.234				85.183		
6. Moment Coefficient		-0.26	0.52	-0.7		-0.65	0.35	-0.65		-0.7	0.52	-0.26	
7. Negative and Positive moments (KN. m)		-22.147	44.295	-59.628		-69.052	37.182	-69.052		-59.628	44.295	-22.147	
8. Sum of columns moments (KN. m)	22.147				18.200				18.200				22.147
9. Wall load (KN/m)			4.080				4.080				4.080		
10. Wall M_o (KN. m)			12.370				15.428				12.370		
11. Moment Coefficient		-0.26	0.52	-0.7		-0.65	0.35	-0.65		-0.7	0.52	-0.26	
12. Negative and Positive moments (KN. m)		-3.216	6.433	-8.659		-10.028	5.400	-10.028		-8.659	6.433	-3.216	
13. Sum of columns moments (KN. m)	3.216				1.369				1.369				3.216
14. Total column moment (KN. m)	25.364				19.569				19.569				25.364

5- د پايود (B) ليکې په اوږدو د پوښښ تختې تسمې د مومنټونو پيداکول : د پوښښ تختې دا تسمه د يوه سخت چوکاټ په کارکوي چې وايې يې د (B1, B2, B3) او (B4) پايو ترمنځ واقع دي . په دې تسمه کې په عين توګه ټولې محاسبې په جدول کې ځای په ځای شوې دي . په دې جدول کې هم لکه د لومړۍ تسمې په څېر اړونده قيمتونه ځای په ځای کېږي او د هغې له مخې دداخلي پايې لپاره مومنټ په لاندې ډول پيداکېږي :

$$M_u = 0.07[\{1.2 \text{ x}(0.19 \text{ x } 24 + 1.2) + (0.5 \text{ x } 1.6 \text{ x } 2.4)\}\text{x } 5.663 \text{ x } (4.225)^2 - -1.2\ (0.19 \text{ x } 24 + 1.2) \text{ x } 5.663 \text{ x } (4.225)^2] = 23.78 \text{ KN.m}$$

دپايې مجموعي مومنټ په (8) کرښه کې ځای په ځای کوو.

6- د پايود (A) ليکې په اوږدو د پوښښ تختې تسمې د مومنټونو پيداکول : د پوښښ تختې دا تسمه د يوه سخت چوکاټ په کارکوي چې وايې يې د (A1, A2, A3) او (A4) پايو ترمنځ واقع دي ، چې د (A1-A2) د بيروني يا وروستنې پنيل وايې دي او (A2-A3)

د داخلي پنيل وايه ده . په دې تسمه کې په عين توګه (A1) بيروني او (A2) او (A3) داخلي پايې دي . ټولې محاسبې په جدول کې ځای په ځای شوې دي . په دې جدول کې هم لکه د لومړۍ اودويمې تسمو په څېر اړونده قيمتونه ځای په ځای کېږي او د هغې له مخې د پايې لپاره مومنټ په لاندې ډول پيداکېږي :

$$M_{col} = 0.07[\{1.2 \text{ x}(0.19 \text{ x } 24 + 1.2) + (0.5 \text{ x } 1.6 \text{ x } 2.4)\}\text{x } 2.913 \text{ x } (4.325)^2$$
$$-1.2\ (0.19 \text{ x } 24 + 1.2) \text{ x } 2.913 \text{ x } (4.325)^2] = 12.82 \text{ KN.m}$$

په (9) کرښه کې کې د ديوال بار(W_u = 1.2 x 3.4 = 4.08 KN/m) ليکل کېږي او په (10) کرښه کې د ديوال ستاتيکي مومنټ چې په لاندې ډول پيداکېږي ليکل کېږي .

$$M_{o\ (wall)} = W_u\ (\ell_n)^2/8 = 4.08 \text{ x } (4.325)^2/8 = 9.54 \text{ KN. m}$$

په (11) کرښه کې د مومنټ او د مومنټ د وېشلو د (6- کرښه) د ضرب حاصل ليکل کېږي. په (12) کرښه کې د نښلېدنې سره دداخلي پايې غيرمعادل مومنټ او په (13) کرښه کې د (8) او (12) کرښې د مومنټونو مجموعه ليکل کېږي .

د(19.2-مثال) درېيم جدول : دشمالي - جنوبي پوښښ تختې د(B) تسمې لپاره د منفي او مثبتو مومنټونومحاسبه .

	B1				B2				B3
1. ℓ_1 (m)			4.725				4.725		
2. ℓ_n (m)			4.225				4.225		
ℓ^2_n (m^2)			17.851				17.851		
3. ℓ_2 (m)			5.663				5.663		
4. W_u (KN/m^2)			10.752				10.752		
5. M_o (KN. m)			135.862				135.862		
6. Moment Coefficient		-0.26	0.52	-0.7		-0.65	0.35	-0.65	
7. Negative and Positive moments (KN. m)		-35.324	70.648	-95.104		-88.311	47.552	-88.311	
8. Sum of columns moments (KN. m)	35.324				23.780				23.780

د(19.2-مثال) څلورم جدول : دشمالي - جنوبي پوښښ تختې د(A) تسمې لپاره د منفي او مثبتو مومنټونومحاسبه .

	A1				A2				A3
1. ℓ_1 (m)			4.725				4.725		
2. ℓ_n (m)			4.325				4.325		
ℓ^2_n (m^2)			18.706				18.706		
3. ℓ_2 (m)			2.913				2.913		
4. W_u (KN/m^2)			10.752				10.752		
5. M_o (KN. m)			73.234				73.234		
6. Moment Coefficient		-0.26	0.52	-0.7		-0.65	0.35	-0.65	
7. Negative and Positive moments (KN. m)		-19.041	38.082	-51.264		-47.602	25.632	-47.602	
8. Sum of columns moments (KN. m)	19.041		12.820		12.820		12.820		12.820
9. Wall load (KN/m)			4.080				4.080		
10. Wall M_o (KN. m)			9.540				9.540		
11. Moment Coefficient		-0.26	0.52	-0.7		-0.65	0.35	-0.65	
12. Negative and Positive moments (KN. m)		-2.480	4.961	-6.678		-6.201	3.339	-6.201	
13. Sum of columns moments (KN. m)	2.480				0.477				-6.201
14. Total column moment (KN. m)	21.521				13.297				6.619

7- د پايې او منځنۍ تسمو کې دمنفي او مثبتو مومنټونو وېشنه او د سيخانو محاسبه کول: I- د ختيځې- لويديځې وايو تسمو (لومړۍ او دويمې تسمو) کې : په د (3) او (4) قدمونو کې مو دپايود (1) او (2) ليکو په اوږدو کې د پوښښ تختو د تسمو مومنټونه پيداکړل، دا مومنټونه بايد په بېلابېلوپايې او منځنۍ تسموووېشل شي ، تر څو د هغې له مخې په کې سيخان پيدا شي .

(a)- د پوښښ تختې د تسمو په پايو او منځنۍ تسمو وېشنه : په هر پنيل کې د پايې تسمه (0.25) ځلې د (ℓ_1) او (ℓ_2) کې د کوچنۍ وايې په اندازه د پايو سره د ننښلېدلې ليکې څخه غځېږي (د مثال شکل وګورئ) . نو د پايې تسمې (4.725/4 = 1.181m) د پايې د ليکې په هر لوري غځېږي ، نو د پايې د تسمې مجموعي عرض = 1.181 x 2)

2.363m) ، د منځنۍ تسمې عرض ($\frac{4.725}{2}$ = 2.363m) او د څنډې تسمې عرض (1.181 + 0.250 = 1.431m) کېږي .

(b)- د پایې او منځنۍ تسمو تر منځ د مومنټونو وېشنه او د سیخانو محاسبه کول : د ختیځې- لویدیځې وایو تسمو (لومړۍ او دویمې تسمو) دا محاسبې د هریوه منفي او مثبتو مومنټونو لپاره تکراریږي او په لاندېنې جدولونودا کې تر سره کېږي :

په جدولونو کې محاسبې په لاندې ډول ځای په ځای کېږي :

لومړنۍ کړنه : د (15.2- مثال) له لومړي او دویم جدولونود اوومې کړنې څخه د لومړۍ داخلي اتکاء د دوو منفي مومنټونو څخه لوي مومنټ کې لیکل کېږي .

دویمه کړنه : په دې کړنه کې د مومنټ ضریبونه لیکل کېږي . د بیروني یا خارجي منفغي مومنټونو لپاره : له (7.2- جدول) څخه ضریبونه د (β_1)،($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1$) او (ℓ_2/ℓ_1) له مخې اخېستل کېږي . دهغه پوښښ تختو لپاره چې په څنډو کې ګاډرونه نه لري (β_1= 0) ، دهغه پوښښ تختو لپاره چې په څنډو کې ګاډرونه نه لري د(ℓ_1) سره موازي محاسبه کېدونکې وایې لپاره (α_{f1}= 0) قبلیږي ، نو په پایله کې د پایې د تسمو بیروني منفي مومنټونوضریبونه له(7.2-جدول) څخه (100%) سلنه قیمتونه نیول کېږي . د مثبتو مومنټونو ساحې لپاره : د دې ډول پوښښ تختو لپاره د پایې تسمې د مثبت مومنټ د پیداکولو ضریب د(α_{f1}= 0) لپاره له د(7.2-جدول) څخه (60%) سلنه قیمتونه او پاتې (40%) سلنه د نیمایې منځنې تسمو لپاره نیول کېږي . د څنډې سره یوازې یوه نیمایې منځنۍ تسمه شتون لري، نو (40%) سلنه د پنیل مومنټ ورته ورکول کېږي . دپیایې په دننې تسمه کې دوه نیمایې منځنې تسمې شتون لري ،چې (0.5 x 40% = 20%) سلنه هرې یوې ته ورکول کېږي . د داخلي منفي مومنټونو ساحې لپاره : د پایې تسمې د مثبت مومنټ د پیداکولو ضریب د(α_{f1}= 0) لپاره له د(7.2-جدول) څخه (75%) سلنه قیمتونه او پاتې (25%) سلنه د نیمایې منځنې تسمو لپاره نیول کېږي .

درېیمه کړنه : په دې کړنه کې د لومړۍ او دویمې کړنې د ضرب حاصل لیکل کېږي،دا کړنه د پوښښ تختو په بېلابېلو برخو د مومنټ وېشنه ښیې .

ځلورمه کرښه : په دې کرښه کې د (7.2- مثال) د دویم جدول د (11) کرښې څخه مومنټ د پايې دځنډې تسمې لپاره لیکل کېږي.

پنځمه کرښه : د دریمې او څلورمې کرښو د مومنټونو مجموعه په دې کې لیکل کېږي.

شپږمه کرښه : د فولادي سیخانو مساحت ($R_n = \frac{M_n}{\phi bd^2}$) او ($\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right]$) له پیداکېدنې څخه وروسته د ($A_s = \rho bd$) فورمول په واسطه پیداکېږي . د پوښښ تخـتې په دویمه تسمه کې د(B2) پايې له اتکاء سره لوی مومنټ عمل کوي ، چې ($b =$ 2,363 mm) دي ، نو دهغې لپاره فعاله ارتفاع (d) په لاندې ډول پیداکېږي :

$$d_{(East\text{-}West)} = h - 30mm = 190 - 30 = 160\ mm$$

$$R_n = M_u/\phi bd^2 = (93.649 \times 106)/0.9 \times 2{,}363 \times 160^2 = 1.72\ MPa$$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \times 25}{420}\left[1 - \left(\sqrt{1 - \frac{2 \times 1.72}{0.85 \times 25}}\right)\right] = 0.0043$$

د اړینوفولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_s = \rho bd = 0.0043 \times 2{,}363 \times 160 = 1{,}626\ mm^2.$$

د (ACI Code) غوښتنې له مخې د اساسي فولادي سیخانواصغري مساحت په لاندې ډول پیداکوو: داچې ($f_y = 420$ MPa) دی ، نو($\rho = 0.0018$) په پام کې نیول کېږي :

$$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 2{,}363 \times 190 = 808\ mm^2$$

($A_{smin} = 1{,}626\ mm^2 > A_s = 808\ mm^2$)، نو د سیخانو مساحت ($A_s = 1{,}626\ mm^2$) قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې د ستنې تسمې په اتکاء کې(12 mm) قطر لرونکي فولادي سیخان ځای په ځای کوو. د لاسته راغلو سیخانو تر منځ فاصله په لاندې ډول پیداکوو :

$$\frac{A_\phi \times 1{,}230}{A_s} = \frac{113 \times 2{,}363}{1{,}626} = 164\ mm\ C/C \approx 160\ mm\ C/C$$

په همدې توګه د (ACI Code) د سپارښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله باید له (3h = 3 x 180 = 540 mm) اویا هم له (450 mm) ملي متره څخه ډېره نه شي . خو د پوښښ تختې د وایې په منځ کې ځای په ځای کېدونکو فـولادي تـر منځ فاصـله (160mm) ملي متره ، چې له (3h = 450 mm) او له (450 mm) ملي متره څخه

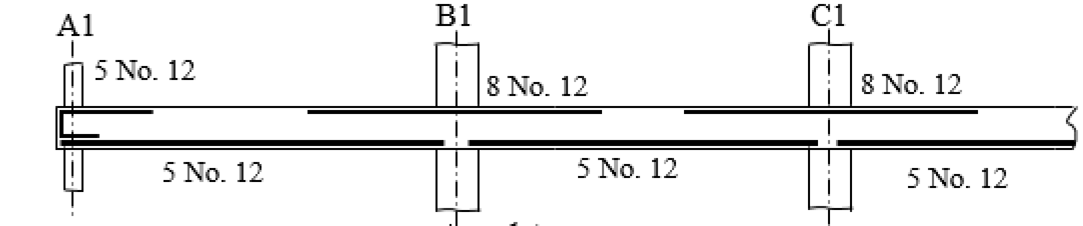
لــږه ده ، قــبلوو، یانې (16ϕ 12 mm @ 160 mm C/C) فولادي سیخان کاروو، چې د ځای په ځای کېدونکو سیخانو مساحت ($A_{s,\ provide}$ = 1,695 mm^2) کېږي . پورتنې په لاس راغلي ارقام په ترتیب سره د جدول په اتمه او نهمه کرښه کې لیکل کېږي.

اوومه کرښه : د (ACI) کودله خوا د (f_y = 420 MPa) لپاره د سیخانو اصغري مساحت (A_{smin} = 0.0018bh) مشخص شوی دی ، چې په دې کرښه کې لیکل کېږي. اتمه کرښه : نهایې غوره شوي سیخان په دې کرښه کې لیکل کېږي . نهمه کرښه : په دې کرښه کې د غوره شویو سیخانو مجموعي مساحت لیکل کېږي .

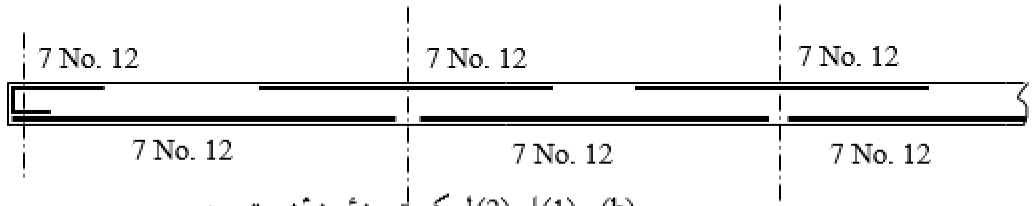
د (19.2-مثال) پنځم جدول : دختیځې - لویدیځې پوښښ تختې د پایې او منځنۍ تسمود مومنټونو وېشنه .

دپایې د څنډې تسمه	منځنۍ تسمه	دپایې تسمه	منځنۍ تسمه	دپایې تسمه		دتسمې عرض په (m)
1.4315	2.363	2.363	2.363	2.363		
A1		A2		A3		بیروني یا خارجي منفي مومنټونه
-22.147		-40.049		-40.049		1-دپوښښ تختې مومنټ(KN. m)
1.000	0.000 0.000	1.000	0.000 0.000	1.000	0.000	2-دمومنټ ضریبونه
-22.147	0.000	-40.049	0.000	-40.049		3- په‌تسمو د مومنټونو وېشنه
-3.216						4-ددیوال مومنټ(KN. m)
-25.363	0.000	-40.049	0.000	-40.049		5-دتسمې مجموعي مومنټ (KN.m)
427.000	0.000	674.000	0.000	674.000		6-اړین (A_S) په (m^2)
464.000	766.000	766.000	766.000	766.000		7- اصغري (A_S) په (m^2)
5 No. 12	7 No 12	7 No 12	7 No 12	7 No 12		8- غوره‌شوي فولادي سیخان
565.000	791.000	791.000	791.000	791.000		9-اچول‌شوی سیخانو (A_S) په (m^2)
						د وروستنۍ وایې مثبت مومنټونه
44.295		80.097		80.097		1-دپوښښ تختې مومنټ(KN. m)
0.600	0.400 0.200	0.600	0.200 0.200	0.600	0.200	2-دمومنټ ضریبونه
26.577	17.718 16.019	48.058	16.019 16.019	48.058		3- په‌تسمو د مومنټونو وېشنه
6.433						4-ددیوال مومنټ(KN. m)
33.010	33.737	48.058	32.039	48.058		5-دتسمې مجموعي مومنټ (KN.m)
559.000	509.000	812.000	482.000	812.000		6-اړین (A_S) په (m^2)
464.000	766.000	766.000	766.000	766.000		7- اصغري (A_S) په (m^2)
5 No. 12	7 No 12	8 No. 12	7 No 12	8 No. 12		8- غوره‌شوي فولادي سیخان
565.000	791.000	904.000	791.000	904.000		9-اچول‌شوی سیخانو (A_S) په (m^2)
B1		B2		B3		دلومړي داخلي پایې منفي مومنټ
-69.02		-124.865		-124.865		1-دپوښښ تختې مومنټ(KN. m)
0.750	0.250 0.125	0.750	0.125 0.125	0.750	0.125	2-دمومنټ ضریبونه
-51.765	-17.255 -15.608	-93.649	-15.608 -15.608	-93.649		3- په‌تسمو د مومنټونو وېشنه
-10.028						4-ددیوال مومنټ(KN. m)
-61.793	-32.863	-93.649	-31.216	-93.649		5-دتسمې مجموعي مومنټ (KN.m)
884.000	551.000	1617.000	523.000	1617.000		6-اړین (A_S) په (m^2)
464.000	766.000	766.000	766.000	766.000		7- اصغري (A_S) په (m^2)
8 No. 12	7 No 12	15 No. 12	7 No 12	15 No. 12		8- غوره‌شوي فولادي سیخان
904.000	791.000	1695.000	791.000	1695.000		9-اچول‌شوی سیخانو (A_S) په (m^2)
						د وروستنۍ وایې مثبت مومنټونه
37.188		67.235		67.235		1-دپوښښ تختې مومنټ(KN. m)
0.600	0.400 0.200	0.600	0.200 0.200	0.600	0.200	2-دمومنټ ضریبونه
22.313	14.875 13.447	40.341	13.447 13.447	40.341		3- په‌تسمو د مومنټونو وېشنه
5.400						4-ددیوال مومنټ(KN. m)
27.713	28.322	40.341	26.894	40.341		5-دتسمې مجموعي مومنټ (KN.m)
489.000	426.000	679.000	450.000	679.000		6-اړین (A_S) په (m^2)
464.000	766.000	766.000	766.000	766.000		7- اصغري (A_S) په (m^2)
5 No.12	7 No.12	7 No.12	7 No.12	7 No.12		8- غوره‌شوي فولادي سیخان
565.000	791.000	791.000	791.000	791.000		9-اچول‌شوی سیخانو (A_S) په (m^2)

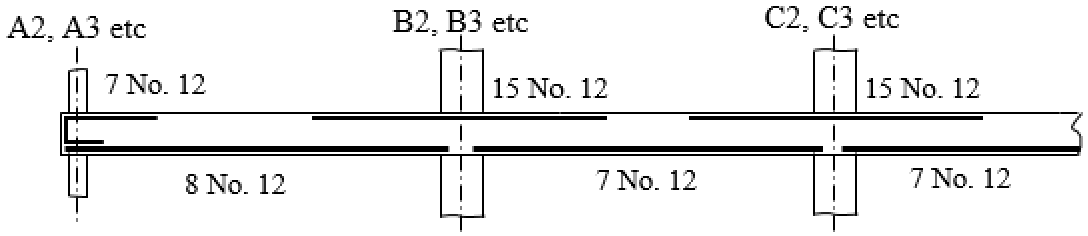
دختیځې - لویدیځې پوښښ تختې د پایې او منځنۍ تسمو لپاره غوره شوي سیخان په لاندې ډول د پوښښ تختې په مقطع کې ځای په ځای کېږي :



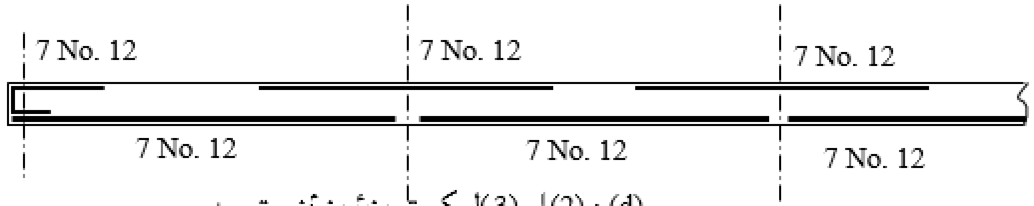
(a) د (1) لیکی د څنډې پایې تسمه



(b) د (1) او (2) لیکې تر منځ منځنۍ تسمه



(c) د (2) لیکی په اوږدو کی د پایې تسمه



(d) د (2) او (3) لیکې تر منځ منځنۍ تسمه

8- د شمالي - جنوبي وایو تسمو د پایې اوپه منځنۍ تسمو کې دمنفي او مثبتو مومنټونو وېشنه او د سیخانو محاسبه کول (په A او B تسمو کې) : دپایې د(A) او (B) په لیکو دتسمو په اوږدو کې پیداشوې مومنټونه د شمالي - جنوبي وایو تسمو د پایې او منځنۍ تسمو لپاره غوره چې په پایله کې ورته سیخان غوره او ځای په ځای کېږي . په دې قدم کې کټ مټ د (7) قدم په څېر عمل تر سره کېږي ، خو مومنټونه د درېیم او څلورم جدولونو له (7) او (10) کرښو څخه اخېستل او په لباندې ډول وېشل کېږي :

(a)- د پوښښ تختې تسمه په ټنځنۍ او پایې په تسمو لکه د شکل په څېر وېشل کېږي .

(b)- مومنټونه د پایې او په منځنۍ تسمو وېشل کېږي او د هغې له مخې سیخان محاسبه کېږي. د شمالي - جنوبي تسمو ټولې محاسبې په شپږم جدول کې په لاندې ډول ځای په ځای کېږي :

لومړی کړنه : د درېیم او څلورم جدولونو د (7) کړنې څخه اخیستل شوې مومنټونه په کې لیکل کېږي .

شپږمه کړنه : د سیخانو مساحت لکه د پنځم جدول په څېر په کې پیدا کېږي ، خو فعاله ارتفاع یې مساوي کېږي په : $d = h – 30\ mm – d_b/2 = 190 -30 – 6 = 154\ mm$

د (B2) اخلي پایې تسمې لپاره د سیخانو مساحت په لاندې ډول پیدا کېږي :

$M_u = -71.328$ KN. m

$d_{(North\text{-}South)} = 154$ mm

$R_n= M_u/\phi bd^2= (71.328 \times 10^6)/0.9 \times 2,830 \times 154^2 = 1.18$ MPa

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 25}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 1.18}{0.85 \text{ x } 25}}\right)\right]$$

$\rho = 0.0029$

د اړینو فولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$A_s = \rho bd = 0.0029 \times 2,830 \times 154 = 1,264\ mm^2$.

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 :

$A_{smin} = \rho bh = 0.0018 \times 2,830 \times 190 = 968\ mm^2$

($A_s = 1,264\ mm^2$) نو د سیخانو مساحت ،($A_s = 1,264\ mm^2 > A_{smin} = 968\ mm^2$)

قبلوو او د هغې له مخې د پوښښ تختې د ستنې تسمې په اتکاء کې(12 No.12 mm) فولادي سیخان چې مساحت یې ($1,356\ mm^2$) کېږي ځای په ځای کوو.

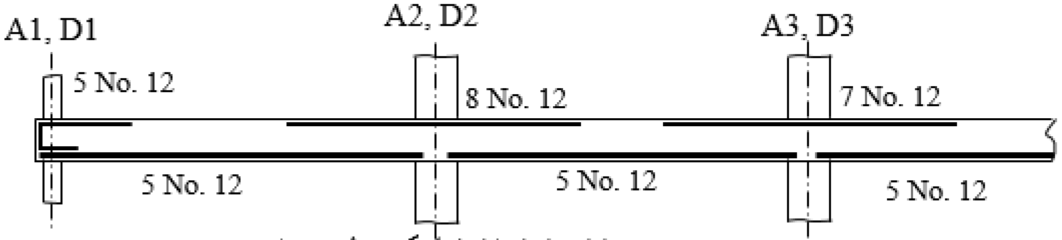
د(19.2-مثال) پنځم جدول : دشمالي- جنوبي پوښښ تختې د پايې او منځنۍ تسمود مومنټونو وېشنه

دپايې تسمه	منځنۍ تسمه		دپايې تسمه	منځنۍ تسمه		دپايې د څنډې تسمه		دتسمې عرض په (m)
1.58	2.66		2.83	3.00		2.83		
A1			B1			C1		بيروني يا خارجي منفي مومنټونه
-19.041			-35.324			-35.324		1-دپوښښ تختې مومنټ(KN. m)
1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	2-دمومنټضريبونه
-19.041	0.000		-35.324	0.000		-35.324		3- په‌تسمو وېشل شوي مومنټونه
-2.480								4-دديوال مومنټ(KN. m)
-21.521	0.000		-35.324	0.000		-35.324		5-دتسمې مجموعي مومنټ (KN.m)
366.000	0.000		615.000	0.000		615.000		6-اړين (A_S) په (m^2)
512.000	862.000		917.000	972.000		917.000		7- اصغري (A_S) په (m^2)
5 No. 12	8 No. 12		9 No 12	9 N 12		9 No 12		8- غوره‌شوي‌فولادي سيخان
565.000	904.000		1017.000	1017.000		1017.000		9-اچول‌شوي سيخان (A_S) په (m^2)
								د وروستنۍ واېې مثبت مومنټونه
38.082			70.648			70.648		1-دپوښښ تختې مومنټ(KN. m)
0.600	0.400	0.200	0.600	0.200	0.200	0.600	0.200	2-دمومنټضريبونه
22.849	15.233	14.130	42.389	14.130	14.130	42.389		3- په‌تسمو وېشل شوي مومنټونه
6.433								4-دديوال مومنټ(KN. m)
29.282	29.362		42.389	28.259		42.389		5-دتسمې مجموعي مومنټ (KN.m)
514.000	511.000		712.000	491.000		741.000		6-اړين (A_S) په (m^2)
512.000	862.000		917.000	972.000		917.000		7- اصغري (A_S) په (m^2)
5 No. 12	8 No. 12		9 No 12	9 N 12		9 No 12		8- غوره‌شوي‌فولادي سيخان
565.000	904.000		1017.000	1017.000		1017.000		9-اچول‌شوي سيخان (A_S) په (m^2)

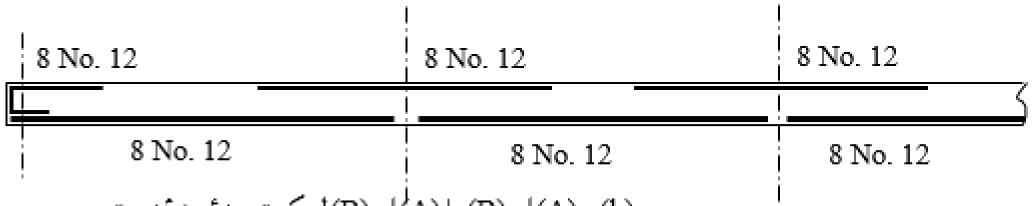
د(19.2- مثال) شپږم جدول : دشمالي- جنوبي پوښښ تختې د پايې او منځنۍ تسمود مومنټونو وېشنې ادامه

دپايې تسمه	منځنۍ تسمه		دپايې تسمه	منځنۍ تسمه		دپايې د څنډې تسمه		دتسمې عرض په (m)
1.58	2.66		2.83	3.00		2.83		
A2			B2			C2		لومړی داخلي مومنټ
-51.264			-95.104			-95.104		1-دپوښښ تختې مومنټ (KN. m)
0.750	0.250	0.125	0.750	0.125	0.125	0.750	0.125	2-دمومنټ ضريبونه
-38.448	-12.816	-11.888	-71.328	-11.888	-11.888	-71.328		3- په تسمو وېشل شوي مومنټونه
-6.678								4-دديوال مومنټ (KN. m)
-45.126	-24.704		-71.328	-23.776		-71.328		5-دتسمې مجموعي مومنټ (KN.m)
801.000	429.000		1261.000	412.000		1261.000		6-اړين (A_S) په (m^2)
512.000	862.000		917.000	972.000		917.000		7- اصغري (A_S) په (m^2)
8 No. 12	8 No. 12		12 No. 12	9 N 12		12 No. 12		8- غوره شوي فولادي سيخان
904.000	904.000		1356.000	1017.000		1356.000		9-اچول شوی سيخانو (A_S) په (m^2)
								د اخلي مثبت مومنټونه
25.632			47.552			47.552		1-دپوښښ تختې مومنټ (KN. m)
0.600	0.400	0.200	0.600	0.200	0.200	0.600	2.200	2-دمومنټ ضريبونه
15.379	10.253	9.510	28.531	9.510	9.510	28.531		3- په تسمو وېشل شوي مومنټونه
3.339								4-دديوال مومنټ (KN. m)
18.718	19.763		28.531	19.021		28.531		5-دتسمې مجموعي مومنټ (KN.m)
326.000	342.000		496.000	329.000		496.000		6-اړين (A_S) په (m^2)
512.000	862.000		917.000	972.000		917.000		7- اصغري (A_S) په (m^2)
5 No.12	8 No. 12		9 No 12	9 No 12		9 No 12		8- غوره شوي فولادي سيخان
565.000	904.000		1017.000	1017.000		1017.000		9-اچول شوی سيخانو (A_S) په (m^2)
A3			B3			C3		داخلي تيپيک مومنټ
-47.602			-88.311			-88.311		1-دپوښښ تختې مومنټ (KN. m)
0.750	0.250	0.125	0.750	0.125	0.125	0.750	0.125	2-دمومنټ ضريبونه
-35.702	-11.901	-11.039	-66.233	-11.039	-11.039	-66.233		3- په تسمو وېشل شوي مومنټونه
-6.201								4-دديوال مومنټ (KN. m)
-41.902	-22.939		-66.233	-22.078		-66.233		5-دتسمې مجموعي مومنټ (KN.m)
742.000	398.000		1099.000	382.000		1099.000		6-اړين (A_S) په (m^2)
512.000	862.000		917.000	972.000		917.000		7- اصغري (A_S) په (m^2)
7 No.12	8 No. 12		10 No 12	9 No 12		10 No 12		8- غوره شوي فولادي سيخان
791.000	904.000		1130.000	1017.000		1130.000		9-اچول شوی سيخانو (A_S) په (m^2)

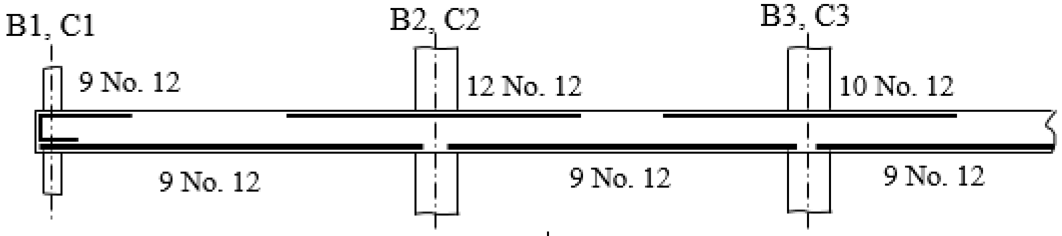
د شمالي - جنوبي پوښښ تختې د پايې او منځنۍ تسمو لپاره غوره شوي سيخان په لاندې ډول د پوښښ تختې په مقطع کې ځای په ځای کېږي :



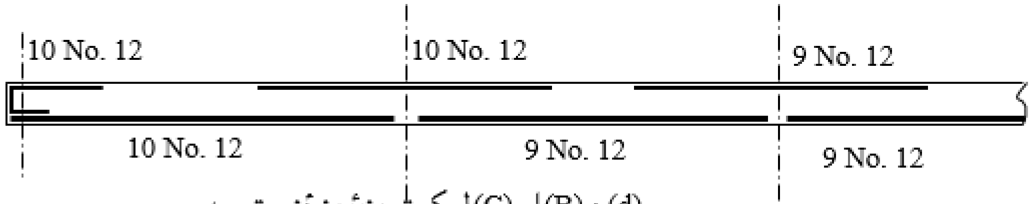
(a) د (A) یا (D) لیکی د څنډی پایی تسمه



(b) د (A) او (B) یا (A) او (B) لیکو ترمنځ منځنی تسمه



(c) د (B) او (C) لیکو په اوږدو کی د پایی تسمه



(d) د (B) او (C) لیکو ترمنځ منځنی تسمه

9- د عرضاني قوي او مومنټ په مرکبه توګه انتقال لپاره د بيروني پايو سره د عرضاني قوو په وړاندې ارزونه : د(A2) او (B2) پايې ډېرې خطرناکې ځکه دي چې د بارۍ اندازه يې ډېره ده ، نو د (B1) پايې ارزونه د دې پورې تړو او دواړه ننښلېدنې (joints) بايد وارزول شي . داچې په ټولو برخو کې (12 mm) قطره سيخ کارېدلی دی ، نو منځنۍ فعاله ارتفاع يې مساوي کېږي په :

$d_{everage}$ = h – 20 mm – d_b/2 = 180 – 20 – 12/6 = 154 mm.

(a) د عرضاني قوى د بحراني محيط موقيعيت : د عرضاني قوى بحراني محيط د پايې له اړخه د (d/2) په فاصله ، چې (d) منځنۍ فعاله ارتفاع ده موقيعيت لري او د شکل له مخې يې ابعاد مساوي کېږي په ؛:

b_1 = 300 + 100 + 154/4 = 477 mm

b_2 = 500 + 154 = 654 mm

(b) د عرضاني قوې د بحراني محيط د ثقل مرکز :

$$y_{AB} = \frac{2 \text{ x } (477 \text{ x } 154) \text{x } (\frac{477}{2})}{2\ (477 \text{ x } 154)+(654 \text{ x } 154)} = \frac{35{,}039{,}466}{247{,}632} = 141.5 \text{ mm}$$

c_{AB} = 141.5 mm, c_{CD} = 477 – 141.5 = 335.5 mm

$$c_{CB} = c_{AD} = \frac{654}{2} = 327 \text{ mm}$$

(c) د عرضاني قوى د بحراني محيط د ثقل مرکز ته د عرضاني قوى او مومنټ پيدا کول : د مخکنۍ محاسبې له مخې د (B1) پايې سره (V_u = 167 KN) په پام کې نيسو .

په مستقيمې محاسبوي طريقې د پوښښ تختې محاسبه کې د شکل له مخې د (z-z) محور ته د پوښښ تختې څخه پايې ته انتقالېدونکی مومنټ له ($0.3M_o$) سره مساوي کېږي . د مثال د لدرېيم جدول له پنځنې کرښې څخه (M_o =135.862 KN. m) دی ، نو ($0.30M_o$ = 0.30 x135.862 = 40.759 KN. m) سره کېږي ، خو دپوښښ تختې دکانټيليور برخې مومنټ په پام کې نه نيول کېږي . خو که د پوښښ تختې د کانټيليور برخه له پايې څخه په ډېره فاصله وتلې او د دروند ړېل په واسطه بار شوی وي ، نو د پام وړ ساختمان د جوړېدنې څخه مخکې بايد چې بار شي اواو ژوندی بار په ځبله د پوښښ تختې له پاسه په پام کې ونيول شي او د (z-z) محورته يې مومنټ راکم شي .

د (w-w) محور ته مومنټونه چې د پوښښ تختې له تسموڅخه له څنډو سره موازي عمل کوي، د دويم جدول د اوو مې کرښې څخه اخېستل کېږي . په اتمه کرښه کې پايو ته هغه انتقالېدونکي مومنټونه ښودل شوې دي ، کله چې يو نژدې يا ګاونډې پنيل د نيمايې ژوندي بار په واسطه او نور نه وي بار شوي .

د مثال د ویم جدول له اوومې کرښې څخه د څنډې پنیل بارونو له مخې د (B1) پایې

(w-w) محورته له (69.052 – 59.628 = 9.424 KN. m) او په دیارلسمه کرښه کې د

دیوال دبار ناانډوله مومنټ (M =1.369 KN. m) له امله مجموعي انتقالېدونکی

مومنټ (8.659 KN.m) دي .

په پایلــه کې د (B1) ننبلـــېدنې ســـره باید (V_u =167 KN) ، (M_{z-z} =) او (M_{w-w} = 8.659 KN.m) په وړاندې وارزول شي . دا مومنټونه د عرضاني قوي بحراني محیط ثقل مرکزته په دوو لورو عمل کوي .

(d) د (γ_f) ضریب پیداکول : داچې (b_1 = 477 mm) او (b_2 = 654 mm) دی نو:

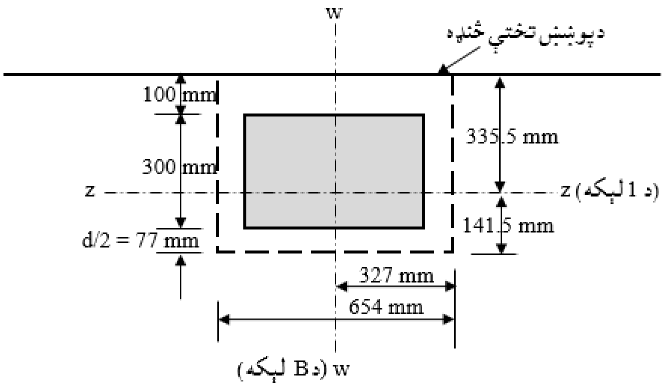
$$\gamma_f = \frac{1}{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{b_1}{b_2}}} = \frac{1}{1+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{477}{654}}} = 0.638$$

د (ACI) کود د (13.5.3.3) برخې د غوښتنې له مخې (γ_f) کېدای شي چې تر یوه پورې لوړ شي او که لوړ نه شي ، نو ($V_u/\phi V_c$) له (0.75) څخه نه ډېرېږي او په پایله کې (ρ) له ($0.375\rho_b$) څخه کمېږي ، چې (c_2 + 3h) عرض د پایې د ثقل په مرکز کې واقع وي .

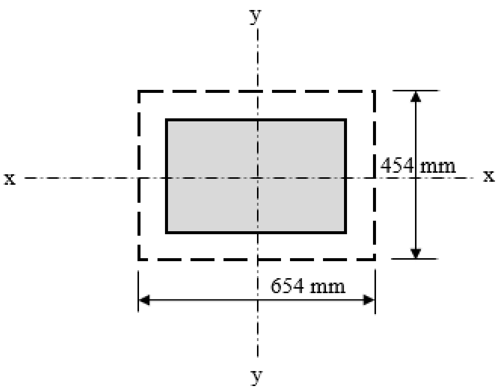
د (b) قدم څخه ($V_u/\phi V_c$= 0.62) لرو ، نو (γ_{f1} = 1.0) او د اړین سیخان باید چک شي .

د(w-w) محورته مومنټونه : د (b_1) او (b_2) په بدلون سره (γ_{f2} = 0.56) نو د (ACI) کود د (13.5.3.3) برخې د غوښتنې له مخې که ($V_u/\phi V_c \leq$ 0.4) وی ، نو (γ_f) کېدای شي چې تر (25%) سلنې پورې لوړ شي ، داچې ($V_u/\phi V_c$= 0.62) دی ، نو ډېرېدنه په لاندې ډ ،ل تر سره کېږي :

$$\gamma_{f2}M_u = 0.561 \text{ x } 8.659 = 4.86 \text{ KN. m}$$



د (B1) پايې بحراني مقطعه



د (B2) پايې بحراني مقطعه

(e) د (z-z) محورته د مومنټونوله مخې ، د کږېدنې يا انحناء په واسطه د انتقالېدونکي مومنټ لپاره د اړينو سيخانو محاسبه :

د کږېدنې لپاره اغېزمن عرض مساوي کېږي په :

$c_2 + 3h = 500 + 3 \text{ x } 180 = 1{,}040 \text{ mm}$

Effective width $\leq c_2 + c_1$

Effective width $\leq 500 + 2 \text{ x } 300 = 1{,}100$ mm (OK)

فعاله ارتفاع (d = 154 mm) قبلوو او د سيخانو مساحت په لاندې ډول پيدا کوو :

$M_u = 40.759$ KN. m

$d = 154$ mm

Effective width $= c_2 + 3h = 1{,}040$ mm

$R_n = M_u/\phi bd^2 = (40.759.328 \text{ x } 10^6)/0.9 \text{ x } 1{,}040 \text{ x } (154)^2 = 1.84 \text{ MPa}$

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2R_n}{0.85f'_c}}\right)\right] = \frac{0.85 \text{ x } 25}{420}\left[1-\left(\sqrt{1-\frac{2 \text{ x } 1.84}{0.85 \text{ x } 25}}\right)\right] = 0.0046$$

د اړینوفولادي سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$A_s = \rho bd = 0.0046 \times 1{,}040 \times 154 = 735\ mm^2$.

د پایې د تسمې په عرض (2.363 m) کې (7 No 12) سیخان د (337.5 mm) مرکزترمرکزپه فاصلې ځای په ځای کېږي ، خو په (1,040 mm) اغیزمن عرض کې د مومنټ د انتقال لپاره په (1,040/337.5 = 3.08 ≈ 4) فاصلو کې (3 No 12) سیخان ځای په ځای کېږي ، چې مساحت یې ($As = 339\ mm^2$) کېږي ، نو د اړینوفولادي سیخانو د سیخبندۍ نسبت مساوي کېږي په :

$\rho = A_s/bd = 339/1{,}040 \times 154 = 735$

$$\rho_b = 0.85\beta_1 \frac{f'_c}{f_y}\left(\frac{600}{600+f_y}\right) = 0.85 \times 0.85 \times \frac{25}{420}\left(\frac{600}{600+420}\right) = 0.0253$$

$0.375\rho_b = 0.375 \times 0.0253 = 0.0095$

داچې ($\rho > 0.375\rho_b$) شو ،نوکولی شو چې ($\gamma_f = 1.0$) قبول کړو . په پایله کې د (z-z) محورته د د غیر مرکزي عرضاني تشنجاتوله امله د مومنټ د انتقال اړتیا نه شته .

د (w-w) محورته مومنټونه : د دې محور له مخې د مومنټ د انتقال لپاره اغېزمن عرض (300 + 100 + 1.5 x 154 = 631 mm) کېږي ، په دې برخه کې د (M_u = 14.15 KN. m) پر وړاندې د مقاومت لپاره (1 No 16) سیخ چې مساحت یې ($A_s = 201\ mm^2$) کېږي په دې عرض کې کافی دی ، که د پایې په تسمه کې په منظمه توګه سیخان وویشل شي ، نو په ډېره اسانه داساحه پیاوړې کېږي .

(f) د عرضاني تشنجاتو پیداکول :

$$v_u = \frac{V_u}{b_o d} \pm \frac{\gamma_{v2} M_{u2} c}{J_{c2}}$$

دلته (M_{u2}) د (w-w) محورته مومنټ دی .

$b_o = 2\,b_1 + b_2 = 2 \times 477 + 654 = 1{,}608$ mm

$\gamma_{v2} = 1 - \gamma_{f2} = 1 - 0.561 = 0.439$

$$J_c = \left(\frac{b_2 d^3}{12}\right) + \left(\frac{d b_2^3}{12}\right) + 2(b_1 d)\,c^2$$

$$J_c = \left(\frac{654 \times 154^3}{12}\right) + \left(\frac{154 \times 654^3}{12}\right) + 2\,(477 \times 154) \times (327)^2$$

$J_c = 1.95 \times 10^{10}\ mm^4$

د (CB) او (AD) لورو په اوږدو کې اعظمي تشنجات مساوي کېږي په :

$$v_u = \frac{V_u}{b_o d} \pm \frac{\gamma_{v2} M_{u2} c}{J_{c2}} = \frac{167{,}000}{(1{,}608 \times 154)} \pm \frac{(0.439 \times 9.424 \times 10^6) \times 327}{1.95 \times 10^{10}}$$

$v_u = 0.70 \pm 0.07$

په پایله کې ($0.77\ N/mm^2$) تشنجات د (BC) او ($0.63\ N/mm^2$) د (AD) د څنډو سره عمل کوی . دا چې په دې ساحه کې عرضاني سیخان یا ګڼډمکونه نه شته ،نو ($\phi v_n =$ ϕv_c) او ($\phi v_c = \phi V_c/b_o d$) سره مساوي کېږي ، چې ($\phi V_c = 313$ KN) سره کېږي .

$$\phi v_c = \frac{\phi V_c}{b_o d} = \frac{313 \times 1000}{1{,}608 \times 154} = 1.26\ N/mm^2 > v_u = 0.77\ N/mm^2$$

د پایې او پوښښ تختې په نښلېدنې کې عرضاني قوه درسته ده او که ($v_u > \phi v_c$) شي ، نو اړینه ده چې په نښلېدنه کې سمون رامنځته شي ، چې د حل لپاره یې د ډراپ پنیل یا عرضاني خولۍ ، د قوي کانکرېټو اچول ، د پایې د ابعادو ډېرول او د عرضاني سیخانو یا ګڼډمکونو په پام کې نیول دي ، چې له دې څخه د یوه ټاکنه د قیمت د مطالعې پر بنسټ باید تر سره شي .

10 - د داخلي پایو سره د عرضاني قوی ارزول : د (B2) داخلي پایې سره د عرضاني قوي او مومنټ مرکبه انتقال ارزونه په لاندې ډول ترسره کېږي :

(a) د عرضاني قوي دبحراني محیط موقیعیت د شکل له مخې تثبیت شوی او اندازه یې مساوي کېږي په :

$b_o = 2\ (454 + 654) = 2{,}216$ mm

(b) د عرضاني بحراني محیط د ثقل مرکز موقیعیت پیداکول : دا چې محیط په پرله بې ې توګه واقع دی ، نو د ثقل مرکزمحور یې د دواړو له مرکزه تېرېږي .

(c) د انتقالېدونکو قوو پیداکول : مخکې مو حاصله کړې د ($V_u = 328$ KN) عرضاني قوه او د مثال د لومړي جدول څخه تر درېیمه جدول پورې د اوومې کرښې څخه د ټولو پنیلونو لپاره حاصل مومنټونه او د همدې جدولونو له اتمې کرښې څخه حاصل مومنټونه کله چې د نژدې پنیل ژوندی بار کم شړی وی او د نورو پنیلونو نه وی کم شوي انتقالي مومنټونه دی . دا چې ټـول پنیلونه په یوشانته بار شوې دي او له ژوندی بار څخه کمښت نه دی تر سره شوی نو د (B2) پایې لپاره ټول مومنټونه د دغه جدولونو له اوومې

کرښې څخه اخېستل کېږي . د لــــومــــړي جدول د دواړو لورو د منفي مومنټودله توپير څخه په لاس راغلی (124.865 – 107.823 = 17.042 KN. m) او د درېيم جدول د دواړو لورو د منفي مومنټودله توپير څخه په لاس راغلی (95.104 – 88.311 = 6.793 KN. m) د (B2)پايې لپاره اخلو.

(d) د کږېدنې يا انحناء په واسطه د انتقالېدونکو مومنټونو د فريکشنونو پيدا کول:

γ_{f1}(about x-x axise) = 0.643; γ_{f2}(about y-y axise) = 0.556

کله چې ($V_u/\phi V_c \le 0.4$) ، نو (γ_f) تر (25%) سلنې پورې ډېرېږي ، داچې ($V_u/\phi V_c$ = 0.635) دی ، نو (γ_f) نه ډېرېږي.

(e) د انرشيا د څرخېدنې مومنټ (J_c) پيدا کول:

$$J_{c1} = 2\left(\frac{b_2 d^3}{12}\right) + \left(\frac{d b_2^3}{12}\right) + 2(b_2 d)\left(\frac{b_1}{2}\right)^2$$

دلته: (d = 154 mm) ، (b$_1$ = 454 mm) ، (b$_2$ = 654 mm) ، نو (J_{c1}) مساوي کېږي په:

$$J_{c1} = 2\left(\frac{654\ x\ 154^3}{12}\right) + \left(\frac{154 \text{ x } 654^3}{12}\right) + 2(654 \text{ x } 154)\left(\frac{454}{2}\right)^2$$

J_{c1}= 1.8 x 10^{10} mm^4

د(B2) پايې مومنټونو لپاره د (y-y) محور ته (d = 154 mm) ، (b$_1$ = 654 mm) ، (b$_2$ = 454 mm) ، نو (J_{c2}) مساوي کېږي په:

$$J_{c2} = 2\left(\frac{454\ x\ 154^3}{12}\right) + \left(\frac{154 \text{ x } 454^3}{12}\right) + 2(454 \text{ x } 154)\left(\frac{654}{2}\right)^2$$

J_{c2}= 2.01 x 10^{10} mm^4

(f) د انتقالي مومنټ لپاره د سيخانو محاسبه کول: د پلټنې له مخې په پوښښ تختې کې ځای په ځای کېدونکې سيخانو سم دي.

(g) د عرضاني تشنجاتو پيدا کول: مرکبه اعظمي عرضاني تشنجات (v_u) د مخکنې ياد شوې فورمول په واسطه د (x-x) محور ته د بحراني مقطع ديوې څنډې په اوږدو کې په لاندې ډول پيدا کېږي:

M_u (shear transfer) = γ_{v1} x 6.793 = 0.357 x 6.793 = 2.425 KN. m

$$\frac{\gamma_{v1} M_u c}{J_{c1}} = \frac{2.425 \text{ x } 10^6 \text{ x } 227}{1.8 \text{ x} 10^{10}} = 0.031 \text{ N/mm}^2.$$

د (y-y) محور ته د بحراني مقطع ديوې څنډې په اوږدو کې په لاندې ډول پيدا کېږي:

M_u (shear transfer) = γ_{v2} x 17.042 = 0.444 x 17.042 = 7.567 KN. m

$$\frac{\gamma_{v2} M_u c}{J_{c2}} = \frac{7.567 \times 10^6 \times 327}{2.01 \times 10^{10}} = 0.123 \text{ N/mm}^2.$$

د پورتنیو قیمتونو څخه اعظمي قیمت په پام کې نیسو او اعظمي عرضاني تشنجات په لاندې ډول پیدا کوو :

$$v_{u(max)} = \frac{V_u}{b_o d} \pm \frac{\gamma_{v2} M_{u2} c}{J_{c2}} = \frac{328{,}000}{(2{,}216 \times 154)} + 0.123$$

$$v_{u(max)} = 1.084 \text{ N/mm}^2 < \phi v_c = 1.26 \text{ N/mm}^2$$

دا چې ($\phi v_c > v_{u(max)}$) دي ، نو د دې پایې سره عرضاني قوه صحیح ده .

11- د کنج پایې سره د عرضاني قوې ارزونه : د لومړۍ او (A) تسمود پوښښ تختې څخه د کنج پایې ته انتقالي مومنټ له دویم جدول کې (25.364 KN. m) او (22.41 KN. m) ښودل شوې دي او د دوګوني عرضاني قوې بحراني محیطونه په لاندېنیو شکلونو کې ښودل شوي دي .

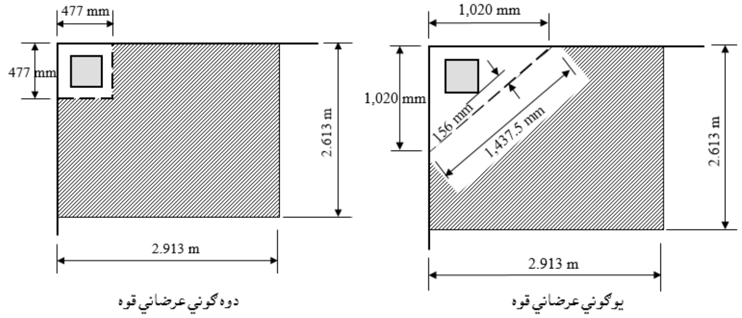
د دوه ګوني عرضاني قوې په وړاندې ارزونې لپاره :

(a) د بحراني محیط د ثقل مرکز پیداکول : په لاندېنې شکل کې د ښودل شوې بحراني محیط پر بنسټ د (x-x) او (y-y) محورونو ته تشنجات محاسبه کېږي .

(b) د بحراني محیط د ثقل مرکز مساوي کېږي په :

$$\bar{x} = \frac{(477 \times 154) \times (\frac{477}{2})}{2\,(477 \times 154)} = \frac{35{,}039{,}466}{247{,}632} = 119.3 \text{ mm}$$

د داخلي کنج څخه په (119.3 mm) فاصله موقیعیت لري .



د مثال اړونده شکل : د (A1) پایې لپاره د عرضاني قوو بحراني محیطونه او باري ساحې.

(c) د انتقالېدونکو قوو پیداکول:

V_{u1}=10.752 x[(0.5 x 4.725 + 0.25)x(0.5 x 5.325 + 0.25) – (0.477 x 0.477)]
V_{u1} = 51.60 KN

د دیوال دبار له امله عرضاني قوه مساوي کېږي په:

V_{u2} = [(2.663 + 0.25) +(2.363 + 0.25) – (2 x0.477)] x1.2x3.4=18.70 KN

مجموعي عرضاني قوه مساوي کېږي په:

$V_u = V_{u1} + V_{u2}$ = 51.60 + 18.70 = 70.30 KN

د (ACI) کود د غوښتنې له مخې د مومنټ هغه اندازه چې د پ،ښښ تختې څخه د څنډېښ پایې ته انتقالېږي د ($0.30M_o$) سره مساوي کېږي ، په همدې ډول د کنج پایې لپاره په همدې اندازه مومنټ انتقالېږي، چې په لاندې ډول یې په لاس راوړو:

له لومړۍ تسمې څخه: M_o = 85.183 KN. m ⇒ $0.30M_o$ = 25.555 KN. m

له (A) تسمې څخه: M_o = 73.234 KN. m ⇒ $0.30M_o$ = 21.97 KN. m

داسې فرضوو چې دامومنټونه اوعرضاني قوه د بحراني محیط د ثقل په مرکز عمل کوي.

(d) د انحناء یا کږېدنې له امله د انتقال شوی مومنټ د فرکشن پیداکول: داچې پایه مربعي ده ، نو باید (γ_f = 0.60) ونیول شي ، کوم چې د داخلي مربعي پایې لپاره قبلېږي. داچې د (ACI) کو د کنج پایې لپاره د (γ_f) کوم ځانګړی قیمت نه دی قایل شوی ، نـو همـدا قیمت (γ_f = 0.60) ورته فرضوو . له بلې خوا د (ACI) کود د پوښښ تختې په تسمې کې د انتقالي مومنټ د اغــېزمنتیا لــــپاره د (γ_f) قیمت تـریوه لـــوړوي ، کـــه ($V_u/\phi V_c \leq 0.50$) او ($\rho \leq 0.375\rho_b$) شي ، نو په دې حالت کې د انتقال عرض له (100 + 300 + 1.5 x 180 = 670 mm) سره مساوي کېږي.

b_o = 2 x 477 = 954 mm

$\phi V_c = \frac{1}{3}\phi\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{1}{3}$ x 0.75 x $\sqrt{25}$ x 670 x 160 = 134 KN

$\frac{V_u}{\phi V_c} = \frac{70.30}{134.00}$ = 0.525

داچې ($V_u/\phi V_c$ > 0.50) نود کنج پایې لپاره (γ_f = 0.60) قبلوو .

(e) د انحناء یا کږېدنې له امله د انتقال شوی مومنټ لپاره د سیخانو مساحت پیداکول :
دځتیځې - لویدیځې لوري د پوښښ تختې تسمود محاسپط لپاره د مثال په څلورم جدول کې د پوښښ تختې د لومړۍ تسمې د بیروني یا خارجي نښلېدنې سره ($0.26M_o$) مومنټ په وړاندې د مقاومت لپاره د اړینو سیخانو مساحت ($471\ mm^2$) حاصل شوی ؤ ، نو د ($0.3M_o$) انتقالي مومنټ چې (60%) سلنه د کږېدنې په وړاندې ځای په ځای کېږي ،د انتقالي عرض لپاره د اړینو سیخانو مساحت مساوي کېږي په :

$$A_s = 471 \times \frac{0.30}{0.26} \times 0.60 = 326\ mm^2$$

د دې مساحت له مخې (3 No 12) سیخان چې مساحت یې ($A_s = 339\ mm^2$) کېږي ، د پوښښ تختې د لومړۍ تسمې په انتقالي عرض کې ځای په ځای کېږي او پاتې نور دوه سیخان د پایې په تمیه کې ځای په ځای کېږي . په همدې ډول د شمالي - جنوبي لوري کې د (A) تسمې لپاره محاسبه تر سره کېږي، چې د انتقالي عرض لپاره د اړینو سیخانو مساحت ($342\ mm^2$) چې (3 No 12) سیخان په انتقالي عرض کې ځای په ځای کېږي .

(f) د څرخېدنې انرشیا مومنټ (J_c) پیداکول : اساسي محورونو ته د څرخېدنې مومنټ په لاندې ډول پیداکېږي :

$$J_c = \frac{b_2 d^3}{12} + \frac{d b_2^3}{12} + (b_1 d)\left(\frac{b_1}{2} - c\right)^2 + (b_2 d)\, c^2$$

$$J_c = \frac{477 \times 154^3}{12} + \frac{154 \times 477^3}{12} + (477 \times 154)\left(\frac{477}{2} - 119.3\right)^2 + (477 \times 154)\times(119.3)^2$$

$$J_c = 1.19 \times 10^{10}\ mm^4$$

(g) د عرضاني تشنجاتو پیداکول : لکه د مخکې په څېر (ACI) دغیر مرکزي تشنجاتو معادله یوازې اساسي محورته د کږېدنې لپاره وړاندېز کړې ده، خو سره له دې هم همدا معادله د کنج پایې د دواړو اساسي لپاره په پام کې نیول کېږي . دا ځکه چې دا معادله عرضاني بحراني تشنجات په یوګوني نقطه (د بحراني مقطع په کنج کې) په ډېره محافظه کاره توګه ارزولی شي . نو په دې حالت کې د (ACI) کود د لاړښوونې له مخې (ϕv_c) باید (1.2) ځلې و کارول شي . د پورتنیو محدویتونو له مخې د بحراني مقطع په کنج کې (v_u) د لاندېنۍ رابطې په واسطه محاسبه کېږي :

$$v_u = \frac{V_u}{b_o d} \pm \frac{\gamma_{v1} M_{u1} c}{J_{c1}} \pm \frac{\gamma_{v2} M_{u2} c}{J_{c2}}$$

$$\nu_u = \frac{70{,}300}{(954 \text{ x } 154)} + \frac{0.40 \text{ x } 25.555 \text{ x } 10^6 \text{x } 119.3}{(1.19 \text{ x } 10^{10})} + \frac{0.40 \text{ x } 21.97 \text{x } 10^6 \; x \; 119.3}{(1.19 \text{ x } 10^{10})}$$

$\nu_u = 0.669 \text{ N/mm}^2.$

$1.2\phi\nu_c = 1.2 \text{ x } \frac{1}{3} \phi \sqrt{f_c'} = 1.2 \text{ x } \frac{1}{3} \text{ x } 0.75 \text{ x } \sqrt{25}$

$1.2\phi\nu_c = 1.5 \text{ N/mm}^2 > \nu_u = 0.669 \text{ N/mm}^2.$

د پورتنۍ پايلې څخه ويلی شو چې د کنج پايه د دوه ګوني عرضاني قوي په وړاندې په کافي اندازه وړتيا لري يا مقاومه ده .

داچې په دې ډول حالت کې د (ACI) د يوګوني عرضاني قوې په وړاندې د ارزونې کومه لارښوونه نه ده کړې ، نو له دې امله اړينه نه برېښې چې د يوګونې عرضاني قوې په وړاندې د کنج پايه وارزول شي . خو په ځينو کتابونو مؤلفينو د کنج پايه د يوګونې عرضاني قوې په وړاندې په لاندې ډول ارزول شوې ده :

(a) د شکل له مخې د بحراني مقطع د کنج د پايې څخه د ($d_{average}$ = 154 mm) واقع ده .

(b) د بحراني مقطع عرضاني قوي پيدا کول :

$V_{u1} = 10.752 \text{ x } [(2.663 + 0.25) \text{ x } (2.363 + 0.25) - (1.02)^2] = 70.65 \text{ KN}$

د ديوال دبار له اغېزې عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$V_{u2} = [(2.913 - 1.02) + (2.613 - 1.02)] \text{ x } 1.2 \text{ x } 3.4 = 14.223 \text{ KN}$

مجموعي عرضاني قوه مساوي کېږي په :

$V_u = V_{u1} + V_{u2} = 70.65 + 14.223 = 84.873 \text{ KN}$

(c) د بحراني مقطع لپاره د (ϕV_c) پيدا کول :

$\phi V_c = \frac{1}{6} \phi\lambda \sqrt{f_c'} \, b_o d = \frac{1}{6} \text{ x } 0.75 \text{ x } 1 \text{ x } \sqrt{25} \text{ x } 1{,}437.5 \text{ x } 154 = 138 \text{ KN}$

$\phi V_c = 138 \text{ KN} > V_u = 84.873 \text{ KN}$

د پورتنۍ پايلې څخه څرګنده شوه چې د پوښښ تخته په يوګوني عرضاني قوه کې هم پياوړې ده .

په پايله کې په دې مثال کې د ورکړل شوي هواره پوښښ تختې د بشپړه محاسبې څخه وروسته په لاس راغلي ټول سيخان په تفصيل سره په (25.2 - شکل) کې د ښودل شوې سيخبندۍ په څېر ځای په ځای کېږي .

20.2- مثال : د لاندېنې شکل د ټولو پایو تر منځ دګاډر لرونکي پوښښ پلان په پام کې نیولو سره که دپوښښ تختې ، خپل او ($0.25\ KN/m^2$) دمسطحې اوځای په ځای شویو میخانیکي اجناسوتحمیلي بار، ($1.2\ KN/m^2$) جداکوونکودیوالونوبار، ($3.9\ KN/m^2$) ژوندي بار اود څنډې ګاډر چې ($4.5\ KN/m$) د بیروني یا خارجي دیوال بار لاندې واقع وي . که دودانۍ دپاسني او لاندېنې پوړونو ارتفاع په ترتیب سره ($3.60\ m$) او ($4.20\ m$) وي . هغه افقي بار چې د الیوتور شافت په واسطه متحمل کېږي په پلان کې نه دی ښودل شوی . نود پایې د (A) او (B) لیکو په اوږدو کې د پوښښ تختې د ختیځو - لـویدیځو تسمو که ($f_y = 420\ MPa$) او ($f'_c = 25\ MPa$) وي د لاندېنیو شرایطو له مخې محاسبه کړئ ؟

(a) د اړین ضخامت د ګاډرونو اغېزمنتیا په پام کې باید ونیول شي .

(b) د ژوندي بار د کمېدنې ضریب باید په پام کې ونیول شي .

(c) د پایې په تسمه کې د پوښښ تختې او ګاډر تر منځ د مومنټونو په وېشنه کې باید د ګاډرونو اغېزمنتیا په پام کې ونیول شي .

(d) د منفي مومنټونو وېشنه چې په مستقیمې محاسبوي طرېقه کې د اتکاء په هر لورې کې د مومنټونو تر منځ ډېر توپیر قایل شوی دی ، باید په پام کې ونیول شي .

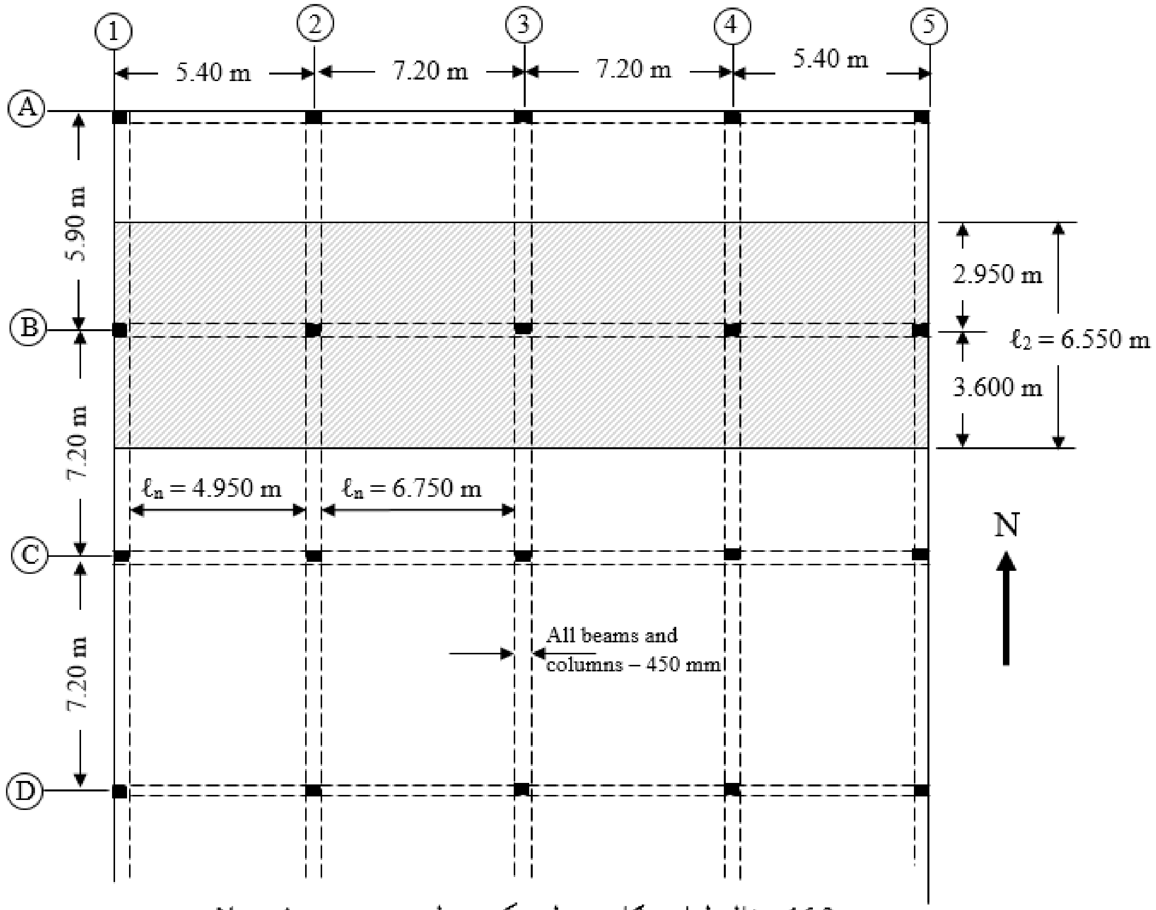
(e) په ګاډر او پوښښ تخته کې د عرضاني قوې په وړاندې محاسبه باید په پام کې ونیول شي .

که ژوندی بار ($5\ KN/m^2$) او یا له دې څخه کوچنی وي او د پنیل مساحت له ($37\ m^2$) یا ($100\ ft^2$) څخه لوی ، نو ژوندی بار د لاندېني فورمو له مخې کمېږي :

$$L = L_o\ (0.25 + \frac{15}{\sqrt{K_{LL}A_T}})$$

په پورتنې فورمول کې : (L) او (L_o) په ترتیب سره کم شوی او مشخص ژوندی بار دی، (A_T) د باري ساحې مساحت دی او (K_{LL}) ضریب دی چې د باري ساحې مساحت په اغېزمن مساحت بدلوي ، چې د دې دوه لوریزه پوښښ تختې په محاسبه کې د بارې

ساحې مساحت (A_T) په نارمله توګه د پايو د مرکزونو ترمنځ د پنيلونو مساحت په پام کې نيول کېږي ، نو ($K_{LL} = 1.0$) قبلېږي .



د (16.2- مثال) لپاره د ګاډرونو لرونکي دوه لوريزه پوښښ تختې پلان

1- د محاسبوي طريقې ، بار او مقاومت ضريب پيداکول : د (ACI) کود د مستقيمې محاسبوي طريقې لپاره محدوديتونه غوره کړي چې په مخکني (15.2- مثال) کې د تطبيق لپاره بشپړه مالومات ورکړل شو ، خو په دې مثال کې يو اضافي چک اړين برېښي ، داچې د ګاډرونو ارتفاع او عرض سره مساوي دي ، نو په پايله کې ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1$) نسبت د محدوديتونو له مخې پاتې راځي ، خو کولی شو چې مستقيمه محاسبوي طريقه کاروواو داچې په محاسبه کې د باد بار شامل دی ،نو د چوکاټ د تحليل له موډل څخه ګټه اخلو .

2- د پوښښ تختې د ضخامت او د ګاډر د ابعادو ټاکل : د پوښښ تختې ضخامت د کړوپېدنې داړتیا له مخې ټاکل کېږي ،کله چې د ګاډر ابعاد مالوم وي . که د ټولو ګاډرونو لپاره ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1$) له یوه څخه ډېر شي ، نو د ګاډرونو څخه ټولې عرضاني قوې پايو ته انتقالېږي ، نو له دې امله کله په دې حالت کې د پوښښ تختې دضخامت په ټاکنه کې د عرضاني قوې ارزونې ته اړتیا نه شته . که یوازې د څنډې ګاډرونه وي ، نو د پوښښ تختې اصغري ضخامت د کړوپېدنې د اړتیا له مخې له جدول څخه ($\ell_n/33$ = 6,750/33=205mm) سره مساوي کېږي . که د داخلي پايو لاندې د ګاډرونو سره دپوښښ تختې ضخامت (15%) سلنه کمېږي ، د ګاډرو د سختۍ د محاسبې په پام کې نیولو سره د پوښښ تختې ضخامت (175 mm) نیسو، د ګاډر ارتفاع (2.5) ځلې لویه نیول کېږي، چې د (α_f) قیمت یو څه له یوه څخه ډېر شي.

د لومړۍ هڅې په ترڅ کې د پوښښ تختې ضخامت (175 mm) او د ګاډر ارتفاع (450 mm) ټاکو، په لاندېنې شکل کې د ګاډر ونود مقطع له مخې د ضخامت د ارزونې لپاره (α_f) د لاندېنې فورمول په واسطه پیداکېږي : $\alpha_f = \frac{E_{cb}I_b}{E_{cs}I_{bs}}$

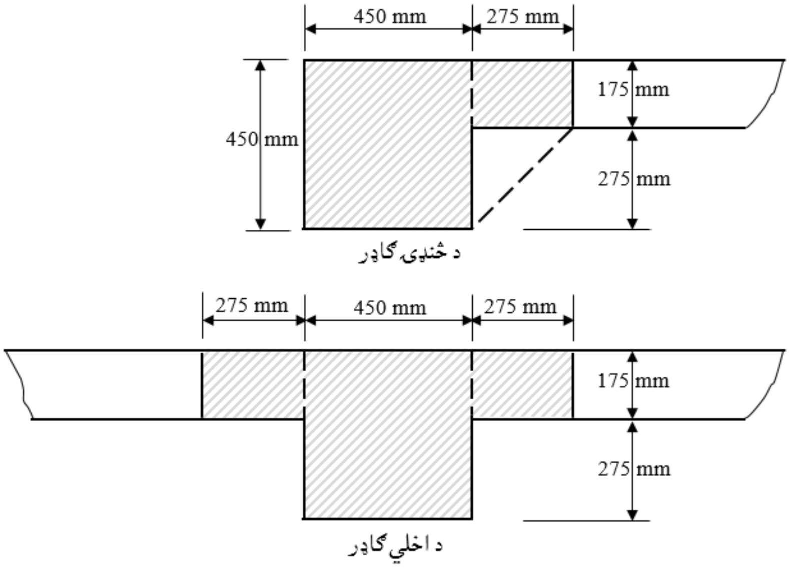
د شکل له مخې د څنډې ګاډر لپاره د دمقطع د پاسنۍ برخې څخه لاندې د ثقل مرکز فاصله (198.5 mm) ، ($I_b = 4.3 \times 10^9\ mm^4$) ، د پوښښ تختې هغه عرض چې د (A) لیکې په اوږدو کې له ګاډر سره کار کوي (3,075 mm) دی، ($I_s = 1.4 \times 10^9\ mm^4$) او ($\alpha_f = 3.07$) کېږي .

د (1) لیکې په اوږدو کې دګاډر لپاره د پوښښ تختې عرض (2,925 mm) دی ، نو ($\alpha_f = 3.10$) او د(B) لیکې په اوږدو کې د داخلي ګاډرونو لپاره ($I_b = 4.88 \times 10^9\ mm^4$) او د پوښښ تختې د (6,450 mm) عرض لپاره ($\alpha_f = 1.70$) کېږي ، په همدې توګه د (C) او (3) لیکې په اوږدو کې د پوښښ تختې د (7,200 mm) عرض لپاره ($\alpha_f = 1.52$) کېږي او (2) لیکې په اوږدو کې د پوښښ تختې د (6,300 mm) عرض لپاره ($\alpha_f = 1.74$) کېږي . د (α_f) د لاسته راغلو قیمتونو څخه لوی قیمت ($\alpha_f = 3.10 > 2.0$) دې ، نو هغه پوښښ

تختو لپاره چې په هغې کې ($\alpha_{fm} > 2.0$) وي، نو اصغري ضخامت د لاندېنۍ فورمول په واسطه پیداکېږي ، چې په هیڅ وجه باید له (90 mm) ملي مترو یا (3.5 in) انچو څخه لږ نه شي.

$$h = \frac{\ell_n[0.8+(f_y/1,500)]}{36+9\beta} \geq 90 \text{ mm} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (48.2)$$

د پوښښ تختې په لاس راغلی ضخامت په لاندېنۍ جدول کې لیکل کېږي، خو مناسب ضخامت (h = 175 mm) ورته غوره کوو .



د (16.2- مثال) لپاره د ګاډرونو مقطعې.

د ګاډر له وزن څخه انصراف کو او (d = 450 – 63 = 387 mm) د ګاډر دفعالې ارتفاع په پام کې نولو سره عرضاني قوه په لاندې ډول پیداکوو :

$q_u = 1.2\ (0.175 \times 24 + 0.25 + 1.2) + 1.6 \times 3.9 = 11.64\ KN/m^2$

$V_u = 11.64[7.2 \times 7.2 - (0.45 + d_{beam})^2] = 11.64[7.2 \times 7.2 - (0.45 + 0.387)^2]$

$V_u = 595.264\ KN$

د (20.2- مثال) لومړی جدول: د اصغري ضخامت پیداکول.

Items	Panel			
	A-B-1-2 (corner)	A-B-2-3	B-C-1-2	B-C-2-3 (Interior)
ℓ_n (Maximum)	5.90 - 0.45 = 5.45m	7.20 - 0.45 = 6.75m	7.20 - 0.45 = 6.75m	5.90 - 0.45 = 5.45m
ℓ_n (Minimum)	5.40 - 0.45 = 4.95m	5.90 - 0.45 = 5.45m	5.90 - 0.45 = 5.45m	5.40 - 0.45 = 4.95m
$\beta = \ell n$ (Maximum)/ℓn (Minimum)	1.101	1.239	1.239	1.101
α_{fm}	(3.10 + 1.74 + 1.70 + 3.26)/4 = 2.45	2.020	2.060	1.62
Applicable equation	Eq (48.2)	Eq (48.2)	Eq (48.2)	Eq (48.2)
h from equation (mm)	126.750	156.000	154.000	172.000
Mininmum (h), (mm)	90.000	90.000	90.000	125.000

$$\Sigma\phi V_c = 4[0.75 \times \frac{1}{6} \times 1 \times \sqrt{25} \times 450 \times 387] = 435.38 \text{ KN}$$

په پایله کې ($V_u = 595.264 \text{ KN} \le 2\Sigma\phi V_c = 2 \times 435.38 = 870.76 \text{ KN}$) ده ، نو که داسې نه وي اړینه ده ،چې عرضاني سیخان یا ګڼډمکونه وکارېږي .

3- د پایې د (B) لیکې په اوږدو کې د پوښښ تختې په تسمه کې د مومنټونو پیداکول: د پوښښ تختې دا تسمه د(B1) ، (B2) او (B3) پایو ترمنځ وایو کې د سخت چوکاټ په څېر کار کوي، چې (ℓ_1) یې د (B) لیکې سره موازي او (ℓ_2) یې پـرې واقع دي ، همـداراز د (B1-B2) او (B4-B5) پنیلونه یې وروستني او نور دوه پنیلونه یې داخلي موقیعیت لري . د وایو ټولې اندازې د (16.2- مثال) په دویم جدول کې ځای په ځای کېږي . د (16.2- مثال) په دویم جدول کې ارقام په لاندې ډول لیکل کېږي :

د (4) کرښې (a) برخه د پنیل اغېزمن مساحت ($\ell_1 \times \ell_2$) او د (b) په برخه کې دژوندی بار کم شوې قیمت لیکل کېږي .

په (5) کرښه کې د وایې په اخر او د وایې په منځ کې محاسبه شوې مومنټونه لیکل کېږي چې د چوکاټ په موډل کې تر ګټه اخېستل کېږي . د پایو د برخو د انرشیا مجموعي مومنټ د پوښښ تختې - ګاډر د درزکېدنې د محاسبې لپاره په پام کې نیول کېږي . د پوښښ تختې او تحمیلي بار له امله بې له ضریبه مړبار چې د پوښښ تختې - ګاډر له پاسه عمل کوي په لاندې ډول محاسبه کېږي :

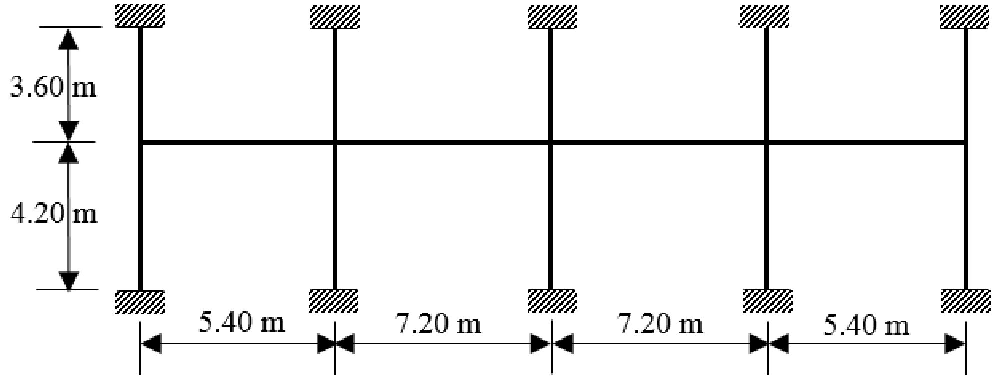
$$w_{D\,(slab-beam)} = [0.175 \times 24 + 0.25 + 1.2] \times 6.55 = 37.01 \text{ KN/m}$$

د(B1-B2)وايه کې د پوښښ تختې - ګاډر له پاسه بې له ضريبه ژوندی بار مساوي کېږي په :

$w_{L\ (slab\text{-}beam)} = 3.9 \times 6.55 = 25.55\ KN/m$

د (20.2- مثال دويم جدول : د ختيځې - لويديځې پوښښ تختې د (B) تسمې لپاره د منفي او مثبتو مومنتونو محاسبه .

Items	B1		B2			B3
1. ℓ_1 (m)		5.400			7.200	
2. ℓ_n (m)		4.950			6.750	
3. ℓ_2 (m)		6.550			6.550	
4. (a) Area, $A_\ell = \ell_1 x \ell_2$ (m^2)		35.370			47.160	
(b) Reduced Live Load (KN/ m^2)		3.900			3.600	
	End	Mid	End	End	Mid	End
5. Slab-Beam Moments (KN. m)	-103.86	100.87	-237.27	-296.24	164.05	-328.11
6. Beam moments (KN. m)	-4.470	4.340	-10.440	-13.420	7.460	-14.910



د دوه لوريزه پوښښ تختې د تحليل لپاره کاريدونکې چوکاټ.

داچې د ژوندی بار قيمت (25.55) د مړبار (37.01 KN/m) د(3/4) ياني (27.76 KN/m) څخه هم لږ دی ، نو د (ACI) کود د لاربښووني له مخې اړينه ده چې په هره وايه کې ژوندی اومړ بار بشپړه ضريبې په پام کې ونيول شي .

په (6) کربنه کې د ګاډر وزن يوازې د ګاډر په واسطه زغمل کېږي ، نو داچې مستقيماً د ګاډر په واسطه زغمل کېږي په ځانګړې توګه تحليلېږي .

$w_{D\ (beam)} = 0.45 \times 0.275 \times 24 = 2.97\ KN/m$

4- د پايې د (A) ليکې په اوږدو کې د پوښښ تختې په تسمه کې د مومنټونو پيداکول : د پوښښ تختې دا تسمه د(A1) ، (A2) او (A3)پايو ترمنځ وايو کې د سخت چوکاټ په څېر کار کوي، چې (ℓ_1) يې د (B) ليکې سره موازي او (ℓ_2) يې پـرې واقع دي ، همــداراز د (A1-A2) او (A2-A3) پنيلونه يې وروستنې او نور دوه پنيلونه يې داخلي موقيعيت لري . د وايو ټولې اندازې د (16.2- مثال) په دويم جدول کې ځای په ځای کېږي . د (16.2- مثال) په دريیم جدول کې ارقام په لاندې ډول ليکل کېږي :

د (4) کرښې (a) د وايې په اوږدو کې د پوښښ سيستم دڅنډې لپاره د لړاغېزمن مساحت له امله ، د ټولو وايو لپاره د ژوندي بار کمېدنې ته اړتيا نه شته .

(b) د ساختمان د تحليل لپاره د پوښښ تختې - ګاډر له پاسه د بې له ضريبه عامل ژوندي او مړبار په پام کې نيول کېږي .

په (5) او (6) کرښو د پوښښ تختې د شمالي - جنوبي تسمو لپاره مومنټونه پيداکېږي . سره له دې چې د دې پوښښ تختې د بشپړه محاسبې لپاره د شمالي - جنوبي تسمو او د ختيځې - لويديځې تسمو محاسبه شاملېږي ، خو له دې څخه انصراف کېږي .

7- د ختيځې - لويديځې تسمو په وايو کې د پايې په تسمې ، په منځنۍتسمې او ګاډرونو د منفی او مثبتومومنټونو وېشنه : په (3) اتو (4) قدم کې د پايې د (A) او (B) په ليکو کې مومنټونه پيداشو ، نو دا مومنټونه بايد چې د پايې او په منځنيو تسمو تر منځ او همدارنګه د پايې تسمې مومنټونه د پوښښ تختې او ګاډر تر منځ ووېشل شي .

(a) په پايې او منځنۍ تسمو د پوښښ تختو وېشنه : د (ACI) کود په واسطه د پايې تسمې عـرض د وايــو تر منځ متفاوت تعريف شوی دی . د (B) ليکې په اوږدو کې د (B1-B2) وايې لپاره د پايې د تسمې عرض (2.70 m) او د(B2-B3) وايې لپاره د پايې د تسمې عرض (3.225 m) دی . د وايو ترمنځ د سيخانو د محاسبې د غوښتنې له مخې د پايې تسمې عرض ثابت (2.70 m) فرضوو.

(b) د پايې او په منخنۍ تسمو د مومنټونو وېشنه : دا محاسبه د(16.2- مثال) په دريیم جدول کې په لاندې ډول تر سره کېږي :

د (20.2- مثال) درېيم جدول : د ختيځې - لويديځې پوښښ تختې د (B) تسمې لپاره د منفي او مثبتو مومنټونو محاسبه .

Items	A1		A2			A3
1. ℓ_1 (m)		5.325			6.000	
2. ℓ_n (m)		4.925			5.500	
3. ℓ_2 (m)		3.175			3.175	
4. (a) Area, A_ℓ (m^2)		16.907			19.050	
(b) Reduced Live Load (KN/ m^2)		3.900			3.900	
	End	Mid	End	End	Mid	End
5. Slab-Beam Moments (KN. m)	-48.67	47.6	-114.3	-146.43	81.48	-162.7
6. Beam moments (KN. m)	-10.850	10.580	-25.220	-32.540	18.170	-36.340

د (20.2- مثال) څلورم جدول : د ختيځې - لويديځې تسموکې د پايې او ةتځنيو تسمو ترمنځ د مومنټونو وېشنه .

دپايي د څنډې تسمه		منځنۍ تسمه		دپايي تسمه		منځنۍ تسمه		دپايي تسمه		تسمې
1.500		3.090		2.700		4.500		2.700		دتسمې عرض په (m)
A1				B1				C1		بيروني يا خارجي منفي مومنټونه
-48.68				-103.86				-108.88		1-دپوښښ تختې مومنټ (KN. m)
0.790		0.210	0.060	0.880		0.060	0.060	0.880		2-دمومنټ ضريبونه
-38.46		-10.22	-6.23	-91.40		-6.23	-6.53	-95.81		3- په تسمو د مومنټونو وېشنه
گاډر	پوښښ تخته			گاډر	پوښښ تخته			گاډر	پوښښ تخته	4-(a) دپايي تسمې مومنټ په پوښښ
-23.99	-5.81			-76.93	-13.80			-81.34	-14.47	تختو او گاډرونو (KN. m)
-10.85				-4.470				-4.470		(b)د بار له امله په گاډرونو کې د مومنټ وېشنه (KN.m)
-34.84	-5.807	-16.454		-81.40	-13.801	-12.764		-85.81	-14.468	5- مجموعي مومنټ (KN.m)
										د وروستني وايي مثبت مومنټونه
47.59				100.88				105.76		1-دپوښښ تختې مومنټ (KN. m)
0.730		0.270	0.155	0.690		0.155	0.175	0.650		2-دمومنټ ضريبونه
34.74		12.85	15.64	69.61		15.64	18.51	68.74		3- په تسمو د مومنټونو وېشنه
گاډر	پوښښ تخته			گاډر	پوښښ تخته			گاډر	پوښښ تخته	4-(a) دپايي تسمې مومنټ په پوښښ
29.53	5.21			59.17	10.44			58.43	10.31	تختو او گاډرونو (KN. m)
10.58				4.340				4.340		(b) د بار له امله په گاډرونو کې د مومنټ وېشنه (KN.m)
40.11	5.21	28.49		63.51	10.44	34.14		62.77	10.31	5- مجموعي مومنټ (KN.m)
A2				B2				C2		دلومړي داخلي پايې منفي مومنټ
-146.44				-296.95				-311.86		1-دپوښښ تختې مومنټ (KN. m)
0.730		0.270	0.155	0.690		0.155	0.155	0.690		2-دمومنټ ضريبونه
-146.44		-39.54	-46.03	-204.90		-46.03	-48.34	-215.18		3- په تسمو د مومنټونو وېشنه
گاډر	پوښښ تخته			گاډر	پوښښ تخته			گاډر	پوښښ تخته	4-(a) دپايي تسمې مومنټ په پوښښ
-124.47	-21.97			-174.16	-30.73			-182.91	-32.28	تختو او گاډرونو (KN. m)
-32.54				-13.420				-13.420		(b)د بار له امله په گاډرونو کې د مومنټ وېشنه (KN.m)
-157.01	-21.97	-85.57		-187.58	-30.73	-94.37		-196.33	-32.28	5- مجموعي مومنټ (KN.m)

کرښې د پوښښ تختې په بېلابېلو برخو کې د مومنټونو مقدار ښيي، چې د مومنټونو وېشنه د محاسبوي تسمې سره د موازي لپاره د ګاډر- سختتیې نسبت او د پام وړ پنيل د نسبت له مخې تر سره کېږي . د ختيځې - لويديځې تسمو لپاره دا موضوع په لاندې ډول سره تر سره کېږي :

د (α_f) قيمتونه په دويم قدم کې محاسبه شوې دي ، د (ℓ_1) او(ℓ_2) قيمتونه په جدولونو کې ورکړل شوي دي و چې ددې محاسبه په لاندې ډول تر سره شوې ده :

د (B1-B2) پنيل لپاره: ℓ_1= 5.40 m ، ℓ_2 = 6.55 m ، α_{f1}= 1.70 ، $\frac{\ell_2}{\ell_1}$ =1.21 او $\frac{\alpha_{f1}\ell_2}{\ell_1}$ =2.06 کېږي . د (B2-B3) پنيل لپاره: ℓ_1= 7.20m ، ℓ_2 = 6.55m ، α_{f1}= 1.70 ، $\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 0.91 او $\frac{\alpha_{f1}\ell_2}{\ell_1}$ = 1.55 کېږي . د (C1-C2) پنيل لپاره: ℓ_1= 5.40m ، ℓ_2 = 7.20m ، α_{f1}= 1.52 ، $\frac{\ell_2}{\ell_1}$ =1.33 او $\frac{\alpha_{f1}\ell_2}{\ell_1}$ =2.03 کېږي . د (C2-C3) پنيل لپاره : ℓ_1= 7.20m ، ℓ_2 = 7.20m ، α_{f1}= 1.52 ، $\frac{\ell_2}{\ell_1}$ =1.0 او $\frac{\alpha_{f1}\ell_2}{\ell_1}$ = 1.52 کېږي .

په (ACI) کود کې د څنډې پنيل لپاره د (ℓ_2) کارېدنه نه ده څرګنده، خو په دې مثال کې (ℓ_2) د څنډې پنيل د عرض سره مساوي نيول شوی دی .

د (A1-A2) پنيل لپاره: ℓ_1= 5.40m ، ℓ_2 = 5.70m ، α_{f1}= 3.10 ، $\frac{\ell_2}{\ell_1}$ =1.06 او $\frac{\alpha_{f1}\ell_2}{\ell_1}$ =3.27 کېږي .

د (A2-A3) پـــنيل لـــپـــــاره : ℓ_1= 7.20m ، ℓ_2 = 5.70m ، α_{f1}= 3.10 ، $\frac{\ell_2}{\ell_1}$ = 0.79 او $\frac{\alpha_{f1}\ell_2}{\ell_1}$ 2.45 = کېږي .

لومړۍ کرښه : دا مومنټونه د دې مثال د دويم او درېيم جدولونو له پنځمې کرښې اخېستل کېږي او د (C) تسمې مومنټونه د دې سره يوشانته په محاسبه کې نيول کېږي .

د يادلو وړ ده چې د لومړۍ داخلي اتکاء لپاره د پوښښ تختې له دوو مومنټونو څخه لوی مومنټ په پام کې نيول کېږي .

دويمه کرښه - بيروني يا خارجي منفي مومنټ : د دې فصل د(7.2- جدول) څخه د پايې د تسمې په واسطه د بيروني منفي مقاوم مومنټ فريکشن د($\frac{\ell_2}{\ell_1}$) او ($\frac{\alpha_{f1}\ell_2}{\ell_1}$) له مخې اخېستل کېږي او ($\beta_t = \frac{E_{cb}C}{2E_{cs}I_s}$) محاسبه کېږي ،

دلته (C) د ګاډر د څرخېدنې ثابت دی چې د ($C = \Sigma \left[\left(1 - 0.63\frac{x}{y}\right)\frac{x^3y}{3}\right]$) فورمول په واسطه بیدا کېږي . د څنډې ګاډر عرضاني مقطع د دې مثال په تېر شکل کې ښودل شوې ده، د دې لپاره چې د (C) قیمت په لاس راوړو ، نو د ګاډر مقطع په مستطیلونو وېشو ، چې د (C) اعظمي قیمت د شکل له مخې ($C = 5.7 \times 10^9\ mm^4$) سره مساوي کېږي . دا چې (I_s) دپوښښ تختې د انرشیا مومنټ دی ، نو د ($I_s = \ell_2 h^3/12$) فورمول په واسطه پیدا کېږي او ($E_{cb} = E_{cs}$) سره دی ، نو په لاندې ډول کړنه تر سره کوو:

(a) د پوښښ تختې د (A) تسمې لپاره : ($I_s = 3,175 \times 175^3/12 = 1.42 \times 10^9\ mm^4$) کېږي ، چې ($\beta_t = \frac{5.7 \times 10^9}{2 \times 1.42 \times 10^9} = 2.01$) کېږي ، د (7.2- جدول) څخه د ($\ell_2/\ell_1 = 5.7/5.4 = 1.06$)، ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 = 3.27$) او ($\beta_t = 2.01$) قیمتونو له مخې د انترپولیشن په واسطه دپایې د تسمې یانې د (A1) پایې سره بیروني منفي مومنټ (0.79) په لاس راځي .

(b) د پوښښ تختې د (B) تسمې لپاره : ($I_s = 6,550 \times 175^3/12 = 2.93 \times 10^9\ mm^4$) کېږي، چې ($\beta_t = \frac{5.7 \times 10^9}{2 \times 2.93 \times 10^9} = 0.97$) کېږي ، د (7.2- جدول) څخه د ($\ell_2/\ell_1 = 6.55/5.4 = 1.21$)، ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 = 2.03$) او ($\beta_t = 2.01$) قیمتونو له مخې د انترپولیشن په واسطه دپایې د تسمې یانې د (B1) پایې سره بیروني منفي مومنټ (0.88) په لاس راځي .

(c) د پوښښ تختې د (C) تسمې لپاره : ($I_s = 7,200 \times 175^3/12 = 3.2 \times 10^9\ mm^4$) کېږي ، چې ($\beta_t = \frac{5.7 \times 10^9}{2 \times 3.2 \times 10^9} = 0.89$) کېږي ، د (7.2- جدول) څخه د ($\ell_2/\ell_1 = 7.2/5.4 = 1.33$)، ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 = 2.03$) او ($\beta_t = 0.89$) قیمتونو له مخې د انترپولیشن په واسطه دپایې د تسمې یانې د (C1) پایې سره بیروني منفي مومنټ (0.88) په لاس راځي .

مثبت مومنټونه :

(a) د پوښښ تختې د (A) تسمې لپاره : د($\ell_2/\ell_1 = 5.7/5.4 = 1.06$)، ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 > 1.0$) ، نو د (7.2- جدول) له مخې مثبت مومنټ (73) سلنه د پایې تسمو ته ځي .

(b) د پوښښ تختې د (B) تسمې لپاره : د($\ell_2/\ell_1 = 6.55/5.4 = 1.21$)، ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 > 1.0$) ، نو د (7.2- جدول) له مخې مثبت مومنټ (69) سلنه د پایې تسمو ته ځي .

(c) د پوښښ تختې د (C) تسمې لپاره : د($\ell_2/\ell_1 = = 7.2/5.4 = 1.33$)، ($\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 > 1.0$) ، نو د (7.2- جدول) له مخې مثبت مومنټ (65) سلنه د پایې تسمو ته ځي .

داخلي منفي مومنتونه : داچې $(\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 > 1.0)$ دی ، نو د (7.2- جدول) له مخې د پايې او منځنۍ تسمو ترمنځ مومنتونه د مثبت مومنتونو په څېر په ترتيب سره په (73) ، (69) او (65) سلنه مومنتونه د (A) ، (B) او (C) پوښښ تختوتسمود پايې تسمو ته ځي .

(4a) کرښه : په دې کرښه کې د پايې تسمې مومنتونه د پوښښ تختې او ګاډر تر منځ وېشل کېږي ، د (ACI) کود د غوښتنې له مخې که $(\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 > 1.0)$ وي ، نو د پايې تسمې (85%) سلنه مومنتې ګاډر او پاتې يې پوښښ تختې ته ورکول کېږي .

(4b) کرښه : په دې کرښه کې مومنتونه په شکل کې د ښودل شوي چوکاټ چې د پايې د (A) ، (B) او (C) ليکو په اکږدو کې د ګاډر د تنې وزن او د پايې د (A) ليکې په اوږدو کې د ديوال د وزن د جمعې د عامل بار د تحليل څخه په لاس راځي .

پنځمه کرښه : د پوښښ تختې اوګاډر پايې د تسمود (B) ليکې په اوږدو کې د پايې د (A) او (B) ليکو ترمنځ د منځنۍ تسمې نهايي مومنتونه په لاندېني شکل کې ترسمېږي

8- د پوښښ تختې د سيخانو محاسبه کول : د تېر مثال په څېر د پوښښ تختې د سيخانو مساحت د لاسته راغلو مومنتونو له مخې پيدا کېږي .

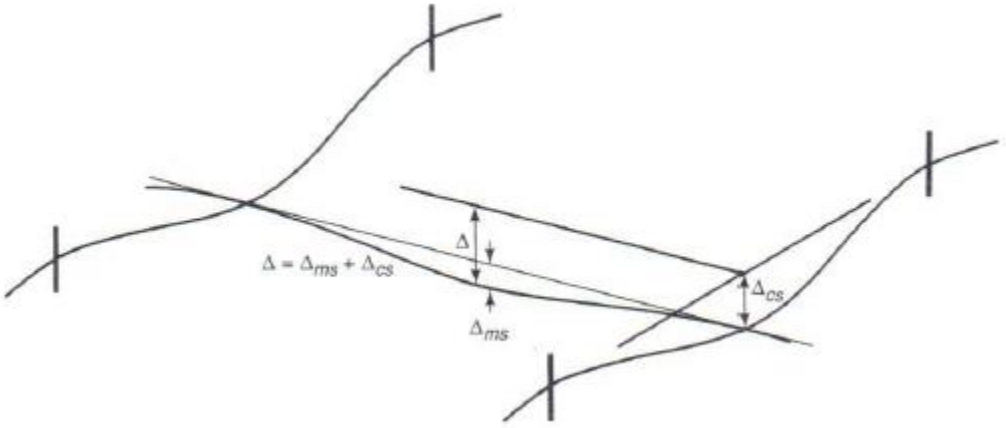
9- د ګاډرونو محاسبه کول : ګاډرونه د مومنتونو ، عرضاني قوي محاسبه اود سيخانو قات کېدنه په ترتيب سره تر سره کېږي . د څنډې ګاډرونه هم د عامل څرخېدنې قوي په وړاندې محاسبه کېږي . داچې د ټولو ګاډرونو لپاره $(\alpha_{f1}\ell_2/\ell_1 \geq 1.0)$ دی ، نو د (ACI) د غوښتنې له مخې اړينه ده چې ګاډرونه په خپله باري ساحه کې د بارونو له امله د عرضاني قوي په وړاندې محاسبه شي .

13.2- د دولوريزه پوښښ تختې په سيستمونو کې کږوپېدنه
(Deflection in Two-Way Slab Systems)

د دوه لوريزه پوښښ تختو سيستمونو لپاره ډېره کږوپېدنه د ځولې کېدنې يا شلمبدنې او د ځينو برخو لکه د دروازو او کړکيو د ويجاړېدنې لامل کېږي . نو د کــږوپېدنې د مخنيوي لپاره د (ACI) کـــود د دوه لـــوريزه پوښښ تختې داصغري ضخامت لپاره د (7.1- جدول) لارښوونه کوي .

د دوه لوريزه پوښښ تختو کږوپېدنې محاسبه کې د پوښښ تختې د پنيل دڅنډې د محيط شرايط، باريدنه، د ژوندي بار حالت (Live Load Patteren)، د کږېدنې يا انحناې له امله درزکېدنه ، انقباض (Shrinkage) او د ځکېدنې (Creeping) له امله د

کړوپېدنې ډېرېدنه په پام کې نیول کېږي . ددوه لوریزه پوښښ تختې سیستمونو کې دکړوپېدنې دستونزې پرېنسټ د اوږدې مودې کړوپېدنې ضریب (λ_Δ) د (ACI) کود په احتمالي ډول (2.0) نیسي ، خو دا ضریب کفایت نه کوي . یانې د(λ_Δ) ضریب قیمت د (ξ) ضریب سره ځکه مساوي قبلېږي چې په یولوریزه او دوه لوریزه پوښښ تختو د وایې په منځ کې فشاري سیخان نه کارېږي . خو ځینې مؤلفین د دوه لوریزه پوښښ تختو سیستمونو لپاره د دې ضریب قیمت تر (3.0) پورې هم لوړوي . د پایې د تسمو د څنډې پنیل په اوږدو کې د ورته یا مشابه ګاډرونو په شتون کې د وایې په منځ کې منځنۍ کړوپېدنه (deflection) په (59.2-شکل) کې ښودل شوې ده .



61.2- شکل: د پایې او منځنۍ تسمو کړوپېدنه (15 :759).

د پایې د تسمود داخلي پنیلونو لپاره اوږده څنډه نیول کېږي ، خو د بیروني یا خارجي پنیلونو لپاره د پنیل د بیروني څنډې سره عمودي نیول کېږي .

د وایې د ګاډر یا پوښښ تختې د انرشیافعال یا اغېزمن مومنټ د لاندېني فورمولونو په واسطه پیداکېږي :

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^2 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (48.2)$$

دلته :

I_e - دکړوپېدنې د محاسبه کولو له پاره د انرشیا اغېزمن مومنټ دی .

M_{cr}- د کړېدنې یا انحنایي مومنټ دی ، چې په کانکرېټو کې د درز د پیداکېدو له امله د لاندې فورمول په واسطه پیداکېږي:

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} \quad \text{...(49.2)}$$

f_r- د کانکرېټو د شلېدنې مودول دی ،چې د(50.2) معادلې په واسطه پیداکېږي :

$$f_r = 0.623\lambda \sqrt{f_c'} \quad \text{...(50.2)}$$

λ- ضریب دی چې د نارمل وزن لرونکو کانکرېټو لپاره (1.0) ، د سپکو کانکرېټو لپاره (0.75) او د شګلنو د سپکو کانکرېټو لپاره (0.85) په پام کې نیول کېږي .

I_g- دبې له درزه ګاډر چې د فولادي سیخان په نه شتون کې دانرشیا مجموعي مومنټ دی .

y_t- د ثقل مرکز او نهایې کششي لیکې تر منځ فاصله ده.

M_a- د عنصر دکړوپېدنې په محاسبه کې د کړېدنې یا انحنایي اعظمي مومنټ دی .

هغه ګاډرونه چې دواړولورو ته ادامه لري منځنی فعال یا اغېزمن انرشیا مومنټ د لاندېني فورمول په واسطه پیداکېږي :

$$\text{Average } I_e = 0.70 I_{em} + 0.15(I_{e1} + I_{e2}) \quad \text{...................... (51.2)}$$

هغه ګاډرونه چې یولورې ته ادامه لري منځنی فعال یا اغېزمن انرشیا مومنټ د لاندېني فورمول په واسطه پیداکېږي :

$$\text{Average } I_e = 0.85 I_{em} + 0.15(I_{e\ continuous\ end}) \quad \text{.................. (52.2)}$$

دلته : (I_{em})، (I_{e1}) او (I_{e2}) په ترتیب سره دګاډر د وایې په منځ کې او په دواړو وروستنیو برخو کې د(I_e) قیمتونه دي . د دې فورمولونو په کاربدنه کې اړینه ده چې (M_a) وارزول شي، دا ځکه چې د (ACI) کود یې دیو عنصر په هغه حالت کې چې ګړوپېدنه محاسبه کېږي د غیر ضریبي شوي اعظمي مومنټ په توګه تعریفوي . د پوښښ تختې د کړوپېدنې په محاسبه کې (M_a) دغیرضریبي شویو مړ اوژوندي بارونو د مومنټونو مجموعه او یا هم د پوښښ تختې مړبار مومنټ دوه برابره په اندازه په پام کې نیول کېږي . سربېره پردې په درزکېدنه کې مومنټ (M_{cr}) چېرته چې (M_a) عمل کوي د کانکرېټو د عمر پربنسټ په

پـام کې نیول کـېږي . کلـه چې (I_g) او (I_{cr}) محـاسبه کـېږي ، اړینه ده چې د ډراپ پنیل قناعت بښونکي ابعادد (ACI) کود له مخې وارزول شي . کـوچـني ډراپ پنیلونه (عـرضـاني قـوي خـولۍ shear caps) او د پایـې کـپیټلـونه څخـه انصـراف کـېږي(58-760:15).

21.2- مثال : د (B-C-2-3) پنیل لپاره د (15.2- مثال) د پلان د شکل له مخې کړوپېدنه محاسبه او د (ACI) کود د محدودیتونو سره پرتله کړئ . داسې فرضوو چې غیر ساختماني جوړښتونه د ډېرې کړوپېدنې له امله نه ویجاړېږي ، د دې حالت لپاره د ژوندي بار له امله سملاسي کړوپېدنه او د پارتیشنونو د وصلېدنې څخه مجموعي کړوپېدنه هم باید وارزول شي . داچې د دې پوښښ سیستم لومړنې ضخامت (190 mm) غوره شوی دی ، نو کړوپېدنه په (165 mm) خطرناکه ضخامت کې تر مطالعې لاندې نیسو، که د دې ضخامت لپاره کړوپېدنه کافي وه ، نو د (190 mm) لپاره خو بیخې درسته ده .

حل :

1- د پایې تسمې د (B2) او (C2) تر منځ د سملاسي او اوږدې مودې کړوپېدنې پیداکول (د B3 او C3 تر منځ کړوپېدنه په همدې شانته فرضوو) :

(a) - د (Ma) په لاندې ډول پیداکېږي : د (15.2- مثال) څخه د پوښښ تختې له پاسه عامل بار ($W_u = 10.752\ KN/m^2$) او ضخامت یې (190 mm) په پام کې نیسو.

د کړوپېدنې د محاسبې لپاره باررونه (د پوښښ تختې ضخامت 165 mm)

Dead load, 1.0(dead) = 0.165 x 24 + 1.4 = 5.36 KN/m^2

Service load, 1.0(dead + live) = 5.36 + 2.4 = 7.76 KN/m^2

Construction load, 2.0 (slab dead load) = 2.0 x 3.96 = 7.92 KN/m^2

په پایله کې درز د ساختماني بارونو له امله رامنځته او (M_a) د (7.92/10.752 = 0.736) ځلې د پایې تسمې د مومنټ په اندازه نیول کېږي .

د(B2) او (C2) سره منفي مومنټ په لاندې ډول پیداکېږي :

Negative moment at B2 and C2 = 0.736 x 93.649 = 68.926 KN. m

دوايي په منځ کې مثبت مومنټ په لاندې ډول پيدا کېږي :

Positive moment at midspan = 0.736 x 40.341 = 29.691 KN. m

(b) - د (Mcr) پيداکول : فرضوو چې د پوښښ تختې له پاسه ساختماني بار د (14) ورځو لپاره واقع کېږي، نو د (14) ورځو مودې لپاره د پوښښ تختې مقاومت ($0.88f_c'$) په پام کې نيول کېږي ، نو د (ACI) کود پربنسټ (M_{cr}) مساوي کېږي په :

$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t}$; $f_r = 0.623\lambda\sqrt{f_c'} = 0.623 \times 1.0 \times \sqrt{0.88 \times 25} = 2.92$ MPa

$I_g = \frac{2,363 \times (165)^3}{12} = 0.88 \times 10^9$ mm^4; $y_t = 165/2 = 82.5$ mm

$M_{cr} = \frac{2.92 \times 0.88 \times 10^9}{82.5} = 31.15$ KN. m

(c)- د (I_{cr}) او (I_e) پيداکول : د(15.2- مثال) دختيځې - لويديځې پوښش تختې تسمې د (B2-B3) او (C2-C3) سيخبندۍ ته په کتو سره په منفي مومنټ ساحه کې ، سره له دې چې د پوښښ تختې سيخبندي بدلون مومي، نو د(A_s =15 No 12) لپاره فعاله ارتفاع مساوي کېږي په : $d_{(East\text{-}West)} = h - 25mm = 165 - 25 = 140$ mm ، نو د سيخبندۍ نسبت يې مساوي کېږي په :

$\rho = \frac{15 \times 113}{2,363 \times 140} = 0.00512$

$n = \frac{E_s}{E_c} \Rightarrow E_c = 4,700\sqrt{f_c'} = 4,700 \times \sqrt{25} = 23,500$ MPa, $E_s = 0.2 \times 10^6$ MPa

n (at time of cracking) = $\frac{0.2 \times 10^6}{23,500} = 8.51 \Rightarrow n\rho = 0.0436$

$k = \sqrt{2n\rho + (n\rho)^2} - n\rho = \sqrt{2 \times 0.0436 + (0.0436)^2} - 0.0436 = 0.255$

$I_{cr} = \frac{1}{3}(2,363) \times (0.255 \times 140) + 15 \times 113 \times 8.51\,(140 - 0.255 \times 140)$

$I_{cr} = 28,119.7 + 1,504,470.14 = 1,532,590$ mm^4

$I_e = I_{cr} + (I_g - I_{cr})\left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3$

$I_e = 1,532,590 + (0.88 \times 10^9 - 1,532,590) \times \left(\frac{31.15 \times 10^6}{68.926 \times 10^6}\right)^3 = 0.4 \times 10^9$ mm^4

داچې د مثبت مومنټ په ساحه کې ($M_a \approx M_{cr}$, $I_e = I_g = 0.88 \times 10^9$ mm^4) نيول کېږي .

د (I_e) منځنی قيمت په لاندې ډول پيدا کېږي :

$I_{e,\,Average} = 0.70 I_{em} + 0.15(I_{e1} + I_{e2})$

$I_{e, Average}$= 0.70 x 0.88 x10^9 + 0.15 (0.4 x10^9 + 0.4 x10^9) = 0.736 x 10^9 mm^4

(d) - د مړ او ژوندي بارونو له امله د سملاسي اود اوږدې مودې کړوپېدنې پیداکول : د دې لپاره چې د پایې او منځنۍ تسمو کړپېدنه محاسبه کړو، اړینه ده چې د د پوښښ تختې د دې تسمو له پاسه د مړبار او ژوندي بار د عمر سلنه (%) پیداشي . دا سلنه د پایې او منځنۍ تسمو د مومنټ د سلنې سره مساوي قبلېږي . داچې دا سلنه د منفي او مثبتو ساحو لپاره سره توپیر لري ، نو د هرې تسمې منځنۍ اندازه په پام کې نیول کېږي . په (15.2- مثال) کې د داخلي پنیل د وایې په وروستنې برخې لپاره (75%) سلنه منفي مومنټ او مثبت مومنټ (60%) سلنه د پایې د تسمې لپاره اختصاص شوی دی ، نو د پایې د تسمې په واسطه (67.5%) سلنه مړ او ژوندی وېشلې بار اختصاصېږي ، چې له هغې څخه د منځنۍ تسمې د پنیل د دویمې برخې لپاره (32.5%) سلنه د کړوپېدنې لپاره اختصاصېږي:

w_D = 5.36 x 4.725 x 0.675 = 17.10 KN/m

w_L = 2.4 x 4.725 x 0.675 = 7.65 KN/m

د پوښښ تختې د بارېدنې په پام کې نیولو سره د مړ او ژوندی بارونو له امله سملاسي کړوپېدنه په لاندې ډول محاسبه کېږي :

$\Delta_{D\,(max)} = 0.0026\,\frac{w_D \ell^4}{EI}$ (row1); $\Delta_{L\,(max)} = 0.0048\,\frac{w_L \ell^4}{EI}$ (row4)

دلته: (ℓ = 6.0 m)، ($I = I_e$ =0.736 x 10^9 mm^4)او د (f'_c = 25 MPa) لپاره ($E = E_c$) دي.

$E_c = 4{,}700\sqrt{f'_c} = 4{,}700 \text{ x} \sqrt{25} = 23{,}500$ MPa

$\Delta_{D\,(max)} = 0.0026 \text{ x } \frac{17.10\, x\, (6{,}000)^4}{23{,}500 \text{ x } 0.736 \text{ x}(10)^9} = 3.33$ mm

$\Delta_{L\,(max)} = 0.0048 \text{ x } \frac{7.65\, x\, (6{,}000)^4}{23{,}500 \text{ x } 0.736 \text{ x}(10)^9} = 2.75$ mm

د دې لپاره چې د اوږدې مودې کړوپېدنه پیداکړو، نو د اوږدې مودې لپاره د ژوندی بار پایښت (25%) سلنه فرضوو او مړ بارلپاره سملاسي کړوپېدنه قبلېږي. همداراز د

اوږدې مودې کړوپېدنې ضریب (3.0) پیشنهادېږي ،نو د پایې تسمې د وایې په منځ کې د اوږدې مودې کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$\Delta_{(long\text{-}term)} = 3.0 \times (3.33 + 0.25 \times 2.75) = 12.05$ mm

2- د پایې د (2) او (3) لیکو ترمنځ د منځنۍ تسمې لپاره د کړوپېدنې محاسبه :

(a)- د (M_a) او (M_{cr}) پیداکول : د ساختماني بارونو له امله (M_a) مساوي کېږي په:

Negative at line 2: 0.736 x 23.776 = 17.50 KN. m

Positive at midspan: 0.736 x 19.021 = 14.0 KN. m

Negative at line 3: 0.736 x 22.078 = 16.25 KN. m

دتېر په څېر :

$I_g = \frac{3{,}636 \times (165)^3}{12} = 1.4 \times 10^9\ mm^4;\ y_t = 165/2 = 82.5$ mm

$M_{cr} = \frac{2.92 \times 1.4 \times 10^9}{82.5} = 48.18$ KN. m

(b) - د (I_e)پیـــداکول: داچې ($M_a < M_{cr}$) دی ، نـــو په ټـــولـــو نقطو کې ($I_e=I_g=1.4x10^9mm^4$) سره قبلېږي .

(c)- د مړ او ژوندي بارونو له امله سملاسي او اوږدې مودې کړوپېدنې پیداکول :

د تېر په څېر :

$w_D = 5.36 \times 6.0 \times 0.325 = 10.452$ KN/m

$w_L = 2.4 \times 6.0 \times 0.325 = 4.68$ KN/m

د($\ell = 4.725$ m) لپاره د کړوپېدنې فورمول له مخې په لاندې ډول کړوپېدنه پیداکېږي :

$\Delta_{D\ (max)} = 0.0026 \times \frac{10.452\ x\ (4.725)^4}{23{,}500 \times 1.4 \times (10)^9} = 0.412$ mm

$\Delta_{L\ (max)} = 0.0048 \times \frac{4.68\ x\ (4.725)^4}{23{,}500 \times 1.4 \times (10)^9} = 0.340$ mm

بیاهم د تېر په څېر :

$\Delta_{(long\text{-}term)} = 3.0 \times (0.412 + 0.25 \times 0.340) = 1.491$ mm

3- د (ACI) کود د محدودیتونو له مخې د کړوپېدنې ارزونه:

(a)- د ژوندي بار له امله د سملاسي کړوپېدنې ارزونه :

$\Delta_{L\ (max\ for\ Panel)} = 2.75 + 0.34 = 3.09$ mm

ACI Code limit = $\ell/360 = 6{,}000/360 = 16.67$ mm (OK)

(b)- د پارتیشنونو د وصلېدنې څخه وروسته د مجموعي کړوپېدنې محاسبه کول : د پارتیښن د وصلېدنې پرمهال په سملاسي کړوپېدنې د مړبار اغېزه (90%) سلنه قبلېږي .

په پایله کې دکړوپېدنې د محاسبو د تجربو له مخې د پارتیشن په واسطه کړوپېدنه د ژوندي بار له امله د سملاسي کړوپېدنې (10%) جمع د اوږدې مودې د (100%) سلنې سره مساوي کېږي :

$\Delta_{(\text{max for partitions})} = 0.1 \text{ x } (3.33 + 0.412) + 3.09 + (12.05 + 1.491) = 17.0 \text{ mm}$

ACI Code limit = $\ell/240 = 6{,}000/240 = 25$ mm (OK)

لـــنډيز

د اوسپنيزکانکرېټي ودانيو د پوښښونو له اجزاوو څخه يوه هم د پوښښ تختې (slabs) دي ، چې بېلابېل ډولونه لري ، خو د اوږد او لنډ لورو د اوږدوالي د نسبت له مخې په دوو ډولونو يولوريزه پوښښ تختې او دوه لوريزه پوښښ تختې دي.

دوه لوريزه پوښښ تختو محاسبې په بېلابېلو طريقو تر سره کېږي ، خو په دې فصل کې د ضريبي محاسبوي طريقې ، مستقيمي محاسبوي طريقې (Direct Desigm Methd) او د معادل چوکاټ محاسبوي طريقې (Equivalent Frame Design Metrhod) څخه يادونه شوې ده ، چې د هرې طريقې لپاره په ډېر دقت سره مثالونه د ګاډرلرونکو او بې له ګاډره ياهواره دوه لوريزه پوښښ تختو لپاره حل شوي دي .

د دوه لوريزه پوښښ تختو د محاسبو لپاره اړينه بريښي چې د هغې ضخامت په ډېر دقت سره وټاکل شي ، چې د همدې موخې د لاسته راوړنې لپاره د (7.2- جدول) او د (ACI) کود د غوښتنو او د عرضاني قوي د ارزونې په پام کې نيولو سره غوره او ټاکل کېږي .

د دوه لوريزه پوښش تختو کې د محاسبې لپاره اړينه ده چې د عاملو بارونو له امله د انحنايې مومنټونه بايد د پوښښ تختې د سيستم د پنيلونو په پام کې نيولو سره ووېشل شي او د هغې له مخې په خپلو ټاکلو برخو کې د مثبتو اومنفي مومنټونو په پام کې نيولو سره د محاسبوي سيخانو په واسطه سيخبندي شي .

له پوښښ تختې سربېره پر کششي سيخانو د يولوريزه او دوه لوريزه عرضاني قوو په وړاندې ارزول کېږي او د اړتيا پر مهال په اړينو برخو کې عرضاني سيخان هم اچول کېږي . همداراز د عرضاني قوو پر وړاندې د پوښښ تختې په اړينو برخو کې د مقاوم کېدنې لپاره ګل ميخ لرونکي سيخان هم ځای په ځای کېږي ، چې په اړه يې مثال محاسبه شوی دی. د دې لپاره چې ددوه لوريزه پوښښ تختې ضخامت لا هم ډېر دقيق تحليل شي ، نود مړواو ژونديو بارونو له امله د سملاسي ، اوږدې مودې او مجموعي کږوېدنې محاسبه تر سره کېږي . چې په دې اړه يو مثال چې په هغې کې د دوه لوريزه پوښښ تختې

سیستم لپاره مړواو ژوندیو بارونو له امله د سملاسي ، اوږدې مودې او مجموعي کړوپیږدنې محاسبه او د (ACI) کود د محدودیتونو سره پرتله شوې ده .

پـــوښـــتنې

1- په پوښښ تختو کې د سیخانو یولوریزه اویا دوه لوریزه کړنې لامل څه شی دی .

2- د دوه لوریزه پوښښ تختو ډولونو نومونه واخلئ .

3- د دوه لوریزه پوښښ تختو اصغري ضخامت څنګه ټاکل کېږي .

4- د دوه لوریزه پوښښ تختو د محاسبې شرایط واضح کړئ .

5- دکومو شرایطو لاندې دوه لوریزه پوښښ تختې په ضریبي محاسبوي طریقه محاسبه کېږي .

6- دکومو شرایطو لاندې دوه لوریزه پوښښ تختې په مستقیمې محاسبوي طریقه محاسبه کېږي .

7- په مستقیمه محاسبوي طریقه کې ستاتیکي مومنټ ، په منځنیو او اړخیزو ستنو کې محاسبوي مومنټ څنګه پیدا کېږي .

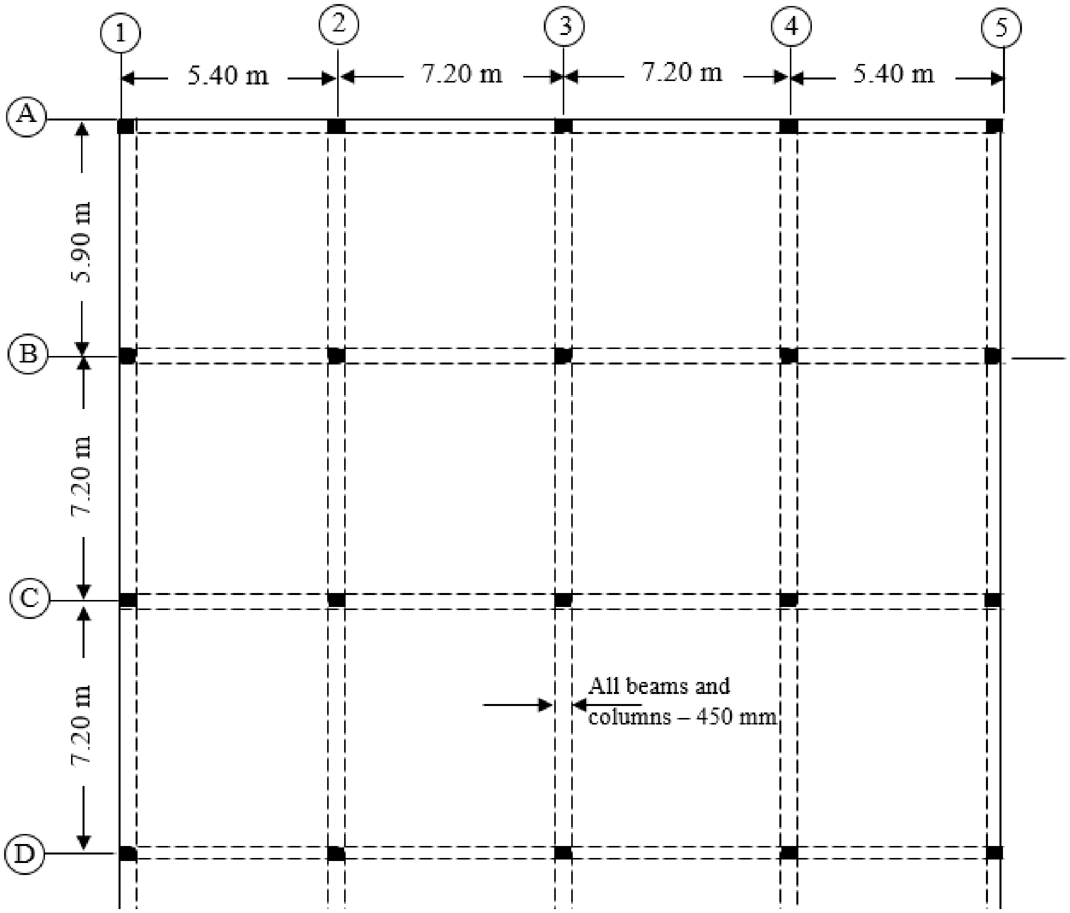
8- په معادله محاسبوي طریقه کې د یوې تسمې د اجزاونومونه واخلئ او دا اجزاوي د کومومعیارونو له مخې یوله بله جدا کېږي .

9- په دوه لوریزه پوښښ تختو کې یولوریزه او دوه لوریزه عرضاني قوي قوې کومې دي او څنګه پیدا کېږي .

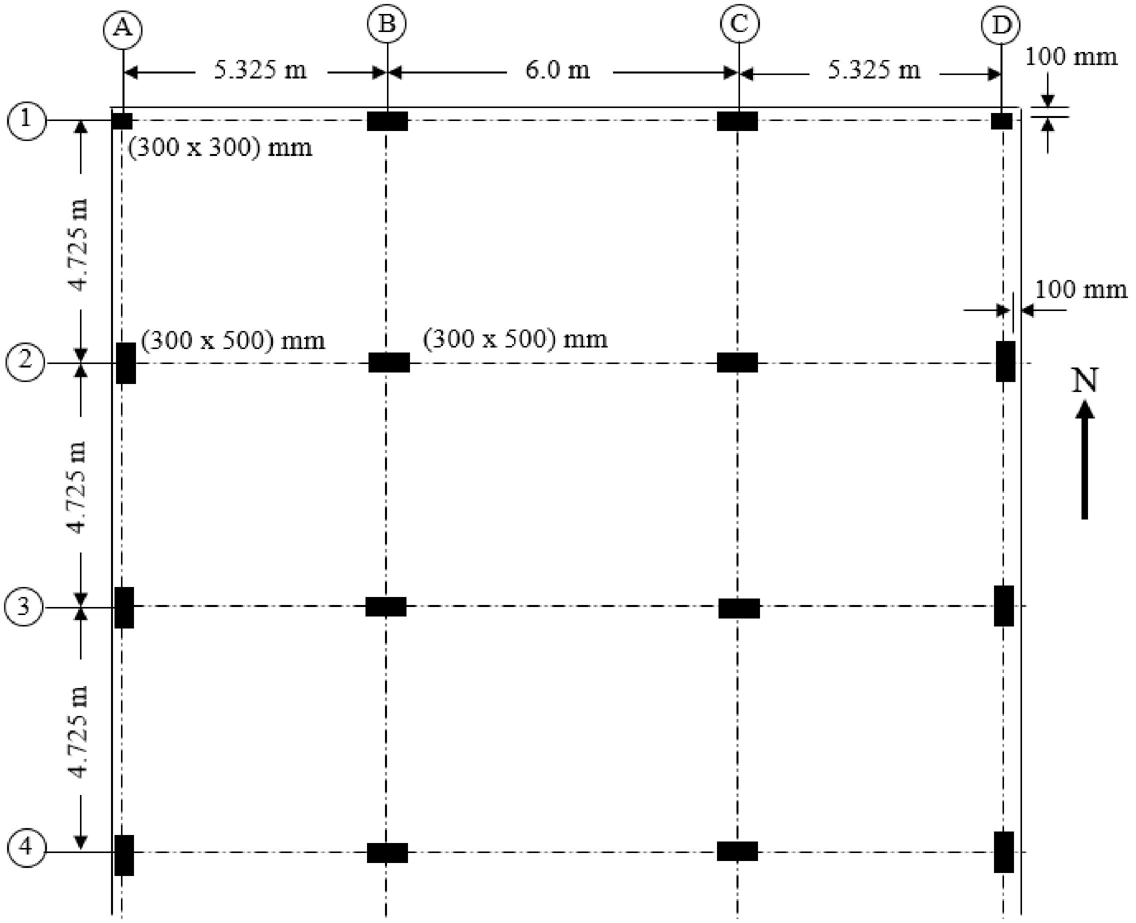
10- یوه (6 x 4 m) پوښښ تخته چې درې لوروته د اوسپنیزکانکرېټي دیوالونه سره نښتې ده او بې له پوښښ تختې له وزنه ($2\ KN/m^2$) مړ او ($3\ KN/m^2$) ژوندي بارونو پرې عمل کړی وي او ($f'_c = 30$ MPa) او ($f_y = 420$ MPa) وي محاسبه کړئ .

11- په لاندېنې شکل کې ښودل شوې پوښښ تختې د مستقیمې محاسبوي طرېقې په واسطه د (2) محور په اوږدو د محاسبوي تسمواجــزاو مومنټونه محاسبه او همداراز د منځنۍ وایې د محاسبوي تسمې په اجزاو کې فولادي سیخان ځای په ځای کړئ . که د پوښښ تختې ضخامت ($h_s = 180$ mm) ، د ګاډر بشپړه ارتفاع ($h = 500$ mm) ، عرض یې ($b_w = 400$ mm) او د ستنې ابعاد (400 mm x 400 mm) وي . همداراز د پوښښ

تختې له پاسه د پرته لــه خــپل وزن څخه يې مړ بار (W_D = 2.10 kN/m^2) او ژوندی بار (W_L = 4.2 kN/m^2) عمل کــړی وي او د کانکــرېټو حجــمي وزن (γ = 24 KN/m^3) ، (f'_c = 30MPa) او (f_y = 420 MPa) وي . په مستقيمې او معادل چوکاټ محاسبوي طريقو بشپړه محاسبه او بيا يې سره پرتله کړئ .



12- په لاندېنې شکل کې ښودل شوې هواره پوښښ تختې چې په څنډو کې ګاډرونه نه لري او د خــپل بار ســـربېره د جــدا کوونکو دیوالونــو او فــرشونو ($1.1\ KN/m^2$) مړ بار او ($2.2\ KN/m^2$) ژوندی بارپرې عمل کوي . د پوښښ تخته د تکیه شوې بیروني پایې د اړخ له پاسه ($100\ mm$) تیرېږي چې بیروني دیوال د دیوال په اوږدو کې ($2.5\ KN/m$) وزن هم پرې تکیه دی . د پوړ تر پوړه ارتفاع ($2.65\ m$) ، ($f_c' = 25\ MPa$) او ($f_y = 420$ MPa) او د پــوښښ تختې لاندې پایې ($300\ mm \times 300mm$) او ($300\ mm \times 500$ mm) ابعادلري ، په مستقیمې او معادل چوکاټ محاسبوي طریقو بشپړه محاسبه او بیا یې سره پرتله کړئ .



مـــاخـــــذونـــه

1- طاحونی ، شاپور . (1393) . طراحی ساختمان های بتن مسلح . چاپ اول . ایران : انتشارات علم و ادب . تهران. ص ص (554-600).

2- فدا ، سهراب . (1390) . مبانی سنجش ساختمان های آهنکانکریتی . کابل : انتشارات سعید. ص ص (168-182) .

3- کی نیا ،امیرمسعود . (1389). آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه .اصفهان : جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان مرکز انتشارات. ص ص (454-490) .

4- مستوفی نـــژاد داود. (1383). ســـازه هـــای بتن آرمه جلد دوم . اصفهان : انتشارات ارکان . ص ص (283-433) .

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 (109-127).

6- Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI). Design Hand Book. (2008). Tenth Edition. Printed in the United State of America. pp (447).

7- Code 0f Practice for Structural Use of Concrete. (2013). Published by Building Department 12/F-18/F Pioneer Center 750 Nathan Road Hong Kong. P(82).

8- International Building Code. (2011). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. Pp (253-255).

9- MacCormac, Jack, C. and Russel, Brown, H. (2014). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (500-505).

10- MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (498-527).

11- 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(228-231).

12- Nawy, G. Edward. (2009). Reinforced Concrete A Fundamental Approach sixth edition. Pearson Education Ltd, Upper Saddle River, New Jersey USA. Pp (312-318).

13- 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 (442-467).
14- 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. P(282).
15- 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(622-1066).

دریم فصل

داوسپنیزو کانکریټي ګاډرونو ګټې اخیستنې وړتیا
(Serviceability of Reinforced Concrete Beams)

1.3- پیلیزه

د بارونو د اغېزې (کږېدنې مومنټ، عرضاني قوو او څرخېدنې مومنټ) پر وړاندې د کږېدونکو اوسپنیزوکانکریټي عناصرو تحلیل او محاسبې دهغوې محکمیت او استحکام تأمینوي چې په تیرو فصلونو کې پرې بشپړه بحث وشو، چې په هغې کې د اوسپنیزکانکریټي عنصراو یا دهغې د مقطع د نهایي مقاومت په اړه بحثونو کې ، په یوه عنصر حتی تر وړاندوینې د ډېرو بارونو پر وړاندې د هغې د نه ویجاړېدنې او تخریب څخه ډاډمنتیا حاصله شوه. خو سره له دې هم د اوسپنیزکانکریټي عنصر څخه د ګټې اخېستنې پرمهال د ګټې اخېستنې یا خدمتي بارونو(بې له ضریبه بارونو) لاندې یو لړ مسئلې مطرح کېږي ، چې د ساختمان څخه په مناسبه ګټه اخېستنه کې ښایي یو لړستونزې رامنځته کړي او په پایله کې د ویجاړېدنې او تخریب سره مخ شي. دا مسئلې د ګټې اخېستنې وړتیا (Serviceability) او د ګټې اخېستنې د حدي حالتونو (Serviceability Limit States) تر عنوان لاندې مطرح کېږي .

د اوسپنیزوکانکرېټي عناصرو څخه د ګټې اخېستنې په مهال کږوېږدنه یا خمیده ګي (Deflection) او درزکېدنه (Cracking) اړینې مسئلې دي، چې مخکې له مخکې باید مطرح شي. ښکاره ده چې په کشش کې د کانکرېټود کمزورتیا دلیل له مخې د ګټې اخېستنې په شرایطوکې په اوسپنیزکانکرېټي عنصر کې درزونه پیداکېږي او کېدای شي دا درزونه عنصر ته کومه ستونزه هم رامنځته نه کړي ،خو که درزونو تر یوه مناسبه بریده کنټرول نه شي ، د لمدبل سره د ځینوحمله کوونکوایونونو د تېرېدنې په پایله کې د سیخانو د خوړنې له امله ګټه اخېستونکې ډاډمنتیا نه احساسوي . په همدارازکه د عناصرو کږوېږدنه تر مناسبه بریده کنټرول نه شي ، نوپه عناصرو کې د درزونود رامنځته کېدنې له امله هم ګټه اخېستونکې ډاډمنتیا نه احساسوي . نو له دې امله اړینه برېښې چې د اوسپنیزوکانکرېټي عناصرو د ګټې اخېستنې څخه مخکې د ګټې اخېستنې وړتیاتحلیل او محاسبه شي .

2.3- دګټې اخېستنې وړتیا پېژندنـه(Introduction of the Serviceability)

سره له دې ، چې په ساحه کې د کانکرېټي ګاډرونو دکاري وړتیا شرایطو لاندې دهغې د دندې د سرته رسولو یوه برخه ده، خوهغه نیمګړتیاوې چې د اوسپنیزوکانکرېټي ګاډرونو، پوښښ تختو اونورو عناصرو د ګټې اخېستنې د شرایطو لاندې دهغې په کاري وړتیا کې مداخله کوي ، په لاندې ډول ترې یادونه کېږي :

الف - ډېر ه درزکېدنه (Excessive cracking) : د فولادي سیخانو اود کانکرېټو د نښلېدنې په پایله کې کېدای شي ډېر ه درزکېدنه رامنځته شي، چې له امله یې زیانمن (مضره) مواد د لویو درزونو له لارې ګاډر ته ورسېږي او په پایله کې د فولادي سیخانو د خـوړنې او زنګ وهلو لامل شي . درزونه په بشپړه توګه د ودانۍ جوړښت بې ډوله کوي او کېدای شي د بـد ګمانۍ تـر بـریده یې ورسوي(151:10) .

ب - ډېر ه کږوېږدنه (Excessive deflection) : ډېره کږوېږدنه په فرعي عناصرو کې چې ساختماني جوړښت نه لري لکه په بېلوونکو دیوالونو، کړکیو او دروازو چوکاټونو کې د

ړنګېدنې په پایله کې رامنځته کېږي . په دې حالت کې ژوندی بار یا د ژوندي بار حرکت د کړوپېدنې د ډېرېدنې لامل کېږي . دفرش د اهتزاز او لړزېدنې له امله ښایي په هغه عناصرو کې چې ساختماني جوړښت نه لري، ډېر ه ویجاړېدنه او ړنګېدنه را منځته کړي . ډېره کړوپېدنه په بشپړه توګه د ودانۍ جوړښت او ساختمان بدغونې کوي اوکېدای شي د بد ګمانۍ تر بریده یې ورسوي (195:14).

ج - بد رنګه کېدنه یا بد بڼه کېدنه (Discoloring) : بـد بڼه کېدنه د دوه سرچـینود کانکرېټود ښوره وهـنې (Efflorescence) او د فولادي سیخانو خوړنې او زنګ وهنې (Corrosion) له امله رامنځته کېږي . د کانکرېټو ښوره وهنه (سپین رنګه ، چې یو شانته ورقه ، ورقه یا پوستک شوي نه وي، بدرنګ کېدنه) چې لامل یې د کانکرېټو سطحې ته د کلسیمي مالګو فلتر کېدنه ده ، چې دا عمل د ډېرو اوبو د ګډولو، دپورتلنډسمنټو د یورنګ نه لرلو، یا په کانکرېټو کې دیوځای کېدونکو (Additives) لکه د ډبروسکرو ایرو(fly ash) او یانورو پوسولانونو(Pozzolans) د غلطو کارولو(Misuse) له امله رامنځته کېږي . ښوره وهنه د کانکرېټو مقاومت او پایښت ته ، پرته له دې چې د سختۍ موده یې غځوي ، زیانمنه هم نه ده . خود فولادي سیخانو خوړنه او زنګ وهنه ، د کانکرېټو د سطحې د بدرنګه او بدبڼه کېدنې (تیت او پرک سورډوله خاپونو او نښانونوپیداکېدنه) مهمه سرچینه ده . سره له دې چې دفولادي سیخانود زنګ وهنې له امله بدرنګه او بد بڼه کېدنه د دومره زیانمنه نه ده ، خو د فولادي سیخانو د ویجاړېدنې او د کانکرېټو او فولادي سیخانو د نښلېدنې د رامنځته کېدلو لامل کېږي .

د - سطحې ټوټه کېدنه (Surface disintegration) : سطحې ټوټه کېدنه د یو لړ ستونزو چې په هغې کې سوري - سوري کېدنه لکه د شاتو مچېو د ګبین په شانته (Honeycombing) ، نغښتنه، تاووښتنه یا جال ډول کېدنه شاملېږي، رامنځته کېږي. سورې - سورې کېدنه لکه د شاتو مچیو د ګبین په څېر ، دکانکرېټو د مخلوط د

نامناسبې طرحې او محاسبې یا نامناسبې کلکېدنې له امله پېښېږي . د لویو ډکوونکوساحه داسې برېښي چې پرته له سمنټو د خمیرې یا مسالې سره نښتې وي . دتاووښتنې یا جال په شانته کېدنې لامل د کانکرېټو د سطحې څخه په کوڅو ، سرکونواو اوسپنې پټېلېو کې د ګاډو ټایرونو د اصطکاک او د بندونو په پرچاوو کې د غورځېدنې له امله د لویو ډکوونکو د ذرو بېلېدنه د بېلګې په توګه یادولی شو . دا هم د کانکرېټو د کمزورې طرحې او محاسبې له امله رامنځته کېږي . سوري - سوري کېدنه د سمنټو د خمیرې او د ډکوونکو د نامناسبه ذرو تر منځ د انبساط وړکیمیاوي تعامل په پایله کې د کانکرېټو د پوښښ تختو سطحې ته نژدې رامنځته کېږي . دارنګه بېلې - بېلې شوې سطحې د کانکرېټو په ښکلا ډول- ډول اغېزه څرګندوي . کږوپېدنې او درز پیداکېدنې هغه موضوعګانې دي ، چې د ګټې اخېستنې د شرایطو لاندې د ساختماني طرحې او محاسبې او د ساختماني عناصرو د کارېدنې پورې اړه لري . بدرنګه کېدنه او د سطحې جال - جال کېدنه د لومړنیو موادو د کارېدنې موضوع ده ، چې د کانکرېټو د مخلوط د طرحې او محاسبې پورې تړلې ده . په دې فصل کې د اوسپنیزکانکرېټي ګاډرونو او پوښښ تختو د کږوپېدنې یا د شکل بدلون او درز کېدنې په اړه بحث کېږي.

3.3- کږوپېدنه (Deflection)

د دې لپاره چې دپام وړ عنصر څخه د ډاډمنتیا او ګټې اخېستنې تمه وي ، نو اړینه ده چې ټول وارده بارونه بې له کومې خرابۍ څخه په بشپړه ډاډمنتیا سره وزغمي . کرېدونکې اجزاء لکه ګاډرونه او یو لوریزه پوښښ تختې د وارده بارونو لاندې انحنايي شکل بدلېدنه کوي، چې دې ډول شکل بدلېدنې ته کږوپېدنه یا خمیده ګي ویل کېږي ، چې د کرېدونکې عنصر د بارېدنې او سختۍ پورې اړه لري (261,262:6).

1.3.3- بې له درزه مقطعو بدلېدنه (Transformed Uncracked Sections)

کله چې دفولادو نسبتي اوږدېدنه (ε_s) د کانکرېټي ګاډر د هغه نژدې برخې د نسبتي اوږدېدنې(ε_c) سره مساوي وي او د غیرفعال محور څخه په مساوي فاصله ځای په ځای

شوي وي، نو په عنصر کې بشپړه نښلېدنه فرضېږي . مخکې له دې چې په کانکرېټو کې درزونه پيداشي اړينه ده چې دکانکرېټو او فولادي سيخانو د ارتجاعيت بريدته پاملرنه وشي ، چې د هوک قانون له مخې دپاتې کېدنې وړ وي . د دې په پايله کې په فولادي سيخانو او نژدې کانکرېټو کې تشنجات په لاندې ډول څرګندېږي :

$\sigma_s = E_s \cdot \varepsilon_s$ $\qquad\qquad$ $\sigma_c = E_c \cdot \varepsilon_c$

دلته :

(E_s)او(E_c) په ترتيب سره د فولادي سيخانو او کانکرېټو د ارتجاعيت مودولونه دي .

که ($\varepsilon = \varepsilon_s = \varepsilon_c$) شي ، نو ($\sigma_s = \varepsilon \cdot E_s$)او($\sigma_c = \varepsilon \cdot E_c$) کېږي .

دلته :

$$n = \frac{E_s}{E_c} = 7 - 9 \qquad (1.3)$$

په پايله کې حاصلېږي چې : $\sigma_s = n \cdot \sigma_c$

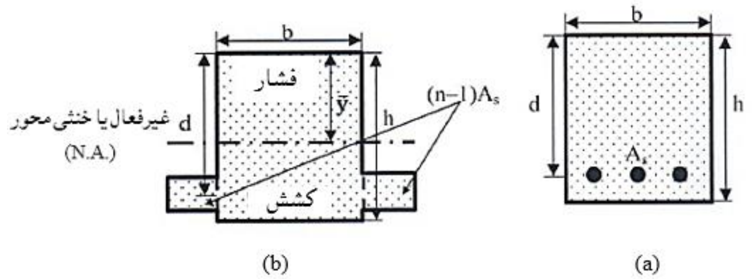
د پورتنېو رابطو پربنسټ د فولادوکشي قوه له ($F_s = \sigma_s \cdot A_s$) سره مساوي کېږي ،چې دلته ((A_s)د فولادي سيخانو مساحت دی. که (A_c) د نژدې کانکرېټو مساحت وي اود(F_c) قوې پرې عمل وکړي نو :

$$\frac{F_s}{F_c} = \frac{\sigma_s \cdot A_s}{\sigma_c \cdot A_c} = n$$

که د فولادي سيخانومساحت (A_s) د (n) ځلي تشنجاتو يا قوو لاندې واقع شوی وي، نويوازې دکانکرېټو لپاره (nA_c) په پام کې نيول کېږي ، چې د مقطع د بدلون نظريې له مخې د فولادي سيخانو مساحت (A_s)،د کانکرېټودمعادل مساحت (nA_c) سره مساوي کېږي . کله چې د فولادي سيخانو مساحت د کانکرېټو په معادل مساحت سره بدلون ومومي او مقطع په يوه متجانسه کانکرېټي مقطع بدلېږي . د مقطع د شکل بدلون د دې لپاره په پام کې نيول کېږي ، تر څود اوسپنيزوکانکرېټي ګاډرونو په ګډون د مرکبو ګاډرونو (چې د څــو ډولــه موادو څخه جــوړ شوي وي) انــرشيايي مومنټ ، تشنجات ،

نسبتي اوږدېــدنــه (Strain) او همداراز د کړوپېدنې محاسبه ساده او اسانه شي ، د (1.3- شکل) د مقطع د شکل بدلون نظريه څرګندوي (137:12).

په (1a.3- شکل)کې د ګاډر عرضي مقطع په بدله شوې (په بشپړه کانکرېټي) بڼه مقطع په (1b.3- شکل) بنودل شوې ده . کله چې د فولادي سيخانو مساحت (A_s)د کانکرېټود معادل مساحت (nA_c) سره بدل شي، نو ($\frac{E_s}{E_c} = n$) په پام کې نيول کېږي. د فولادي سيخانو د مساحت دا ډېرېدنه د دې لپاره نيول کېږي، هغه تشه چې مخکې د فولادي سيخانو په واسطه اشغال شوې وه ، ډکه شي ، يعنې $(n - 1) A_s$ د مستطيلي ډوله ګاډر د اړخونو سره پيوست په پام کې نيول شوې وه .



1.3- شکل: داوسپنيزکانکــــرېټي ګاډرمقطع بې له درزه شکل بدلون.(a) دګاډر عرضي مقطعه، (b) بدله شوې مقطع (263:6).

دبې له درزه بدله شوې کانکرېټي مقطع د انرشيا مومنټ د لاسته راوړنې لپاره، لومړی د غير فعال محور موقعيت پيداکېږي . د (1b.3- شکل) په څېر غير فعال محور د ګاډر د پاسنۍ برخې څخه د($\bar{y}$) په فاصله (دفشاري نسبتي اوږدېدنې په اخرني موقعيت کې) واقع دی ، نو د ګاډر له غيرفعال محور څخه د پاسنۍ برخې د مساحت لومړنې مومنټ (مساحت x د غيرفعال محور څخه فاصله) لازمي دي ، چې د ګاډر له غيرفعال محورڅخه د لاندېنۍ برخې د مساحت لومړنې مومنټ سره مساوي شي :

$$(b.\ \bar{y})\ \frac{\bar{y}}{2} = [b\ (h - \bar{y})\ .\ \frac{(h-\bar{y})}{2}\ + (n - 1)\ A_s\ (d - \bar{y})$$

پورتنۍ رابطه په لاندې ډول سره هم ليکلی شو :

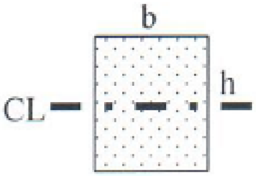
$$b\ \frac{(h^2-2h\bar{y})}{2} + (n - 1)\ A_S\ (d - \bar{y}) = 0$$

په پایله کې د$(\bar{y})$ قیمت د لاندېنۍ رابطې په واسطه په لاس راوړو :

$$\bar{y} = \frac{\frac{bh^2}{2}+(n-1)dA_s}{bh+(n-1)A_s} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.3)$$

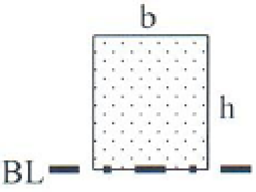
که مقطع د ارتجاعیت په حدودو کې پاتې شي ، نو د غیر فعال محور موقعیت ثابت پاتې کېږي ،چې د بیروني بارېدنې او مومنټ پورې تړلی وي . په (2.3- رابطه) کې $(\bar{y})$ د مقطع د هندسي ابعادو(b, d, h) ، (A_s) او بې له کرېدنې مومنټ څخه د $(n = \frac{E_s}{E_c})$ پورې تړاو لري. د اوسپنیزکانکرېټي ګاډر دبدلې شوې مقطع انرشیا مومنټ ، د ګاډر له غیر فعال محورڅخه دپاسنۍ برخې او دلاندېنۍ برخې په ډېرېدنې سره پیداکېږي (430:15) .

داچې د فولادي سیخانو د انرشیا مومنټ د هغې د مرکزي محور له مخې په پام کې نه نیول کېږي نولاندېنۍ رابطه د انرشیا مومنټ لپاره کارېږي :



د مستطیلي مقطع د انرشیا مومنټ :

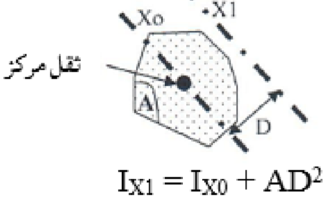
د مرکزي محور له مخې مساوي کېږي په : $bh^3/12$ سره .



د قاعدی د محور له مخې مساوي کېږي په : $bh^3/3$ سره .

2.3.3- د انرشیا مومنټ د موازي محورونو قضیه

د غیرمرکزي محور له مخې د مقطع انرشیا مومنټ ، د موازي مرکزي محور له مخې انرشیایي مومنټ او د مقطع مساحت د محورونو ترمنځ فاصلې مربع د ضرب حاصل سره مساوي کېږي ، دا څرګندونه په لاندې ډول لیکلی شو:



$$I_{X1} = I_{X0} + AD^2$$

د بدلې شوې مقطع د انرشيا مومنټ مساوي کېږي په :

$$I_{tr} = b\frac{(\bar{y})^3}{3} + b\frac{(h-\bar{y})^3}{3} + nA_S\,(d - \bar{y})^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3.3)$$

I_{tr} - د کانکرېټي ګاډر د بدلې شوي مقطع د انرشيا مومنټ دی.

b - د کانکرېټي ګاډر د مقطع عرض دی.

d - د ګاډر فعاله ارتفاع ده.

h - د ګاډر مکمله ارتفاع ده.

$\bar{y}$ - په (2.3 - رابطه) کې دغير فعال محور ارتفاع ده.

A_s - د فولادي سيخانو مساحت دی.

n - د فولادو او کانکرېټو د ارتجاعيت مودول نسبت دی(263,264:6) .

1.3- مثال: د يوه او سپنيز کانکرېټي ګاډر لپاره چې هندسي ابعاد يې په ترتيب سره (b = 450 mm, d = 525 mm, h = 600 mm) او (A_s = 5 # 25 = 2,453 mm²) سيخان په کې ځای په ځای شوي وي، که (f'_c = 25 MPa) او (f_y = 420 MPa) وي. د ($n, \bar{y}$) او(I_{tr}) قيمتونه پيدا کړئ .

حل : د کانکرېټو د ارتجاعيت مودول مساوي کېږي په :

$$E_c = 4{,}700(\sqrt{f'_c}) = 4{,}700 \text{ x } (\sqrt{25}) = 0.024 \text{ x } 10^6 \text{ MPa}$$

د فولادو د ارتجاعيت مودول (E_s = 0.2 x 10^6 MPa) دی،نو :

$$n = \frac{E_S}{E_C} = \frac{0.2\ x\ 10^6}{0.024\ x\ 10^6} = 8.333$$

$$\bar{y} = \frac{\frac{bh^2}{2} + (n-1)dA_S}{bh + (n-1)A_S} = \frac{\frac{450 \text{ x } (600)^2}{2} + (8.33-1)\text{x}525 \text{ x } 2{,}453}{450 \text{ x } 600 + (8.33-1)\text{x } 2{,}453} = 314 \text{ mm}$$

$$I_{tr} = b\frac{(\bar{y})^3}{3} + b\frac{(h-\bar{y})^3}{3} + nA_s\,(d - \bar{y})^2$$

$$I_{tr} = 450 \text{ x } \frac{(314)^3}{3} + 450 \text{ x } \frac{(600-314)^3}{3} + 8.33 \text{ x } 2{,}423 \text{ x } (525 - 314)^2$$

$$I_{tr} = 0.91\text{x}10^{10} \text{ mm}^4.$$

3.3.3- د اوسپنيزکانکرېټي ګاډرونو د انر شيا مجموعي مومنټ

(Gross Moment of Inertia of Reinforced Concrete Beams)

د کانکرېټوله درز کېدنې څخه مخکې د ځينو لاندېنيو دليلونو له مخې د سيخبندي کېدونکې فولادي سيخانو په مرسته د کږېدنې مومنټ لاندې اوسپنيزکانکرېټي ګاډر خواص يو څه محدود کړو :

الف - په نسبي توګه د کانکرېټو لويه برخه له درزه ساحې سره د کشش په وړاندې دمقاوم کېدنې مرسته کېږي، چې په پايله کې يې د فولادي سيخانو رول پټېږي .

ب - په کشش کې دکانکرېټوله درز کېدنې څخه مخکې په ګاډر کې د کږېدنې مومنټونه کوچني وي او بې سيخه کانکرېټ پرته له فولادي سيخانوپه بشپړه توګه د کشش په وړاندې د مقاومت وړتيا لري .

د دې دليلونو له مخې د (ACI 318) کود منلې ده ، چې د انرشيا مجموعي مومنټ د کانکرېټي ګاډرونو د درز کېدنې څخه مخکې د بې له درزه د شکل بدل شوي ځای د انرشيا مومنټ لپاره وکاروي . د اوسپنيزکانکرېټي ګاډر د انرشيا مجموعي مومنټ ، د انرشيا هغه مومنټ فرضېږي چې په هغې کې فولادي سيخان په پام کې نه نيول کېږي . د مستطيلي مقطع لرونکي ګاډر لپاره د انرشيا مجموعي مومنټ (I_g) د لاندېني فورمول په واسطه پيدا کېږي (220,221:2):

$$I_g = b\,\frac{(h)^3}{12} \quad \text{...}(4.3)$$

2.3- مثال: د (1.3- مثال) د ارقامو له مخې د اوسپنيز کانکرېټي ګاډر لپاره د(I_g) قيمت په لاس راوړئ اوهمداراز د(I_g) او (I_{tr}) ترمنځ توپير د سلنې له مخې پيدا کړئ.

حل :

$$I_g = b\,\frac{(h)^3}{12} = 450 \text{ x } \frac{(600)^3}{12} = 0.81 \text{ x } 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$(I_{tr} - I_g) = \frac{(0.91\text{x}100^{10} - 0.81\text{x}100^{10})}{(0.91\text{x}100^{10})} \text{ x } 100 = 10.98\%$$

له پورتنۍ محاسبې څخه څرګندېږي ، چې د(I_g) قیمت د(I_{tr}) د قیمت په پرتله د (10.98%) سلنې په اندازه خطا لري یا لږ دی،چې دا اټکلي کمښت د اوسپنیزوکانکرېټي ګاډرونو د کړوپېدنې د محاسبې پې‌چلتیا ده . سربېره پر دې ، د(I_{tr}) قیمت د(I_g) دقیمت سره عوض کول ، د کړوپېدنې په محاسبه کې د خوندي توب په لوری اټکل ته نږدېوالي ښیې ، سره له دې چې دانرشیا مومنټ له اټکلي قیمت څخه ټیټ او د ګاډر د کړوپېدنې له اټکلي قیمت څخه لوړ دی خو پایله یې د پام وړ نقطې ته ډېره ښه او محتاطانه طرحه ده .

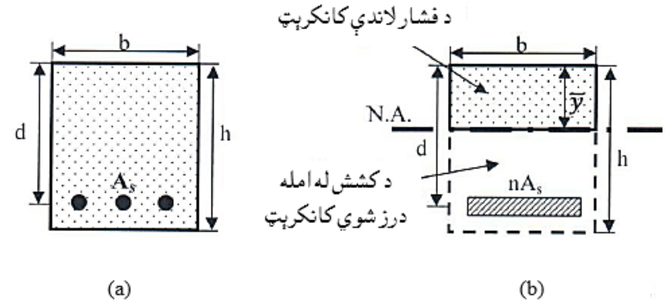
4.3.3-د درز شویو مقطعو دشکل بدلېدنه (Transformed Cracked Sections)

دکرېدنې لاندې اوسپنیز کانکرېټي ګاډر د خواصوپه دویمه مرحله کې د فشار لاندې ارتجاعیت یو څه غځېدنې ته پرېښودل شوې فرضېږي ،چې په پایله کې یې کانکرېټ په کشش کې درز کېږي. سربېره پر دې، سیخبندي کېدونکي فولادي سیخان په مقطع کې د کانکرېټو د درز کېدنې د کششي قوووېوازېنۍ رامنځته کېدونکې سر چینه ده . فولادي سیخان او کانکرېټ په ترتیب سره په کشش او فشار کې د ارتجاعیت په بېلا بېلو حدونو کې پاتې کېږي او د کانکرېټي ګاډر د خواصو دویمه مرحله د کاري یا ګټې اخېستنې د شرایطو سره د پرتله کېدو وړ ده (138:12).

د انرشیا مومنټ د درز شوي اوښتې (بدلې شوې) مقطع د کارولو له مخې پیداکېږي ، چې د فولادي سیخانو مساحت د کانکرېټو په معادل مساحت ، د($n = \frac{E_s}{E_c}$) د ضرب حاصل په پایله کې بدلېږي. په (Transferred cracked section) درز شوې بدله شوې مقطع کې دغیرفعال محور څخه لاندې یوازې د فولادي سیخانوپه شتون کې چې د کانکرېټو درز کېدنه په پام کې نه وي نیول شوي،کانکرېټ د درزکېدنې څخه وروسته د تشنجاتو په وړاندې مقاومت نه شي کولی . په (2.3- شکل) کې د کانکرېټي ګاډر دبدلې شوې درز شوې مقطع نظریه ښودل شوې ده.

داچې د فولادي سیخانو مساحت (A_s) د کانکرېټو په معادل مساحت (nA_s) بدلېږي، نود فولادي سیخانو د مساحت دا ډېرېدنه د فولادي سیخانو د موقعیت پر عوض نیول

کېږي ، کله چې د ګاډر دننۍ، لاندېنۍ برخه د درز کېدنې له امله له پامه ورغورځول شي،نو هغه تشې چې مخکې د فولادي سيخانو په واسطه نيول شوې وه ،د شته کړنلارې له مخې بيرته نه شي ډکېدلی او په اړول شوې درز شوې مقطع کې د (2b.3- شکل) په څېر د فولادي سيخانو پر عوض(nA_s) کاريږي .



2.3- شکل: د درزشوې اوسپنيزکانکرېټي ګاډرمقطع دشکل بدلون.(a) مستطيلي مقطع او (b) د درز شوې بدله شوې مستطيلي مقطع (266:6).

بدله شوې درز شوې مقطع په ارتجاعيت کې د غيرفعال محور د موقعيت د پيداکېدلو لپاره کټ مټ دمخکنۍ کړنلارې په ډول په پام کې نيول کېږي . د غير فعال محور موقعيت د ګاډر د مقطع د پاسنۍ برخې څخه د($\bar{y}$) په فاصله د(2b.3- شکل) له مخې ،د کانکرېټو د فشاري ساحې د ارتجاعيت په بريد کې محدودېږي . د غير فعال محور له پاسه د ګاډر د برخې ،د مساحت د لومړي مومنټ (مساحت د غيرفعال محور د فاصلې دضرب حاصل) لازمي دی ،چې د غير فعال محور څخه د لاندې برخې د ګاډر د برخې ، د مساحت د لومړي مومنټ سره مساو ي شي :

$$(b\,\bar{y})\,\frac{\bar{y}}{2} = n\,A_s(d - \bar{y})$$

پورتنۍ رابطه کولی شو ،چې په لاندې ډول هم وليکو :

$$b\,\frac{\bar{y}^2}{2} + nA_s\bar{y} - nA_s d = 0$$

په پايله کې د($\bar{y}$) قيمت د لاندېنۍ رابطې له مخې په لاس راځي :

$$\bar{y} = \frac{-\,nA_s + \sqrt{(nA_s)^2 + 2(nA_s bd)}}{b} \quad \text{.........................(5.3)}$$

کانکرېټ او فولادي سیخان په ترتیب سره په فشار او کشش کې د ارتجاعیت په حالت کې پاتې کېږي ، په درز شوې مقطع کې دغیر فعال محورموقعیت ثابت او د بیروني بارېدنې او مومنټ څخه خپلواکه پاتې کېږي . په یاد ولرو چې د(5.3) رابطې په واسطه $(\bar{y})$ دمقطع د هندسي ابعادو او اندازو (b, d, h, A_s) او همداراز بې له کږېدنې مومنټ څخه د $(n = \frac{E_s}{E_c})$ ، پورې تړاو لري او د فولادي سیخانو او کانکرېټو د ارتجاعیت په برید کې د درز ژوروالی $(d - \bar{y})$ ثابت پاتې کېږي. د ارتجاعي برید څخه اخوا د بارېدنې یا تشنجاتو ډېرښت ، د درز د ژوروالي ، په غیر ارتجاعي برید کې د فولادي سیخانو او کانکرېټو د ارتجاعیت مودول د بدلېدنې له امله ډېرېږي .

د اوسپنیزکانکرېټي ګاډر د اووښتې درز شوې مقطع د انرشیا مومنټ د غیرفعال محور څخه دپاسنۍ فشاري ساحې د انرشیا مومنټ او د فولادي سیخانو د انرشیا مومنټ د ډېرېدنې په واسطه لاس ته راځي اومرکزي محور ته د فولادي سیخانو انرشیا مومنټ په پام کې نه نیول کېږي(223:2) :

$$I_{cr} = b\,\frac{\bar{y}^3}{3} + nA_s\,(d - \bar{y})^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..(6.3)$$

دلته :

I_{cr} - د کانکرېټي درز شوي ګاډر د اوښتې یا بدلې شوې مقطع د انرشیا مومنټ دی .

b - د کانکرېټي ګاډر د مقطع عرض دی.

d - د ګاډر فعاله ارتفاع ده.

h - د ګاډر مکمله ارتفاع ده.

$\bar{y}$ - د (5.3) رابطې په څېر دغیر فعال محور ارتفاع ده.

A_s - د فولادي سیخانو مساحت دی.

n - د فولادو او کانکرېټو د ارتجاعیت مودول نسبت دی.

3.3- مثال : د(1.3- مثال) د ارقامو له مخې د اوسپنیز کانکرېټي ګاډر لپاره د(I_{cr}) قیمت په لاس راوړئ اوهمداراز د$(\frac{I_{cr}}{I_g})$ او $(\frac{I_{cr}}{I_{tr}})$ ترمنځ توپیر د سلنې له مخې پیدا کړئ .

حل :

$$\bar{y} = \frac{-nA_s + \sqrt{(nA_s)^2 + 2(nA_s bd)}}{b}$$

$$\bar{y} = \frac{-8.33 \text{ x } 2{,}423 + \sqrt{(8.33 \text{ x } 2{,}423)^2 + 2(8.33 \text{ x } 2{,}423 \text{ x } 450 \text{ x } 525)}}{450} = 115 \text{ mm}$$

$$I_{cr} = b\,\frac{(\bar{y})^3}{3} + nA_S\,(d - \bar{y})^2$$

$$I_{cr} = 450 \text{ x } \frac{(115)^3}{3} + 8.33 \text{ x } 2{,}423 \text{ x } (525 - 115)^2 = 0.36 \text{ x } 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$I_g = b\,\frac{(h)^3}{12} = 450 \text{ x } \frac{(600)^3}{12} = 0.81 \text{ x } 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$\frac{I_{cr}}{I_{tr}} = \frac{0.36 \text{ x } 10^{10}}{0.91 \text{ x } 10^{10}} \text{ x } 100 = 39.56\% \; ; \quad \frac{I_{cr}}{I_g} = \frac{0.36 \text{ x } 10^{10}}{0.81 \text{ x } 10^{10}} \text{ x } 100 = 44.4\%$$

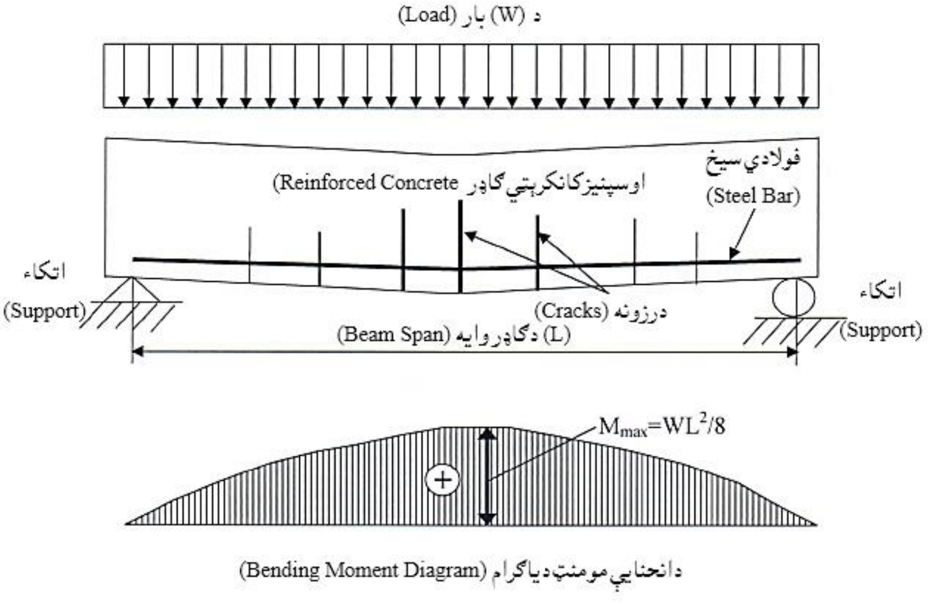
دکانکرېټو درز شوې کششي ساحه د کانکرېټي ګاډر د مساحت د پام وړ هغه برخه ده،چې د د درز کېدنې پورې فعالیت نه کوي . له همدې امله ، د درزکېدنې په پایله کې د ګاډر په مساحت او انرشیا مومنټ کې د پام وړ کمښت راځي ، چې د تشنجاتو په وړاندې د مقاومت او کږوپېدنې لپاره مخالف دي . د اوسپنیزوکانکرېټي ګاډرونو درزکېدنه ، په کانکرېټو کې دتشنجاتود ډېر ژر لوړېدنې اوهمداراز په فولادي سیخانو کې د کږوپېدنې د ناڅاپي ډېرېدنې په پایله کې رامنځته کېږي .

5.3.3- د انرشیا فعال مومنټ (Effective Moment of Inertia)

په (3.3- شکل) کې د اوسپنیزکانکرېټي ګاډر د ګټې اخېستنې شرایط ښودل شوي دي . د ګادر دانحنايي خواصو دويمه مرحله کولی شو د ګټې اخېستنې د شرایطو سره ورته په پام کې ونیسو . د وايې په منځ کې ګاډر د اعظمي کږېدنې مومنټ له امله درز کېږي ،چې د فولادي سیخانو او کانکرېټو تر منځ نښلېدنه نه پاتې کېږي او کششي تشنجات صفر کېږي . د کانکرېټو په جوړښت کې د کششي تشنجاتو درز بې له ځنډه د فولادي سیخانو او کانکرېټو ترمنځ دنښلېدنې له امله تشنجات انتقالوي ، چې له امله يې د کانکرېټو کششي مقاومت ډېرېږي او په ګاډر کې نوره درزکېدنه دروي . کله چې په ګاډر کې د کږېدنې مومنټ او تشنجات لږ وي ، نو د وايې له منځ څخه لیري اتکاء ته نژدې د درزونو ډېرښت او ژوروالې کمښت مومي او په کانکرېټو کې د

غیرمنظموعناصرو په شتون کې درزونه پیداکېږي . همدارازدکانکرېټ دخواصو بدلېدنه، د هغې د جوړېدنکو طبیعی موادو (اوبو، شګې، ډبرو او سمنټو) د یوځای کېدنې د عملیي پورې تړلې ده (لومړی برخې دویم فصل وګورئ). همداراز دا ناسمه ده،چې هوارکانکرېټ یوه ارتجاعي ماده انګیرل کېږي، چې د غیر خطي خواصو په پایله کې حتی که د ګټې اخېستنې لاندې هم وي ، دکږېدنې مومنټ سره د هغې د درز په ژوروالی کې بدلون رامنځته کېږي،نو ځکه ګاډر د وای‌ې په اوږدو کې ډېر بدلون مومي او په ګاډرونو کې د تشنجاتو بدلون د کږېدنې مومنټ او د درز پیداکېدنې د شرایطو پورې اړه لري .

د کږوېږدنې په محاسبه کې د ګټې اخېستنې شرایطولاندې د کانکرېټي ګاډر د انرشیا مومنټ پیدا کول ډېره ستونزمن دي ، نو ځکه د(ACI 318) کود دکانکرېټي ګاډرونود کـږوېږدنې لــپاره اټکلي انرشیایي مومنټ ، چې د انرشیا اغېزمن مومنټ (Effective moment of inertia) یا(I_e) نومېږي ، تجویزوي . که ګاډر د ګټې اخېستنې د شرایطو لاندې درز شوی نه وي ، نو د کږوېږدنې د محاسبې لپاره بې له درزه مقطع انرشیا مومنټ کارېږي .



3.3- شکل: د ګټې اخېستنې د شرایطو لاندباوسپنیزکانکرېټي ګاډر(268:6) .

ډان ای برانسون (Dan E. Branson) په (1963) زکال کې د پراخه تجربوي مطالعو پر بنسټ د کړوپېدنې په محاسبو کې دانرشیا اغېزمن مومنټ (I_e)د پیداکولو لپاره لاندېنۍ فورمول وړاندې کړ(400:5) :

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr} \quad \text{.............................(7.3)}$$

دلته :

I_e - دکړوپېدنې د محاسبه کولو لپاره د انرشیا اغېزمن مومنټ دی.

M_{cr}- د کرېدنې مومنټ دی ، چې په کانکرېټو کې د درز د پیداکېدو له امله د لاندې فورمول په واسطه پیداکېږي(221:2) :

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} \quad \text{...(8.3)}$$

f_r- د کانکرېټو د شلېدنې مودول دی ، چې د نارمل وزن لرونکو کانکرېټو په شتون کې په (1.0) ، د سپکو کانکرېټو په شتون کې په (0.75) او د شګلنو سپکو کانکرېټو په شتون کې په (0.85) کې ضربېږي او د (ACI 318) کود په واسطه د لاندېنۍ فورمول په واسطه پیداکېږي:

$$f_r = 0.7\sqrt{f_c'} \quad \text{...(9.3)}$$

I_g- دبې له درزه ګاډر د مقطع چې فولادي سیخان په کې په پام کې نه وي نیول شوی دانرشیا مجموعي مومنټ دی.

y_t- په بې له درزه مقطع کې د غیرفعال محور موقعیت دی.

M_a- د عنصر دکړوپېدنې په محاسبه کې د کرېدنې یا انحنایي اعظمي مومنټ دی.

د برنولي د فرضیې له مخې ،د درز د پیل سره ، د کششي درز پیداکېدنې تشنجات له (M_y/I) او د کششي درز پېداکېدنې تشنجات د شلېدنې د مودول (f_r) سره مساوي کېږي،چې د(9.3 - رابطې) په واسطه ښودل شوی دی . (M) د درز کېدنې د پیل سره د درزکېدنې مومنټ دی ، (M_r) پورته په د(8.3 - رابطه) کې تشریح شوه.

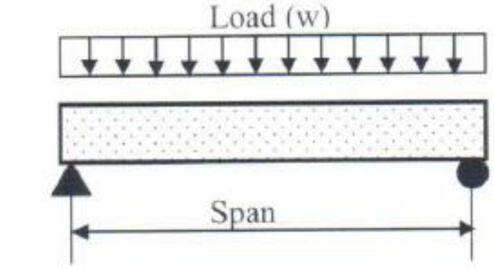
(y = y_t) - دغیرفعال اود د درز کېدنې څخه مخکې اود ګاډر د کششي لوری تر ټولو لری موقعیت ، چېرته چې کششي تشنجات په اعظمي برید کې واقع وي ، تر منځ فاصله ده.
مخکې څرګنده شوه ،چې د(ACI) کود اجازه ورکوي ، چې (I_g) (د انرشیا مجموعي مومنټ) د درزکېدنې څخه مخکې د انرشیا مومنټ لپاره وکارېږی(144:4).

4.3- د کانکرېټي ګاډر سملاسي کړوپېدنه

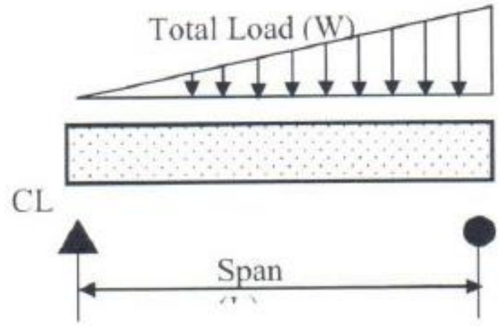
(Immediate or Instantaneous Deflection of Concrete Beam)

په یوه اوسپنیزکانکرېټي ګاډر کې د ګټې اخېستنې د شرایطو لاندې باید دهغې ارتجاعیت ته پاملرنه وشي . د جامداتود میخانیک د کړوپېدنې رابطې له مخې کولی شو د اوسپنیزوکانکرېټو د (E_c) او(I_e) په مرسته ارتجاعي (بې له ځنډه یا سملاسي) کړوپېدنه محاسبه کړو (613:3) .

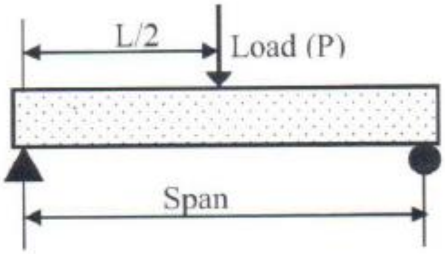
په دې ارتجاعي (بې له ځنډه یا سملاسي) کړوپېدنه کې د اوږدې مودې بار له امله کړوپېدنه نه ده شامله چې د غیرارتجاعي یا پلاستیکی کړوپېدنې لامل کېږي . د دې لپاره ، د(ACI) کود د اسپنیروکانکرېټي ګاډرونو ، د (E_c) او(I_e) په مرسته د ارتجاعي (بې له ځنډه یا سملاسي) کړوپېدنې د محاسبه کولو لپاره د ارتجاعي کړوپېدنې رابطې د کارولو تجویز کړی دی ، چې دا رابطې په (4.3) او(5.3) شکلونو کې ښودل شوي دي(220:13) .



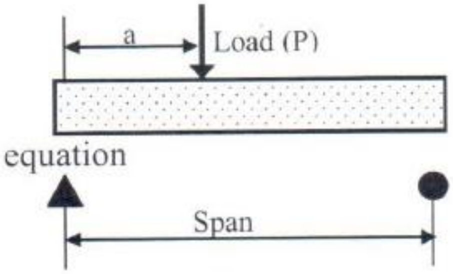
$$\Delta_{max} \text{ at CL} = \frac{5wL^4}{384EI}$$



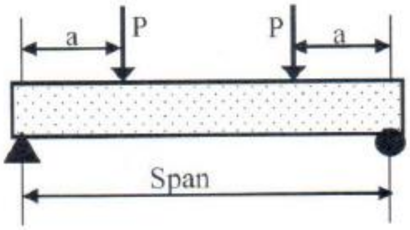
$$\Delta_{max} = 0.013\,\frac{wL^3}{EI}$$



$$\Delta_{max} \text{ at CL} = \frac{PL^3}{48EI}$$

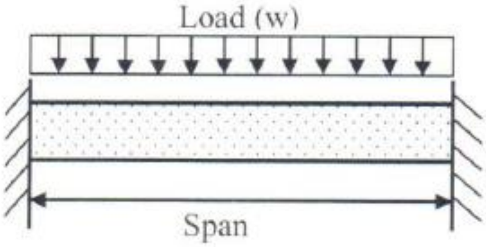


$$\Delta_{max} \text{ (at } x = \sqrt{\frac{a(a+2b)}{3}} = \frac{Pab(a+2b)\sqrt{3a(a+2b)}}{27\ EIL}$$

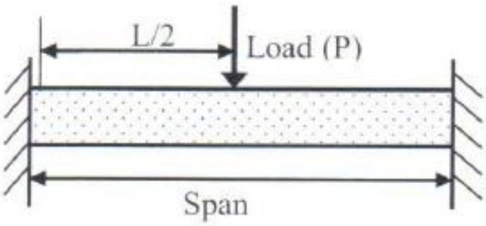


$$\Delta_{max} \text{ at CL} = \frac{Pa}{24EI}(3L^2 - 4a^2)$$

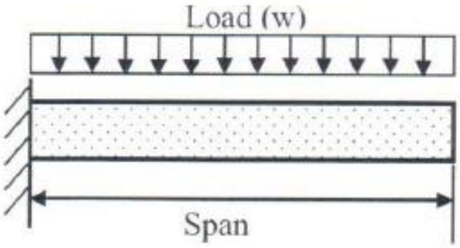
4.3- شکل: دساده اتکاء لرونکو ګاډرونو لپاره دارتجاعي کږوپېدنې معادلې(157:9) .



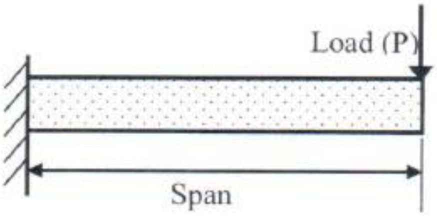
Δ_{max} at CL = $\frac{wL^4}{384EI}$



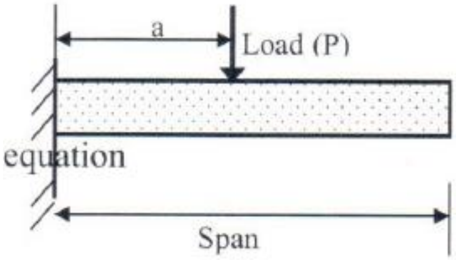
Δ_{max} at CL = $\frac{PL^3}{192EI}$



Δ_{max} at free end = $\frac{wL^4}{8EI}$



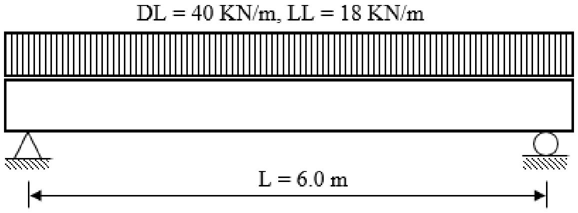
Δ_{max} at free end = $\frac{PL^3}{3EI}$



Δ_{max} at free end = $\frac{Pa^2}{6EI}$ (3L – a)

5.3- شکل: دسختې اتکاء لرونکو او کانټيليور ګاډرونولپاره دارتجاعي کږوپېدنې معادلې(158:9).

4.3- مثال : د لاندېني شکل سره سم د بارېدنې حالت اود عادي کانکرېټوسره د يوه کانکرېټي ګاډر د مقطع د (1.3) ، (2.3) او (3.3) مثالونو دارقامو په پام کې نيولوسره د مرکزي ليکې بې له ځنډه يا سملاسي کړوپېدنه محاسبه کړئ ؟



حل : د جامداتو ميخانيک ارتجاعي کړوپېدنې رابطه په لاندې ډول ليکو:

$$\Delta = \frac{5WL^4}{384EI}$$

د مړ بار له امله بې له ځنډه يا سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$\Delta_{iDL} = \frac{5DLL^4}{384E_cI_e}$; DL = 40 KN/m, L = 6.0 m = 6,000 mm

$E_c = 4{,}700(\sqrt{f_c'}) = 4{,}700 \text{ x } (\sqrt{25}) = 0.024 \text{ x } 10^6$ MPa

$f_r = 0.7\sqrt{f_c'} = 0.7 \text{ x } \sqrt{25} = 3.5$ MPa, $y_t = \frac{h}{2} = \frac{600}{2} = 300$ mm

$I_g = b\,\frac{(h)^3}{12} = 450 \text{ x } \frac{(600)^3}{12} = 0.81 \text{ x } 10^{10}$ mm^4

$M_{cr} = \frac{f_rI_g}{y_t} = \frac{3.5 \text{ x } 0.81 \text{ x } 10^{10}}{300} = 94.5 \text{ x } 10^6$ N. mm = 94.5 KN. m

$M_a = DL\,\frac{L^2}{8} = 40 \text{ x } \frac{(6)^2}{8} = 180$ KN. m

$I_{cr} = 450 \text{ x } \frac{(115)^3}{3} + 8.33 \text{ x } 2{,}423 \text{ x } (525 - 115)^2 = 0.36 \text{ x } 10^{10}$ mm^4

$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$

$I_e = \left(\frac{94.5\,x10^6}{180\,x10^6}\right)^3 \text{ x } 0.81 \text{ x } 10^{10} + \left[1 - \left(\frac{94.5\,x10^6}{180\,x10^6}\right)^3\right] \text{x } 0.36 \text{ x } 10^{10}$

$I_e = 0.1172 \text{ x } 10^{10} + 0.3079 \text{ x } 10^{10} = 0.425 \text{ x } 10^{10}$ mm^4.

$\Delta_{iDL} = \frac{5 \text{ x } 40 \text{ x } (6 \text{ x} 10^3)^4}{384 \text{ x } 0.024 \text{ x } (10)^6 \text{ x } 0.425\,x\,(10)^{10}} = 6.618$ mm.

د ګټې اخېستنې د مجموعي بارونو له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{iTL} = \frac{5(DL+LL)L^4}{384E_cI_e}$$

د ګټې اخېستنې یا خدمتي مجموعي بارونه مساوي کېږي په :

$$TL = DL + LL = 40 + 18 = 58 \text{ KN/m} = 58 \text{ N/mm}$$

$$M_a = \frac{(DL+LL) x\, L^2}{8} = \frac{(58) x\, (6)^2}{8} = 261x10^6 \text{ KN. m}$$

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$$

$$I_e = \left(\frac{94.5\, x10^6}{261x\, 10^6}\right)^3 \text{ x } 0.81 \text{ x } 10^{10} + \left[1 - \left(\frac{94.5\, x10^6}{261x\, 10^6}\right)^3\right] \text{ x } 0.36 \text{ x } 10^{10}$$

$$I_e = 0.038 \text{ x } 10^{10} + 0.343 \text{ x } 10^{10} = 0.381 \text{ x } 10^{10} \text{ mm}^4.$$

$$\Delta_{iTL} = \frac{5 \text{ x } 58 \text{ x } (6000)^4}{384 \text{ x } 0.024 \text{ x } (10)^6 \text{ x } 0.381 \text{ x } (10)^{10}} = 10.704 \text{ mm.}$$

د ګټې اخېستنې یا خدمتي ژوندیو بارونو له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{iLL} = \Delta_{iTL} - \Delta_{iDL} = 10.704 - 6.618 = 4.086 \text{ mm}$$

یادونه : د انرشیا اغېزمن مومنټ دګټې اخېستنې د اعظمي کږېدنې مومنټ (M_a) پورې او دا مومنټ د بارېدنې د بدلېدنې پورې تړلی دی . د بارېدنې شرایط له مخې یوازې مړ بار کېدای شي ،چې د مړ بار د کړوپېدنې لپاره وکارېږي او ژوندي بار د مړ بار په نه شتون کې باید وارد نه شي . کله چې د ژوندي بار له امله کړوپېدنه پیدا کېږي ، نو لازمه ده چې کړوپېدنه د مړ او ژوندي بارونو(د ګټې اخېستنې یا خدمتي بارونو) له امله محاسبه شي او له دې څخه د مړ بار له امله د محاسبه شوې کـړوپېدنې د منفی کولو په پایله کې د ژوندي بار له امله کړوپېدنه لکه د(4.3 - مثال) په څېر په لاس راوړل شي . ځکه نو د(I_e) قیمت څو ځلې پیداکېدنه، د بېلابېلې بارېدنې دشرایطو په پام کې نیولو لپاره اړینه ده . د دې لپاره چې د کړوپېدنې محاسبه ساده شي ، نو کېدای شي چې په هغې کې د(I_e) قیمت یو ځلې د ګټې اخېستنې د مجموعي بار لپاره پیداشي او د ټولو بارونو د حالتونو لپاره وکارېږي، دا ډول فرضېدنه په درز شوي ګاډر کې د انرشیامومنټ د درز کېدنې دغځونې اغېزه محدودوي ، چې د (ACI) کود دکړنلارې

ځخه په دې کې یو څه انحراف څرګندېږي . د پورتنی مثال حل په بله ساده طریقه په لاندې ډول سرته رسېږي :

په ساده طریقه د (4.3 - مثال) لپاره حل :

د جامداتو میخانیک ارتجاعي کږوپېدنې رابطه په لاندې ډول لیکو :

$\Delta_{iDL} = \frac{5DLL^4}{384E_cI_e}$; DL = 40 KN/m, L = 6.0 m = 6,000 mm

$E_c = 4,700(\sqrt{f'_c}) = 4,700 \text{ x } (\sqrt{25}) = 0.024 \text{ x } 10^6$ MPa

$f_r = 0.7\sqrt{f'_c} = 0.7 \text{ x } \sqrt{25} = 3.5$ MPa, $y_t = \frac{h}{2} = \frac{600}{2} = 300$ mm

$I_g = b\,\frac{(h)^3}{12} = 450 \text{ x } \frac{(600)^3}{12} = 0.81 \text{ x } 10^{10}$ mm^4

$M_{cr} = \frac{f_rI_g}{y_t} = \frac{3.5 \text{ x } 0.81 \text{ x } 10^{10}}{300} = 94.5 \text{ x } 10^6$ N. mm = 94.5 KN. m

$I_{cr} = 450 \text{ x } \frac{(115)^3}{3} + 8.33 \text{ x } 2,423 \text{ x } (525 - 115)^2 = 0.36 \text{ x } 10^{10}$ mm^4

TL = DL + LL = 40 + 18 = 58 KN/m = 58 N/mm

$M_a = \frac{(DL+LL)\text{x } L^2}{8} = \frac{(58)\text{x } (6)^2}{8} = 261\text{x}10^6$ KN. m

$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$

$I_e = \left(\frac{94.5\, x10^6}{261\text{x } 10^6}\right)^3 \text{ x } 0.81 \text{ x } 10^{10} + \left[1 - \left(\frac{94.5\, x10^6}{261\text{x } 10^6}\right)^3\right] \text{ x } 0.36 \text{ x } 10^{10}$

$I_e = 0.038 \text{ x } 10^{10} + 0.343 \text{ x } 10^{10} = 0.381 \text{ x } 10^{10}$ mm^4.

L = 6.0 m = 6,000 mm; DL = 40 KN/m = 40 N/mm.

د مړ بار له امله بې له ځنډه کږوپېدنه مساوي کېږي په :

$\Delta_{iDL} = \frac{5DL\,.\,L^4}{384E_cI_e} = \frac{5 \text{ x } 40 \text{ x } (6,000)^4}{384\text{x } 0.024\text{x } 10^6 \text{ x } 0.381\text{x } 10^{10}} = 7.381$ mm

LL = 18 KN/m = 18 N/mm

د ژوندي بار له امله سملاسي یا بې له ځنډه کږوپېدنه مساوي کېږي په :

$\Delta_{iTL} = \frac{5 \text{ x } 18 \text{ x } (6,000)^4}{384 \text{ x } 0.024 \text{ x } (10)^6 \text{ x } 0.381 \text{ x } (10)^{10}} = 3.322$ mm.

د مړ او ژوندي بارونو له امله بې له ځنډه کږوپېدنه مساوي کېږي په :

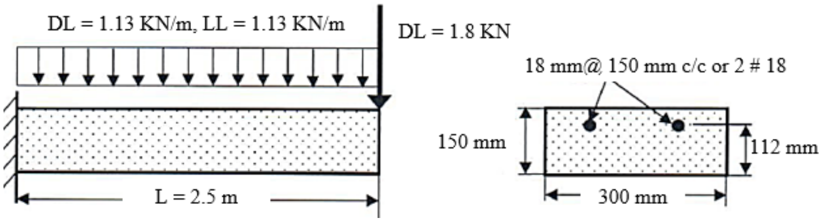
$\Delta_{iTL} = \Delta_{iDL} + \Delta_{iLL} = 7.381 + 3.322 = 10.703 \approx 11.0$ mm.

په لاندېني جدول کې د دواړو طریقو په واسطه د بې له ځنډه کړوپېدنې دپیدا شوي قیمتونه پرتله کوو :

طریقې	د مړاو ژوندي بارونو له امله کړوپېدنه	د ژوندي بار له امله کړوپېدنه	د مړ بار له امله کړوپېدنه
تفصیلي طریقه	10.704 mm	4.086 mm	6.618 mm
ساده طریقه	10.703 mm	3.322 mm	7.381 mm

په پورتني جدول کې څرګنده شوه چې په ساده طریقې سره د سملاسي کړوپېدنې محاسبه د مجازي انحراف له مخې د قبلېدنې وړده .

5.3- مثال : د لاندېني شکل سره سم د یو لوریزه - کانټیلیور یوښېښ تختې چې د جوړېدونکو موادو ځانګړتیایې (f'_c = 28 MPa)او (f_y = 420 MPa) وي ، د یو متر تسمې عرضي مقطع د ازاد لوري سملاسي کړوپېدنه محاسبه کړئ ؟



حل : د کړوپېدنې لپاره د جامداتو میخانیک د ارتجاعیت رابطه په لاندې ډول ده :

د وېشلي بار له امله په ازاد لوري کې کړوپیدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{max} \text{ at free end} = \frac{wL^4}{8EI}$$

د متمرکز بار له امله په ازاد لوري کې کړوپیدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{max} \text{ at free end} = \frac{PL^3}{3EI}$$

د پوښښ تختې د تسمې عرضي مقطع لپاره د انرشیا اغېزمن مومنټ په لاندې ډول پیداکېږي:

$$I_g = \frac{bh^3}{12} = \frac{300 \text{ x } (150)^3}{12} = 84.38 \text{ x } 10^6 \text{ mm}^4.$$

$$E_c = 4{,}700(\sqrt{f_c'}) = 4{,}700 \text{ x } (\sqrt{28}) = 0.025 \text{ x } 10^6 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{0.2 \text{ x } (10)^6}{0.025 \text{ x } (10)^6} = 8,\ A_s = 2.\frac{\pi d^2}{4} = 2 \text{ x } \frac{\pi(18)^2}{4} = 508 \text{ mm}^2$$

$$\bar{y} = \frac{-\ nA_s + \sqrt{(nA_s)^2 + 2(nA_s bd)}}{b}$$

$$\bar{y} = \frac{-\ 8.0 \text{ x } 508 + \sqrt{(8.0 \text{ x } 508)^2 + 2(8.0 \text{ x } 508 \text{ x } 300 \text{ x } 112)}}{300} = 43 \text{ mm}$$

$$I_{cr} = \frac{b\bar{y}^3}{3} + nA_s\,(d - \bar{y})^2$$

$$I_{cr} = \frac{300 \text{ x } (43)^3}{3} + 8.0 \text{ x } 508 \text{ x } (112 - 43)^2 = 19.6 \text{ x } 10^6 \text{ mm}^4$$

$$f_r = 0.7(\sqrt{f_c'}) = 0.7 \text{ x } (\sqrt{28}) = 3.7 \text{ MPa},\quad y_t = \frac{h}{2} = \frac{150}{2} = 75 \text{ mm}$$

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} = \frac{3.7\ x\ 84.38\ x(10)^6}{75} = 4.16 \text{ x } 10^6 \text{ N. mm} = 4.16 \text{ KN. m}$$

$$M_a = \frac{wL^2}{2} + PL = \frac{(1.13+1.13)x\ (2.5)^2}{2} + 1.8 \text{ x } 2.5 = 11.56 \text{ KN. m}$$

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$$

$$I_e = \left(\frac{4.16\ x10^6}{11.56 \text{ x } 10^6}\right)^3 \text{ x } 84.38 \text{ x } 10^6 + \left[1 - \left(\frac{4.16\ x10^6}{11.56 \text{ x } 10^6}\right)^3\right] \text{ x } 19.6 \text{ x } 10^6$$

$$I_e = 3.932 \text{ x } 10^6 + 18.687 \text{ x } 10^6 = 22.619 \text{ x } 10^6 \text{ mm}^4.$$

د مړو پېشلي بار له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په:

$$\Delta_{i1} = \frac{wL^4}{8EI} = \frac{1.13 \text{ x } (2{,}500)^4}{8 \text{ x } 0.025 \text{ x } (10)^6 \text{x } 22.619 \text{ x } (10)^6} = 9.76 \text{ mm}$$

د ژوندي بار له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په:

$$\Delta_{i2} = \frac{wL^4}{8EI} = \frac{1.13 \text{ x } (2{,}500)^4}{8 \text{ x } 0.025 \text{ x } (10)^6 \text{x } 22.619 \text{ x } (10)^6} = 9.76 \text{ mm}$$

د مړمتمرکز بار له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په:

$$\Delta_{i3} = \frac{PL^3}{3EI} = \frac{1.8 \text{ x } (10)^3 \text{ x } (2{,}500)^3}{3 \text{ x } 0.025 \text{ x } (10)^6 \text{x } 22.619 \text{ x } (10)^6} = 16.58 \text{ mm}$$

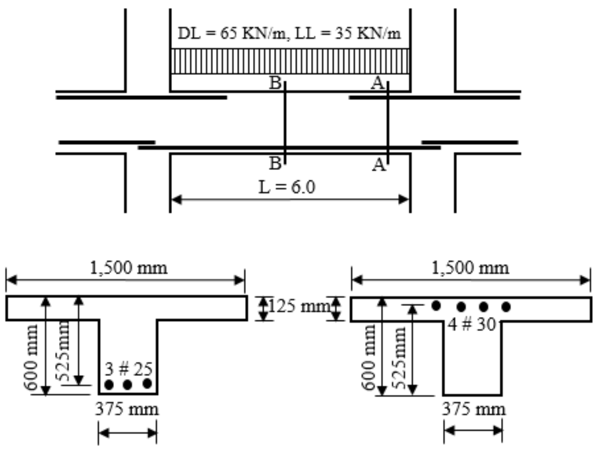
دوبشلي او متمرکز مړه بارونو له اغېزې مجموعي سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{iDL} = \Delta_{i1} + \Delta_{i3} = 9.76 + 16.58 = 26.34 \text{ mm}$$

په ازاد لوري کې مجموعي سملاسي کړوپېدنه يا اعظمي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

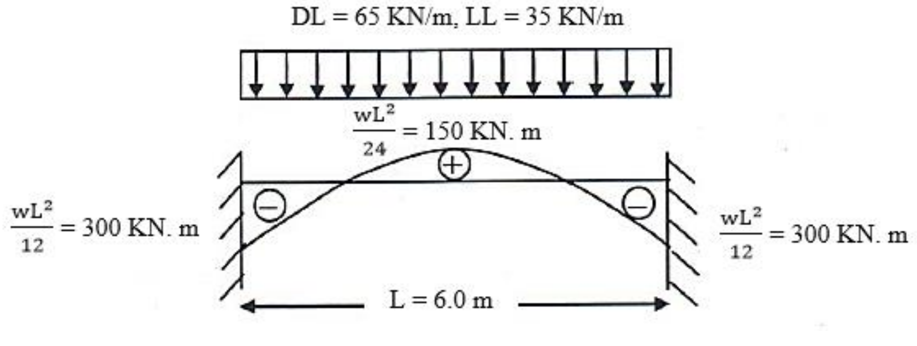
$$\Delta_{iT} = \Delta_{i1} + \Delta_{i2} + \Delta_{i3} = 9.76 + 9.76 + 16.58 = 36.1 \text{ mm}$$

6.3- مثال : د يوه مسلسل ګاډر چې يوه وايه او مقطع يې په لاندېنې شکل کې ښودل شوې ده، چې دموادو ځانګړتياوې يې ($f'_c = 30$ MPa)او ($f_y = 420$ MPa) وي، بې له ځنډه کړوپېدنه محاسبه کړئ .



د(A-A) مقطع د يو T- ډوله ګاډر چې د فرش سيستم ورسره يو ځای فرض شوی ، چې دفعاله مقطع د طاقچې عرض يې (b = 1,500 mm) پيدا شوی ده .

حل : په مثال کې د ښودل شوې وايې له مخې دواړو لورو ته مسلسل ګاډر چې سخته اتکاء لري د مومنټ دياګرام يې په لاندې ډول ښودل شوی دی :



د دې مثال لپاره د جامداتو میخانیک ارتجاعي کړوپېدنې رابطه په لاندې ډول لیکو:

$$\Delta = \frac{w\,L^4}{384EI}$$

د مسلسل ګاډر په دیاګرام کې دوه ډوله مومنټونه ښودل شوي دي چې د T- ډوله ګاډر د کړېدنې مثبت مومنټ پورته او مستطیلي ډوله ګاډر د کړېدنې منفی مومنټ لاندې واقع دی هر یو په ځانګړې توګه په پام کې نیول کېږي (214:7).

د(A-A) مقطع د انرشیااغېزمن مومنټ پیداکول : د انرشیا مجموعي مومنټ (I_g) پیداکولو لپاره د مقطع د مرکزي لیکي (LC) موقعیت ($\bar{y}$) په لاندې ډول پیداکوو:

$$\bar{y} = \frac{(A_1y_1+A_2y_2)}{(A_1+A_2)}$$

$$\bar{y} = \frac{[(125 \text{ x } 1{,}500)\text{x } 62.5 + (375 \text{ x } 500)\text{x } (125 + 250)]}{(125 \text{ x } 1{,}500)+(375 \text{ x } 500)} = 218.75 \approx 219 \text{ mm}$$

د انرشیا مجموعي مومنټ (I_g) دپیداکولو لپاره د موازي محورونو فرضیه کاروو:

د(A_1) مساحت لپاره:

$$I_{gA1} = 1{,}500 \text{ x } \left(\frac{125^3}{12}\right) + (1{,}500 \text{ x } 125)\text{x}(219 - 62.5)^2$$

$$I_{gA1} = 0.484 \text{ x } 10^{10} \text{ mm}^4$$

د(A_2) مساحت لپاره:

$$I_{gA2} = 1{,}500 \text{ x } \left(\frac{125^3}{12}\right) + (1{,}500 \text{ x } 475)\text{x}(362.5 - 219)^2$$

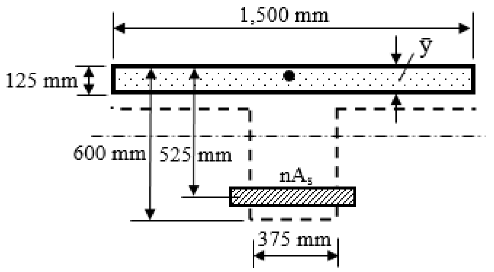
$$I_{gA2} = 1.52 \text{ x} 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$I_g = 0.484 \text{ x } 10^{10} + 1.52 \text{ x} 10^{10} = 2.004 \text{ x} 10^{10} \text{ mm}^4$$

د درز کېدنې مومنټ (M_{cr}) مساوي کېږي په:

$$y_t = 600 - 219 = 381 \text{ mm}; \; f_r = 0.7\sqrt{f'_c} = 0.7 \text{ x } \sqrt{30} = 3.834 \text{ MPa}$$

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} = \frac{3.834 \text{ x } 2.004 \text{ x } 10^{10}}{381} = 20.17\text{x}10^6 \text{ N. mm} = 20.17 \text{ KN. m}$$



د(A-A) مقطع د انرشیا لپاره د ګټې اخېستنې اعظمي مومنټ مساوي کېږي په :

M_a = 150 KN. m

د درز شوي مقطع د انرشیا مومنټ (I_{cr}) ارزوو:

په درز شوي مقطع کې ، د مقطع د مرکزي لیکي (LC) موقعیت ($\bar{y}$) په لاندې ډول پیدا کوو:

$$E_c = 4,700\sqrt{f'_c} = 4,700 \times \sqrt{30} = 0.026 \times 10^6 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{0.2 \times 10^6}{0.026 \times 10^6} = 7.69,\ A_s = 3\ \#\ 25 = 3 \times \frac{\pi \times (25)^2}{4} = 1,472 \text{ mm}^2$$

$$\bar{y} = \frac{-nA_s + \sqrt{(nA_s)^2 + 2(nA_s bd)}}{b}$$

$$\bar{y} = \frac{-7.69 \times 1,472 + \sqrt{(7.69 \times 1,472)^2 + 2(7.69 \times 1,472 \times 375 \times 525)}}{1,500} = 37.6 \text{ mm}$$

پورتنۍ رابطه داسې فرض شوې ده ، چې د کانکرېټو ارتجاعي فشاري ساحه د غیرفعال محور څخه دپاسه د طاقچې په دننه کې واقع ده، نو ګاډر د مستطیلي مقطع لرونکی ګاډر په څېر کار کوي ،خو عرض یې د طاقچې د عرض سره مساوي په پام کې نیول کېږي . د ($\bar{y}$) قیمت د پورتنۍ رابطې په واسطه پیدا کېږي،خو له (125 mm) څخه باید لږ وي ،نود پورتنۍ فرضونې په واسطه تائیدېږي . دارنګه فرضېدنه هغه مهال د T-ډوله ګاډر لپاره قانوني ده چې د پراخه کانکرېټي طاقچې له امله هغه په ګاډر کې داړین فشاري مساحت لپاره وړ او مناسبه وي . که ($\bar{y}$) د طاقچې له عرض څخه لوي وي ، نو د حل ورته طریقه ، چې په هغې کې باید د مساحت پر بنسټ لومړی مومنټ کارېږي .

د انرشیا درز شوي مومنټ (I_{cr}) کولی شو د موازي قضیې په کارېدنې سره په لاندې ډول په لاس راوړو :

د کانکرېټو د(A_1) مساحت لپاره :

$$I_{A1} = \frac{b \times (\bar{y})^3}{3} = \frac{1,500 \times (37.6)^3}{3} = 26.6 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

دفولادي سیخانو د(nA_s) مساحت لپاره :

$$I_{AS} = nA_s(d - \bar{y})^2 = 7.69 \times (1,472) \times (525 - 37.6)^2 = 2,689.1 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_{cr} = I_{A1} + I_{AS} = 26.6 \times 10^6 + 2,689.1 \times 10^6 = 2,715.7 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$$

$$I_e = \left(\frac{20.17 \text{ x } (10)^6}{150 \text{ x } (10)^6}\right)^3 \text{ x } 2{,}004 \text{ x} 10^6 + \left[1 - \left(\frac{20.17 \text{ x } (10)^6}{150 \text{ x } (10)^6}\right)^3\right] \text{ x } 2{,}715.7 \text{ x } 10^6$$

$$I_e = 4.87 \text{ x } 10^6 + 2{,}78.40 \text{ x } 10^6 = 2{,}718.14 \text{ x } 10^6 \text{ mm}^4.$$

د (B-B) مقطع انرشیا یې اغېزمن مومنټ په لاندې ډول پیدا کېږي :

د (B-B) مقطع ته د مستطیلي مقطع په څېر پاملرنه کېږي ، دا ځکه چې منفي مومنټ پرې عمل کوي ، کانکرېټي طاقچه د ګاډر په کششي لوري کې واقع ده ، نو ځکه یې د کړېدنې یا انحنایي مومنټونو لپاره درز شوي او غیر فعالیت ته پاملرنه کېږي .

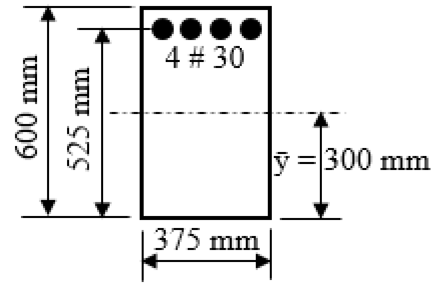
د انرشیا مجموعي مومنټ مساوي کېږي په :

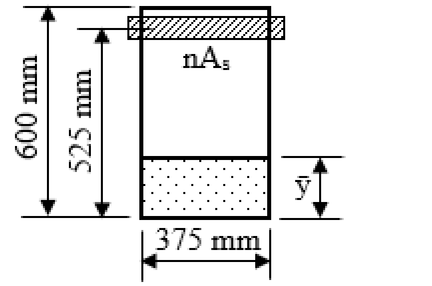
$$I_g = \frac{bh^3}{12} = \frac{375 \text{ x}(600)^3}{12} = 6{,}750 \text{ x } 10^6 \text{ mm}^4$$

د درز کېدنې مومنټ مساوي کېږي په :

$$f_r = 0.7\sqrt{f_c'} = 0.7 \text{ x } \sqrt{30} = 3.834 \text{ MPa}, \; y_t = \frac{600}{2} = 300 \text{ mm}.$$

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} = \frac{3.834 \text{ x } 6{,}750 \text{ x } 10^6}{300} = 86.265 \text{ KN. m}$$





د درز شوي انرشيا مومنټ مساوي کېږي په :

$E_c = 4{,}700\sqrt{f'_c} = 4{,}700 \times \sqrt{30} = 0.026 \times 10^6$ MPa

$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{0.2 \times 10^6}{0.026 \times 10^6} = 7.69,\ A_s = 4\ \#\ 30 = 4 \times \frac{\pi x\,(30)^2}{4} = 2{,}826\ mm^2$

$\bar{y} = \frac{-nA_s + \sqrt{(nA_s)^2 + 2(nA_s bd)}}{b}$

$\bar{y} = \frac{-7.69 \times 2{,}826 + \sqrt{(7.69 \times 2{,}826)^2 + 2(7.69 \times 2{,}826 \times 375 \times 525)}}{375} = 195.44$ mm

$I_{cr} = \frac{b\bar{y}^3}{3} + nA_s\,(d - \bar{y})^2 = \frac{375 \times (195.44)^3}{3} + 7.69 \times 2{,}826(525 - 195.44)^2$

$I_{cr} = 3{,}234.45 \times 10^6\ mm^4$

د(B-B) مقطع د انرشيا لپاره د ګټې اخېستنې اعظمي مومنټ مساوي کېږي په :

$M_a = 300$ KN. m; $I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$

$I_e = \left(\frac{86.265 \times 10^6}{300 \times 10^6}\right)^3 \times 6{,}750 \times 10^6 + \left[1 - \left(\frac{86.265 \times 10^6}{300 \times 10^6}\right)^3\right] \times 3{,}234.45 \times 10^6$

$I_e = 3{,}317.60 \times 10^6\ mm^4$.

د مسلسل ګاډر په وایه کې د(A-A) مقطع چې د کرېدنې مثبت مومنټ په کې واقع کېږي ($I_e = 2{,}718.14 \times 10^6\ mm^4$) او د(B-B) مقطع چې د کرېدنې منفی مومنټ په کې واقع کېږي ($I_e = 3{,}317.60 \times 10^6\ mm^4$) دی . د کرېدنې مومنټونو د دیاګرام له مخې په وایه کې نژدې (40%) سلنه منفی مومنټ او نژدې (60%) سلنه مثبت مومنټ عمل کوي ، نوله دې امله ، د وایی د دننه لپاره (I_e) د دواړو مقطعو منځنې قیمت په لاندې ډول محاسبه کېږي :

$I_e = 0.40\ I_{eB\text{-}B} + 0.60 I_{eA\text{-}A}$

$I_e = 0.40 \times 3{,}317.60 \times 10^6 + 0.60 \times 2{,}718.14 \times 10^6$

$I_e = 2{,}957.924 \times 10^6\ mm^4$.

د مړ بار له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$\Delta_{iDL} = \frac{DL.L^4}{384 E_c I_e} = \frac{65 \times (6{,}000)^4}{384 \times 0.026 \times 10^6 \times 2{,}957.924 \times 10^6} = 13.21$ mm

د ژوندی بار له امله بې سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{iLL} = \frac{LL\,L^4}{384E_cI_e} = \frac{35 \text{ x } (6{,}000)^4}{384 \text{ x } 0.026 \text{ x } 10^6 \text{x } 2{,}957.924 \text{x } 10^6} = 7.11 \text{ mm}$$

د مړاو د ژوندي يا مؤقت بارونو له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{iTL} = \Delta_{iDL} + \Delta_{iLL} = 13.21 + 7.11 = 20.31 \text{ mm}$$

د (6.0 m) وايه لرونکی مسلسل ګاډر داکړوپېدنه ، په پرتليزه توګه کوچنۍ ده . هغه ګاډر چې په پای کې سخته اتکاء لري ، کړوپېدنه يې (80%) سلنه د ساده اتکاء لرونکي ګاډر سره په پرتله لږه وي . د ساده اتکاء لرونکی ګاډر لپاره ، چې منظم وېشلی بار ولري ، کړوپېدنه يې د ($\Delta = \frac{5w\,L^4}{384EI}$) او د هغه ګاډر چې په پای کې سخته اتکاء او منظم وېشلی بار ولري ، کړوپېدنه يې د ($\Delta = \frac{w\,L^4}{384EI}$) فورمول په واسطه پيداکېږي . سربېره پر دې د ګاډر هغه برخې چې د کږېدنې مثبت مومنټ زغمي ، په پرتليزه توګه د پوښښ تختې يا د طاقچې د مرستې له امله د انرشيا لوی مومنټ لري ، دا کمښت د وړاندويل شوي کړوپېدنې څخه ډېر دی .

په لنډه توګه د مسلسل وايه لرونکو ګاډرونو لپاره د (I_e) رابطې په لاندې ډول ليکلی شو :

د دواړه وروستنيو لورو ته ادامه لرونکي (مسلسلو) ګاډرونو لپاره :

$I_e = 0.60I_{eM+} + 0.40I_{eM-}$ ………………………….(10.3)

د يوه وروستني لوري ته ادامه لرونکي (مسلسلو) ګاډرونو لپاره :

$I_e = 0.80I_{eM+} + 0.20I_{eM-}$ ………………………….(11.3)

دلته :

I_{eM+}- د هغه مقطع اغېزمن انرشيايي مومنټ دی ،چې مثبت مومنټ زغمي.

I_{eM-}- د هغه مقطع اغېزمن انرشيايي مومنټ دی ،چې منفی مومنټ زغمي.

5.3- د کانکرېټي ګاډرونو د اوږدې مودې کړوپېدنه

(Long – Term Deflection of Concrete Beams)

هغه کړوپېدنه چې په کانکرېټي ګاډر یا پوښښ تختې کې د سملاسي بار له امله پېښېږي ، ارتجاعي کړوپېدنه ده چې مخکې پرې بحث وشو . دا چې بار پرې په دوامداره توګه عمل کوي ، نو نسبتي اوږدېدنه (Strain) او کړوپېدنه (Deflection) ډېرېږي ، چې په پایله کې یې د کانکرېټو ځکېدنه (Creep) او انقباض (Shrinkage) د کانکرېټو د ګټې اخېستنې د مودې په لومړیو څو کلونوکې فشاري کړوپېدنه ډېرېږي ، چې لـــه امله اضافي غیر ار تجاعي کړوپېدنه رامنځته کـــېږي ، چې د جـــبران کولـــو وړ نه وي(157:10) .

دا اضافي کړوپېدنه د اوږدې مودې کړوپېدنې (Long-term Deflection) په نوم یادېږي ،چې د (ACI) کود له مخې د دوامداره بار له امله رامنځته کېږي . نور هغه فکتورونه چې په اوسپنیزوکانکرېټو کې د اوږدې مودې کړوپېدنه اغېزمنه کوي ،په لاندې ډول ترې یادونه کېږي :

1- عامل بار او تشنج: د بار او تشنج په ډېرېدنې سره په څرګنده توګه د اوږدې مودې کړوپېدنه ډېرېږي.

2- د کانکرېټو فشاري مقاومت: د کانکرېټو د فشاري مقاومت (f'_c) د ډېریدنې په پایله کې ځکېدنه او انقباض کمېږي،چې په پایله کې یې د اوږدې مودې کړوپېدنې هم کمېږي.

3- د بارېدنې پرمهال د کانکرېټو عمر یا وخت ته رسېدنه: کله چې کانکرېټ د وخت د رسیدلو څخه مخکې بار شي ،نوداوږدې مودې کړوپېدنه د ډېرېدنې لامل کېږي. د کانکرېټو وخت ته په رسیدنې سره ، د کانکرېټو د هایدریشن رسېدنه لوړېږي ،چې د مقاومت او ارتجاعیت مودول د ډېریدنې لامل کېږي . په کانکرېټو کې د هایدریشن په ودې او بشپړېدنې سره د بار په وړاندې مقاوم کرستلونه ډېرېږي او د هوا تشې او خلاګانې کمېږي او په پایله کې یې ځکېدنه او انقباض کمښت مومي(121:11) .

4- فشاري سيخان: د فشاري سيخانو په کارولو سره د کانکرېټو د ځکېدنې اغېزه کمېږي. د کانکرېټو د ځکېدنې ډېرېدنه د کانکرېټو د فشاري نسبتي اوږدېدنې د ډېرېدنې لامل کېږي او په ځرګنده توګه د اوږدې مودې کړوپېدنې ډېروي . په فولادي سیخانو کې د فشاري قوي د ډېرېدنې له امله دارنګه نسبتي اوږدېدنه هم ډېرېږي ، چې په پایله کې د ځکېدنې په وړاندې یې مقاومت لوړېږي او له امله یې د ځکېدنې اغېزه محدودېږي(160:9) .

د (ACI) کود دتوصیي له مخې لاندینی فورمول د اوسپنیزوکانکرېټو د اوږدې مودې کړوپېدنې د قیمت د پیداکولو لپاره کارېږي :

$$\lambda = \frac{\xi}{1+50\rho'}......................................(12.3)$$

دلته :

λ - د اوږدې مودې کړوپېدنې ضریب دی .

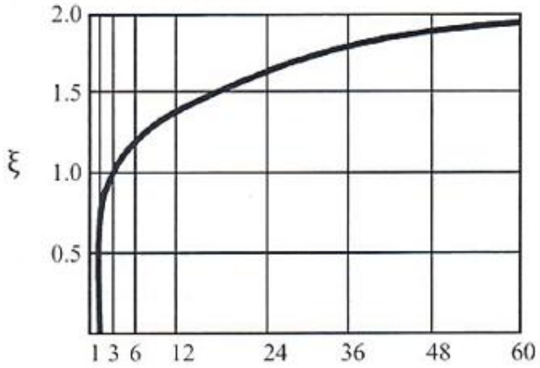
ξ - د دوامداره بار د مودې ضریب دی .

- د ساده اتکاء لرونکواو مسلسلو ګاډرونو د وایې په منځ کې او د کانټیلیو ګاډرونو د اتکاء سره د فشاري فولادي سیخانو د سیخبندۍ نسبت دی .

ξ - دبار د مودې پر بنسټ د (1.3) جدول او(6.3) شکل له مخې پیداکېږي (401:5).

3.1 - جدول: دبار د مودې ضریب (ξ) (402:5).

د بار د دوامداره کېدنې موده	دبار د مودې ضریب (ξ) قیمت
پنځه کلونه یا له پنځوکلونو څخه ډېر ≥5 years	2.0
دولس میاشتې (یو کال)	1.4
شپږ میاشتې	1.2
درې میاشتې	1.0



6.3- شکل: د بار د مودې ضریب (ξ) (402:5).

د څرګند او محدود شوي بار د اوږدې مودې او مجموعي کړوپېدنې لپاره رابطې په لاندې ډول لیکو :

$$\Delta_{LT} = \lambda\Delta_i \ldots\ldots (13.3)$$

$$\Delta_T = \Delta_i.(1 + \lambda) \ldots\ldots (14.3)$$

دلته :

$\Delta_i, \Delta_{LT}, \Delta_T$ - په ترتیب سره دبار له امله د سملاسي، اوږدې مودې او مجموعي (سملاسي + اوږدې مودې) کړوپېدنې دي.

λ - د بار لپاره د اوږدې مودې د کړوپېدندې ضریب دی چې د (2.3 - معادلې) په واسطه پیدا کېږي .

د اوسپنیزکانکریټي عنصر مجموعي ګټې اخېستنې کړوپېدنه په لاندې ډول څرګندېږي:

$$\Delta_{TL} = \Delta_{iDL}(1 + \lambda_\infty) + \Delta_{iLL} + \lambda_{SLL}\Delta_{iSLL} \ldots\ldots (14.3)$$

دلته :

Δ_{TL} - د عنصر د ګټې اخېستنې مجموعي کړوپېدنه ده .

Δ_{iDL} - د دایمي یا مړ بار له امله سملاسي کړوپېدنه ده .

λ_∞- د مړ بار له امله اوږدې مودې کړوپېدنه ده (په رابطه کې په لایتناهي مودې کې) .

Δ_{iLL}- د مؤقت یا ژوندي بار له امله سملاسي کړوپېدنه ده.

Δ_{iSLL} - د دوامداره ژوندي بار له امله سملاسي کړوپېدنه ده.

λ_{SLL} - د اوږدې مودې د کړوپېدنې یا شکل بدلون ضریب دی ،چې د دوامداره ژوندیار لپاره په پام کې نیول کېږي او د (12.3) رابطې په کارولو سره پیدا کېږي.

داوسپنیزکانکرېټي ساختمانونو لپاره د ژوندي بار یوه برخه په دوامداره توګه ، د استوګنې ساختمانونو لپاره نژدې (30%) سلنه ،دڅو کلنو لپاره او د ګودامونو او خوندي خونو لپاره د ژوندي بار (70%) سلنه دوامداره په پام کې نیول کېږي . د ژوندي بار دوامدارۍ موده او سلنه د محاسبه کوونکی انجنیر په واسطه ټاکل کېږي . د اوسپنیزوکانکرېټي ګاډرونو د کړوپېدنې په هکله دڅوځانګړو څېړنو په پایله کې ، د کړوپېدنې واقعی قیمت د محاسبه شوي د کړوپېدنې نژدی (30%) سلنه په پام کې نیول کېږي ، د کانکرېټي ساختمان لپاره اړینه ده،چې د کړوپېدنې محاسبه د خوندي توب له پلوه د کود لپاره د منلو وړ وي (282:6).

6.3- د اوسپنیزکانکرېټي ساختمانونو د کړوپېدنې لپاره د کود غوښتنې

(Code Requirements for Deflection of Reinforced Concrete)

ډېره زیاته کړوپېدنه زیانمنه ده، هغه ساختمانونه چې ساختماني جوړښت نه لري او د نیمګړتیاو (درزکېدنې ، نامنظمه جوړېدنې، جلا کېدنې او داسې نورو) د زغم سره مل وي، کېدای شي ،چې دپام وړ دنده په ښه ډول ترسرنه کړي او د ظاهری بڼې له مخې خطر سره مخ شي . استوګن د ساختمان د بې عیبۍ په اړه ډاډمن وي او د کړوپېدنې تر ډېرېدنې پورې په ډاډمنه توګه ترې ګټه اخلی . په دارنګه ګټه اخېستنه کې ښایي د ودانۍ او د ساختمان د مرغومیت د لږوالی په پایله کې د عنصر د ضخامت یا ارتفاع د ډېروالی له امله د انرشیا مومنټ ډېر او په څرګنده توګه په عنصر کې د کړوپېدنې دکمښت لامل کېږي. سره له دې چې ، د عنصر د ضخامت په ډېرېدنې سره د عنصر وزن ډېرېږي او د هغې په پایله کې د انرشیاقوه هم ډېرښت مومي، نو په ساختمان (مړ او د زلزلې بار) اغېزه کوي چې دکاري وړتیا موده یې کمېږي ،خواضافي قوې او موده کېدای

شي چې د طرحې اومحاسبې عملیې د پېچلتیا مخنیوی وکړي،له همدې دلیله په محاسبه کې باید د کړوپېدنې د کمېدنې لپاره د عنصر د ارتفاع دډېر زیات ډېرښت څخه ډډه وشي . د ساختمان د طرحې اومحاسبې د ښه والي لپاره چې په هغې کې د کړوپېدنې اندازه لږه وي ، لازمي ده چې د اتکاء شرایط ښه (سخت) شي او د عنصر د ساختمان اغېزمنتیا ویشنې په کارېدنې سره کېدای شي چې کړوپېدنه را کمه شي . د(ACI) کود داوسپنیزوکانکرېټي عناصرو د کړوپېدنې د محدودیت لپاره د کړوپېدنې مجازي اندازه ښودلې ده ،چې باید له هغې اندازې څخه تجاوز ونه کړي(226:13) .

د کړوپېدنې لپاره د کود د غوښتنو له مخې دوه لاندې طریقې په پام کې نیول کېږي :

الف - لومړۍ طریقه : د عناصرو (ګاډرونو او پوښښ تختو) د غوښتنې او اړتیا له مخې د اصغر ي ضخامت د ټاکنې اود هغې وړتیا ته په پاملرنې سره موافقه کول . د(ACI) کود ځانګړې کړې ده ، چې د کړوپېدنې پیداکول ترهغه اړینه نه ده ،تر څو چې د عنصر د اتکاګانو حساسې برخې ښایي د کړوپېدنې د ډېرېدنې له امله ویجاړې شیاو په اړه یې پوښتنې حل نه شي .

ب - دویمه طریقه : د(ACI) کود د غوښتنې له مخې د یوه عنصراصغري ضخامت یا د حساسونښلېدونکو برخوسره کړوپېدنه چې د(E_c) او(I_c) په کارېدنې سره پیداکېږي د قناعت وړ نه وي ، تر څو د ځانګړې شویو مجازي محدودوشویو قیمتونو سره مطابقت ونه کړي . د(ACI) کود د کړوپېدنې په هکله غوښتنې چې د بامونو، فرشونو او د هغوې د عناصروپه تکیه کولو متمرکز ې دي ، څرګندې کړي دي . سربېره پردې دهغو ساختمانونو چې ساختماني جوړښت نه لري ،د نښلېدونکو برخوسره د کړوپېدنې تر اغېزې پورې پرې تمرکز کېږي . سره له دې چې د(ACI) کود د ساختماني عناصرو کړوپېدنې اغېزه باید د ساختمان په تحلیل کې دهغه اضافي قوو یا مومنټونود پیداکولو لپاره په پام کې ونیول شي ، چې د کړوپېدنې لامل کېږي(282,283:6) .

2.3 - جدول: اعظمي مجازي پیدا شوي کړوپېدنې(620:3) .

دعنصر ډول	هغه کړوپېدنه چې باید پاملرنه ورته وشي	د کړوپېدنې محدودیت
هغه هوار بامونه چې په غیرساختماني جوړښت لرونکو عناصرو باندې تکیه یا نښتې نه وي او په احتمالي توګه کېدای شي د ډېرې کړوپېدنې له امله ویجاړ یا تخریب شي	د ژوندي بار له امله سملاسي کړوپېدنه (Δ_{iLL})	$(\frac{\ell}{180})$*
هغه فرشونه چې په غیرساختماني جوړښت لرونکو عناصرو باندې تکیه یا نښتې نه وي او په احتمالي توګه کېدای شي د ډېرې کړوپېدنې له امله ویجاړ یا تخریب شي	د ژوندي بار له امله سملاسي کړوپېدنه (Δ_{iLL})	$(\frac{\ell}{360})$**
هغه فرشونه او بامونه چې په غیرساختماني جوړښت لرونکو عناصرو باندې تکیه وي او یا ورسره نښتې وي ،چې په احتمالي توګه د ډېرې کړوپېدنې له امله ویجاړ یا تخریب شي .	د مجموعي کړوپېدنې هغه برخه چې د غیرساختماني جوړښت لرونکو عناصرو سره د نښلېدنې څخه وروسته پېښېږي ، (دټولو دوامداره بارونو د اوږدې مودې د کړوپېدنې او دهر اضافي ژوندي بار له امله د سملاسي کړوپېدنې مجموعه ده)****	$(\frac{\ell}{110})$***
هغه فرشونه او بامونه چې په غیرساختماني جوړښت لرونکو عناصرو باندې تکیه یا نښتې نه وي او په احتمالي توګه کېدای شي د ډېرې کړوپېدنې له امله ویجاړ یا تخریب شي .		$(\frac{\ell}{240})$****

د (2.3- جدول) لپاره یاد داشتونه :

*- دا هغه حد دی ، چې د ډند کېدنې په وړاندې ، د خوندیتوب لپاره په پام کې نه وي نیول شوی. ډنډ باید د کړوپېدنې له امله چې په هغې کې د ډنډشویو اوبو او ټولو دوامداره بارونو له امله کړوپېدنه لکه د محدب شکله ساختمان قبلېدنې او د زابر یا زیم ویستنې په مناسبه توګه برابرېدنې چې د اوږدې مودې اغېزه هم په کې شامله وي ،د مناسبې او وړ محاسبې په واسطه وارزول شي .

**- د اوږدې مودې کړوپېدنه باید د(ACI) کود د غوښتنې له مخې په پام کې ونیول شي ، خو د غیرساختماني جوړښت لرونکې عناصرو سره د نښلېدنې څخه مخکې دمحاسبه شوې کړوپېدنې په اندازه کې باید کمښت را شي.

***- له دغه حده باید ډېر شي ، که په تکیه شویو یا نښلېدونکو عناصرو کې وړ اندازې د ویجاړېدنې یا تخریب مخنیوی وکړي.

****- له دغه حده باید ډېره نه شي، که د غیرساختماني جوړښت لرونکي عناصرد قبلېدنې وړ اندازې تیارې شوې وي له دغه حده باید ډېر شي ، که کړوپېدنه داسې په پام کې نیول شوې وي ، چې مجموعي کړوپېدنه منفي وي او دکړوپېدنه له ټاکلی حد څخه تجاوز ونه کړي (305,306:8).

دلته:

ℓ - د عنصر وایه ده چې د خالصې وایې او د عنصر د ارتفاع د مجموعې څخه په لاس راځي، په داسې حال کې چې د عنصر ارتفاع د ساده او مسلسلې اتکاء لرونکو ګاډرونو د مرکز تر مرکزه پورې د وایې د اندازې او په کانټیلیور ګاډرونو کې د خالصې وایې د اندازې څخه تجاوز ونه کړي .

Δ_{iLL} - سملاسي کړوپېدنه ده چې د ژوندي بار له امله را منځته کېږي . دا د غیرساختماني جوړښت لرونکو عناصرو له نښلېدنې څخه وروسته کړوپېدنه ده چې د دې ډول عناصر سره د نښلېدنې څخه وروسته پېښېږي ، د ژوندي بار له امله سملاسي کړوپېدنه + د مړو بارونو له امله د اوږدې مودې کړوپېدنې + د ژوندي دوارده بار له امله د اوږدې مودې کړوپېدنې دي چې د لاندېنۍ رابطې په واسطه تشریح کېږي :

$$\Delta_{ATT} = \Delta_{iLL} + \lambda_{\infty}\Delta_{iDL} + \lambda_{SLL}\Delta_{SLL} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (16.3)$$

دلته:

Δ_{ATT}- دغیرساختماني جوړښت لرونکو عناصرو د نښلېدنې وروسته کړوپېدنه او نوره یادېدنه کټ مټ د (15.3) رابطې په څېر دي . ډنډ کېدنه په بام باندې د باران د اوبو راغونډېدنه ده چې د بام د نا مناسبه میلان له امله رامنځته کېږي او اوبه نه شي کولی په ښه توګه ناوو ته لاره پیداکړي . تحدب په کانکرېټي قالبونو کې دمنفي کړوپېدنې کمربند دی،چې د راتلونکې کړوپېدنې د جبران لپاره په پام کې نیول کېږي.

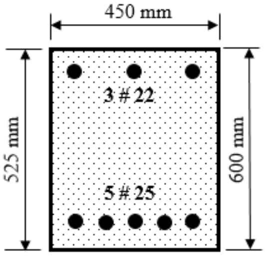
7.3- مثال: د یو کانکرېټي ګاډرد مرکزي لیکي (CL)داوږدې مودې ګټې اخېستنې مجموعي کړوپېدنه پیداکړئ ،چې په هغې کې د (4.3- مثال) ارقامو ،سربېره د فشاري فولادي سیخانولکه څرنګه چې په لاندېني شکل کې ښودل شوي دي ،که ژوندي بار د

دربوکلنو لپاره په (50%) سلنه په دوامداره توګه په پام کې نیول شوی وي ، د ګاډر دلاندېنيو حالتونو په پام کې نیولوسره یې د کود د غوښتنو په مطابق وارزوئ:

(a)- پرته له نښلېدنې له حساسې کړوپېدنې د هوار بام لرونکی ګاډر.

(b)- پرته له نښلېدنې له حساسې کړوپېدنې فرش لرونکی ګاډر.

(c)- د نښلېدنې له حساسې کړوپېدنې سره د بام او فرش ساختمان او جوړښت.



حل: د (4.3- مثال) د حل لپاره :

$\Delta_{iDL} = 7.381$ mm

$\Delta_{iLL} = 3.322$ mm, $A'_s = 3 \text{ x } \dfrac{\pi(22)^2}{4} = 1{,}140$ mm;

$\rho' = \dfrac{A'_s}{bd} = \dfrac{1{,}140}{450 \text{ x } 525} = 0.0048$

$\xi_\infty = 2.0 \Rightarrow \lambda_\infty = \dfrac{\xi_\infty}{(1+50\,\rho')} = \dfrac{2}{(1+50 \text{ x } 0.0048)} = 1.611$

د اوږدې مودې کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$= \lambda_\infty \text{x } \Delta_{iDL} = 1.611 \text{ x } 7.381 = 11.89$ mm

د دوامداره ژوندي بار له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$\Delta_{iSLL} = 50\% \text{ x } \Delta_{iLL} = 0.50 \text{ x } 3.322 = 1.661$ mm

د دربیو کلونو لپاره د (ξ_{3year}) قیمت د دولس میاشتو (یوکال) قیمت (1.4) او پنځوکلونو قیمت (2.0) د انترپولیشن څخه (1.85) په لاس راځي ، نو :

$\xi_{3year} = 1.85 \Rightarrow \lambda_{3year} = \dfrac{\xi_{3year}}{(1+50\,\rho')} = \dfrac{1.85}{(1+50 \text{ x } 0.0048)} = 1.49$

SLL long term deflection = $\xi_{3year} \text{ x } \Delta_{iSLL} = 1.49 \text{ x } 1.661 = 2.47$ mm

$\Delta_{TL} = \Delta_{iDL}(1 + \lambda_\infty) + \Delta_{iLL} + \lambda_{SLL}\Delta_{iSLL}$

Δ_{TL} = 7.381 x (1 +1.611) + 3.322 + 1.49 x 1.661 = 25.1 mm

Δ_{iLL} = 3.322 mm

د غیرساختماني جوړښت لرونکي نښلېدونکي عنصر څخه وروسته کږوېږدنه مساوي کېږي په:

$$\Delta_{ATT} = \Delta_{iLL} + \lambda_{\infty}\Delta_{iDL} + \lambda_{SLL}\Delta_{SLL}$$

$$\Delta_{ATT} = 3.322 + 1.611 \text{ x } 7.381 + 1.49 \text{ x } 1.661 = 17.7 \text{ mm}$$

اوس د کود د غوښتنو له مخې ارزونه کوو:

د (a) حالت لپاره:

$$\Delta_{iLL} \leq \frac{\ell}{180} \text{ or } \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} \geq 180 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} = \frac{6{,}000}{3.322} = 1{,}806 > 180 \Rightarrow \text{OK}$$

د(b) حالت لپاره:

$$\Delta_{iLL} \leq \frac{\ell}{360} \text{ or } \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} \geq 360 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} = \frac{6{,}000}{3.322} = 1{,}806 > 360 \Rightarrow \text{OK}$$

د (c) حالت لپاره:

$$\Delta_{ATT} \leq \frac{\ell}{240} \text{ or } \frac{\ell}{\Delta_{ATT}} \geq 240 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{ATT}} = \frac{6{,}000}{17.7} = 339 > 240 \Rightarrow \text{OK}$$

په یاد ولرو چې ، دفرشونو لپاره د حساسو نښلېدنو څخه پرته کږوېږدنه د کود دوه غوښتنې یوه (ΔiLL) او بله د(Δ_{ATT}) لري چې په پورته ډول تري یادونه شوې ده .

-8.3 مثال: د یوې کانکرېټي پوښښ تختې د مرکزي لیکي (CL)داوږدې مودې ګټې اخېستنې مجموعي کږوېږدنه پیداکړئ ،چې په هغې کې د (5.3- مثال) ارقامو سربېره که ژوندي بار د یوه کال لپاره (25%) سلنه په دوامداره توګه په پام کې نیول شوي وي او که د پوښښ تختې (ρ' = 0)وي،نو دلاندېنیو حالتونو په پام کې نیولوسره د کود د غوښتنو سره یې سم وارزوئ:

(a) - پرته د نښلېدنې له حساسې کږوېږدنې هوار بام لرونکي پوښښ تخته.

(b) - پرته دنښلېدنې له حساسې کږوېږدنې فرش لرونکي پوښښ تخته.

(c)- د نښلېدنې له حساسې کږوېږدنې سره د بام او فرش ساختمان او جوړښت.

حل : د (5.3- مثال) د حل څخه لرو چې :

Δ_{iDL} = 26.34 mm, $\Delta_{iLL} = \Delta_{i2}$ = 9.76 mm, ρ'= 0

$$\xi_\infty = 2.0 \Rightarrow \lambda_\infty = \frac{\xi_\infty}{(1+50\,\rho')} = \frac{2}{(1+50 \text{ x } 0.0)} = 2.0$$

د اوږدې مودې کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$= \lambda_\infty \text{x } \Delta_{iDL} = 2.0 \text{ x } 26.34 = 52.68 \text{ mm}$$

د (25%) دوامداره ژوندي بار له امله سملاسي کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{iSLL} = 0.25 \text{ x } 9.76 = 2.44 \text{ mm}$$

د درېيو کلونو لپاره د (ξ_{3year}) قيمت د دولس مياشتو (يوکال) قيمت (1.4) او پنځوکلونو قيمت (2.0) د انترپوليشن څخه (1.85) په لاس راځي ، نو :

$$\xi_{3year} = 1.85 \Rightarrow \lambda_{3year} = \frac{\xi_{3year}}{(1+50\,\rho')} = \frac{1.85}{(1+50 \text{ x } 0.0)} = 1.85$$

SLL long term deflection = ξ_{3year} x Δ_{iSLL} = 1.85 x 2.44 = 4.514 mm

Total deflection = $\Delta_{TL} = \Delta_{iDL}(1 + \lambda_\infty) + \Delta_{iLL} + \lambda_{SLL}\Delta_{iSLL}$

Δ_{TL} = 26.34 x (1 + 2.0) + 9.76 + 4.514 = 93.3 mm

LL immediate deflection = Δ_{iLL} = 9.76 mm

د غيرساختماني جوړښت لرونکي نښلېدونکي عنصر څخه وروسته کړوپېدنه مساوي کېږي په :

$$\Delta_{ATT} = \Delta_{iLL} + \lambda_\infty\Delta_{iDL} + \lambda_{SLL}\Delta_{SLL} = 9.76 + 2.0\text{x } 9.76 + 1.85\text{x } 2.44 = 33.8\text{mm}$$

اوس د کود د غوښتنو له مخې ارزونه کوو:

د (a) حالت لپاره :

$$\Delta_{iLL} \le \frac{\ell}{180} \text{ or } \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} \ge 180 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} = \frac{2{,}400}{9.76} = 245.9 > 180 \Rightarrow \text{OK}$$

د (b) حالت لپاره :

$$\Delta_{iLL} \le \frac{\ell}{360} \text{ or } \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} \ge 360 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} = \frac{2{,}400}{9.76} = 245.9 > 360 \Rightarrow \text{OK}$$

د (c) حالت لپاره :

$$\Delta_{ATT} \le \frac{\ell}{240} \text{ or } \frac{\ell}{\Delta_{ATT}} \ge 240 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{ATT}} = \frac{2{,}400}{33.8} = 71.01 < 240 \Rightarrow \text{N. G}$$

$\Delta_{ATT} \le \frac{\ell}{480}$ or $\frac{\ell}{\Delta_{ATT}} \ge 480 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{ATT}} = \frac{2,400}{33.8} = 71.01 < 480 \Rightarrow$ N. G

<u>Case   Code Requirement   Example 14.7</u>

(d) $\Delta_{iLL} \le \frac{\ell}{180}$ or $\frac{\ell}{\Delta_{iLL}} \ge 180 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} = \frac{(8x\ 12)}{0.23} \approx 417 > 180 \Rightarrow$ OK

(e) $\Delta_{iLL} \le \frac{\ell}{360}$ or $\frac{\ell}{\Delta_{iLL}} \ge 360 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{iLL}} = \frac{(8x\ 12)}{0.23} \approx 417 > 360 \Rightarrow$ OK

$\Delta_{ATT} \le \frac{\ell}{240}$ or $\frac{\ell}{\Delta_{ATT}} \ge 240 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{ATT}} = \frac{(8x\ 12)}{1.57} \approx 61 < 240 \Rightarrow$ NG

(f) $\Delta_{ATT} \le \frac{\ell}{480}$ or $\frac{\ell}{\Delta_{ATT}} \ge 480 \Rightarrow \frac{\ell}{\Delta_{ATT}} = \frac{(8x\ 12)}{1.57} \approx 61 < 480 \Rightarrow$ OK

يادونه : په (4.3) او (7.3) مثالونوکې د ګاډر په اړه څرګندونې وشوې،چې په هغې کې د ارتفاغ او وايي تر منځ نسبت $(\frac{600}{1,000} = \frac{6}{10} > \frac{1}{10})$ کېده ،چې د ساده اتکاء لرونکي ګاډرونو لپاره د (3.1- جدول) له مخې د کود اصغري غوښتنه بشپړوي . دا چې کړوپېدنه پرته دفرش دحساسې نښلېدنې له کړوپېدنې نه شي محاسبه کېدلی، نوله دې امله د کړوپېدنې محاسبه د کود د پورتنيو غوښتنو په پام کې نيولو سره تر سره کېږي .

په (5.3) او(8.3) مثالـونو کې د پـوښښ تخــته چې د ضخامت او د وايي تر منځ نسبت يې $(\frac{150}{2,400} = \frac{1}{16} < \frac{1}{8})$ دی ، چې د کانټيليوروله پوښښ تختو لپاره د (1.3- جدول) له مخې د کود اصغري غوښتنه بشپړوي . نوله دې امله اړينه ده چې د ټولو حالتونو لپاره کړوپېدنه دکود د اعظمي مجازي کړوپېدنې سره چې په (2.3- جدول) کې ښودل شوې ده د پرتلنې له مخې پيداکېږي ، نو د کړوپېدنې محاسبه د کود د پورتنيو غوښتنو په پام کې نيولو سره تر سره کېږي .

7.3- درزکېدنه (Cracking)

په اوسپنیزو کانکرېټي عناصرو کې د بېلابېلو دلیلونو له امله درزونه پیدا کېږي ، چې شمېر او عرض یې دبېلابېلو شرایطو له مخې سره توپیر لري . په یوه مشخصه سطحه کې دتشنجاتو له امله چې هرڅومره د درزونو شمېر ډېر اوسره وېشلي وې نو عرض یې لږ وي . لږعرضه درزونه د ګټې اخېستنې په ډېرو ښو شرایطو کې هم رامنځته کېږي ، دا برخــه د درزونـــو درامنځته کېدنې او د هغې د عـــرض په اړه بحــث ته ځـــانګـــړې شوې ده (124:4).

1.7.3- دکانکرېټو ددرزکېدنې خواص (Concrete Cracking Behavior)

درزونه د خپلې بدغونۍ له امله کېدای شي ،چې د کانکرېټو له لارې فولادي سیخانو او د اوسپنیزوکانکرېټي عناصرو دننیو برخو ته د زیان رسوونکو موادو د لېږدېدنې لامل شي . د فولادي سیخانو او کانکرېټو د زنګ وهلو ، خوړنې او ویجاړېدنې په اړ ه په لاندې ډول بحث کېږي : د درزکېدنې دغځېدنې په پایله کې کېدای شي د استوګنو بار د ودانۍ د ساختمان استحکام د کړوپېدنې د غځېدنې د حالت په شان له لاسه ورکړي(437:15) .

اوسپنیزکانکرېټ د ګټې اخېستنې په موده کې دنه بارېدنې مرحلې په ګډون په هره مرحله کې درز کېږي . د درزکېدنې پراختیا د کانکرېټو د ټیټ کششي مقاومت او د ځینو نورو فکتورونو(لومړني انقباض) له امله رامنځته کېږي .

کششي تشنجات د بارونو د ډېرېدنې سره ډېرېږي، کله چې دکانکرېټو کششي مقاومت ټیټ وي ،نو درزونه پیداکېږي او په کانکرېټو کې د درز کېدنه دفولادي سیخانو دکشش دډېرېدنې له امله کمېږي . ددرز پیداکېدنې شکل دبارېدنې د ډول پورې اړه لري ،د کږېدنې له امله درزونه،د عرضاني قوولـه امله درزونه، د کږېدنې - عرضاني قوو له امله درزونه او همداراز د نښلېدنې درزونه د درزونو ډولونه دي(4 :125) .

د درزونو د رامنځته کېدنې لاملونه په لاندې ډول دي :

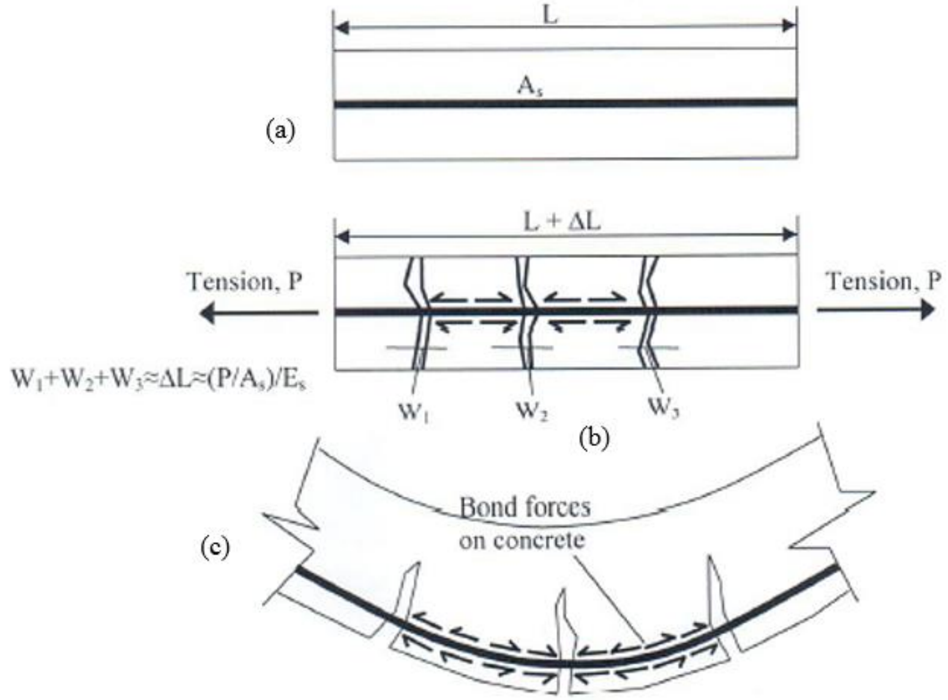
الف - په فولادي سیخانو کې کششي تشنجات : څېړنو څرګنده کړې چې د درز عرض د فولادي سیخانو کې د کششي تشنجاتو سره مستقیمې اړیکې لري . د ګټې اخېستنې شرایطو لاندې په کانکرېټو کې بې له کششي تشنجاتو یوازې وېښته ډوله درزونه پیدا کېږي . د درز د عرض کمېدنې لپاره اړینه ده،چې د فولادي سیخانو مساحت (A_s) ډېر شي ، په دې وسیله په فولادي سیخانو کې د ګټې اخېستنې په موده کې تشنجات (f_s) کمېږي . ځینې مهال په محاسبه کې په ډېره چټکۍ سره د ګټې اخېستنې شرایطو لاندې حالت کې په فولادي سیخانو کې د کششي تشنجاتو د لوړولو لپاره دلوړ مقاومت فولادي سیخانو(f_y = 420 MPa څخه تر f_y = 700 MPa پورې)کارولو ته مخه کېږي ، چې په دې وسیله په اوسپنیزو کانکرېټو کې د درزونو عرض او شمېر ډېرېږي(334:1) .

ب - بارېدنه : دبار د دوامداره عمل یا د بارېدنې د ډېریدنې د پرله پسې د انقباض (Shrinkage)او څکېدنې (Creep) د شکل بدلون سره ، لومړني وېښته ډوله کششي درزونه په عرض پراخېږي او شمېر یې ډېرېږي ، نو له دې امله د پام وړ اوسپنیزکانکرېټي عنصر کې د درز پیداکېدنې شرایط شدت پیداکوي او بدحالت اختیاروي . همداراز په اوسپنیزو کانکرېټوکې د بارونو تکرارېدلو حالت د شکل بدلون ډېروي ،چې په پایله کې یې ددرز شرایط لا پسې خرابوي (153:12).

ج - د کانکرېټو ډول : لوړ فشاري مقاومت (f'_c) لرونکی کانکرېټ د ټیټ فشاري مقاومت (f'_c) لرونکو کانکرېټو په پرتله د ژرماتېدنې خواص لوړ او د نسبتي اوږدېدنې ظرفیت یې ټیټ دی . هغه اوسپنیزکانکرېټ چې د لوړمقاومت لرونکو کانکرېټو څخه جوړېږي ، په ځانګړې توګه د ګټې اخېستنې پرمهال دبارېدنې د ډېرېدنې له امله په کې په لوی عرض لږ درزونه لېدل کېږي ، خو دفولادي سیخانود ښې طرحې او محاسبې له مخې کېدای شي ، دا شرایط بهتر او ښه شي . ټیټ مقاومت لرونکی کانکرېټ په عنصر کې د درزونو وېشنه په ښه توګه تنظیموي اوداوسپنیزوکانکرېټي عناصرو ښه کانکرېټ اچونه

هم په کانکرېټوکې د درزونو په وړاندې دمقاوم کېدنې خواص لوړوي . دارنګه کاري سرته رسونه د کانکرېټو د مخلوط د ښې طرحې او محاسبې ، ښه محکمیت ، کلکېدنې ، مناسبې اوبو پاشلو او څارنې پورې تړلی ده (144:11).

د - فولادي سیخان : له درزکېدنې مخکې په فولادي سیخانواو نژدې کانکرېټو کې نسبتي اوږدېدنې سره مساوي وي . څومره چې بارېدنه یا کشش ډېرېږي په هماغه اندازه د کانکرېټو د نسبتي اوږدېدنې ظرفیت (د شلېدنې نسبتي اوږدېدنه) ډېرېږي ، چې په پایله کې یې درز پیداکېږي . د درز د موقعیت سره کشش په بشپړه توګه فولادي سیخان زغمي اوله درز څخه لیرې په فولادي سیخانو او کانکرېټو کې نښلېدنه (bond)پاتې کېږي او فولادي سیخان ،کانکرېټو ته کششي تشنجات او قوې د نښلېدنې له لارې لیږدوي . دقووپه لیږدونې سره په تدریجي توګه په کانکرېټو کې له یوې خواکششي مقاومت لوړېږي او له بلې خوا درز پراخېږي . دنژدې درزونوتر منځ کانکرېټ د نښلېدنې د قوو له امله دکشش لاندې پاتې کېږي او په اوسپنیزوکانکرېټي عناصروکې ، په اټکلي ډول سره د درز د عرضونو مجموعه د فولادي سیخانود کشش د تداوم سره مساوي کېږي . په کانکرېټو کې د کششي قوو او تشنجاتو د ښې وېشنې لارښوونه ،دکوچني عرض لرونکو ډېر شمېر درزونو په واسطه د درز کېدنې خواص په ښکاره توګه سمون مومي او په کانکرېټي عناصرو کې د کششي تشنجاتو وېشنه،کېدای شي ،چې د فولادي سیخانو د سطحې د مساحت د ډېرېدنې په واسطه لوړه شي، هغه چې کانکرېټو ته د نښلېدنې له لارې کشش لیږدوي چې په پایله کې یې د درزونو یوشان منظمه وېشنه را منځته کېږي . فولادي سیخان لازم دي چې په هغه ځایونو کې ځای په ځای شي ،چې د کشش او انقباض له امله د درزونو دپیداکېدنې احتمال وي . سره له دې چې په نظـــری توګه محاسبه کوونکي انجنیران په کـــنجونو، په پرانیستو، د دیوالــوپه سرونواوداسې نورو ځایونو کې سیخان نه کاروي، خو د درزونو د پیداکـــــبدنې په وړاندې د خوندیتوب لپاره ترې ګټه اخېستل کېږي(286,287:6) .



7.3- شکل: په اوسپنیزکانکریټي کشش عناصرو او ګاډرونو کې درزونه. (a) په مستقیم کشش کې درزکېدنه، (b) په ګاډر کې ددرزکېدنې کششي قوې، (c) په کږېدنه کې درزکېدنه (287:6) .

8.3- د درز د عرض ارزونه (Crack Width Evaluation)

د کــږېدنې مومنټ د عمل لاندې ګاډر کې د اعظمي کشش درز عرض د ارزونې لپاره کــړنلاره او طـــریقه په دې توګه وړاندې کېږي : د درز د عرض ارزونه د ګرګلي - لوټز (Gergley-Lutz) رابطې په واسطه تــرســـره کـــېږي ،چې د احصاییوي ارقامو او د یو لړ مثالونو د څېړنو پر بنسټ منځته راغلې ده ، چې په لاندې ډول یې څرګندونه کېږي(4 :131) :

$$W_{max} = (1.08 \times 10^{-5})\, \beta_h f_s \sqrt[3]{d_c A} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17.3)$$

دلته :

W_{max} - په ملي متر سره په انحناء کې د درز اعظمي عرض دی .

β_h- د فعالې ارتفاع ضریب دی چې له ($\frac{h-\bar{y}}{d-\bar{y}}$) سره مساوي کېږي.

دلته د ($\bar{y}$) قیمت د ګټې اخېستنې شرایطو لاندې دارتجاعي درز شوي مقطع لپاره پیداکېږي ، چې د ګاډر لپاره (1.2) او د پوښښ تختی لپاره (1.2) قبلېږي.

f_s- د ګټې اخېستنې شرایطو یا د کړېدنې مومنټ لاندې په فولادي سیخانو کې تشنجات دي ،چې د انحنایي درز لامل کېږي. د(f_s) د پیداکولو لپاره د اوسپنیزکانکرېټي ګاډر په ارتجاعي حالت کې درز کېدنه په پام کې نیول کېږي . د درزشوې مقطع بدلېدنه د مقطع د تشنجاتو د پیداکولو لپاره کارېږي . همدارازد(f_s) د محاسبه کولو لپاره اړینه ده ، چې د فولادي سیخانو په ډېر شوي مساحت باندې د عاملو تشنجاتو او ($n = \frac{E_s}{E_c}$) ضریب د ضرب حاصل په پایله کې په لاندې ډول حاصلېږي:

$$f_s = n \times \frac{M_{service}}{I_{cr}} \times y_{steelbars} = n \times \frac{M_{service}}{I_{cr}} \times (d - \bar{y})$$

یا لاندېنۍ اصلاح شوې رابطه کارېږي:

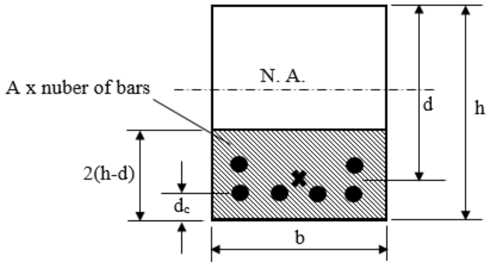
$$f_s \approx 0.6\ f_y\ (MPa) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (18.3)$$

d_c- د کانکرېټو محافظوي طبقه ده.

A- د کششي فولادي سیخانو د مرکز ګردچاپیره د کانکرېټي ګاډر لوي مساحت دی، چې دکششي فولادي سیخانو په شمېر وېشل کېږي او د لاندېنۍ رابطې په واسطه پیداکېږي:

$$A = \frac{2b(h-d)}{\text{number of steel bars}}\ (mm^2) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (19.3)$$

دلته : (b)- د ګاډر په کششي لوری کې د ګاډر د مقطع عرض دی ، (h)- د ګاډر د مقطع بشپړه ارتفاع او (d)- د ګاډر د مقطع فعاله ارتفاع ده.



8.3- شکل: د (20.3) رابطې اړیکي ښیي (288:6).

له (17.3) رابطې څخه څرګندېږي ،چې د فولادي سیخانو د موقعیت سره د درز عرض د(f_y) ، دهغې ګردچاپیره د کانکرېټو د مساحت او د فولادي سیخانو د شمېرپورې تړلی دی . د فولادي سیخانو سره د درز عرض ، د اخرنۍ کششي لیکې سره د درزد عرض پورې تړلی دی ، چې د یوځای کېدنې ضریبونو(β) او(d_c) په واسطه پیداکېږي . د(β) ضریب د فولادي سیخانو د موقعیت سره د انحنایي درزونو د عرض او په اخرنۍ کششي لیکه کې د انحنایي درزونودعرض نسبت دی . تجربو ښودلې ده ، چې د اخرنۍ کششي لیکې د موقعیت سره ځایي درزد فولادي سیخانو د محافظوي طبقې د یوپر درې په درجه ($d_c^{1/3}$) سره متناسب دی . د(ACI) کود دسپارښتنو او غوښتنو د بشپړولو پرته له ګرګلی - لوټز (Gergley-Lutz) رابطې د دې کود د مقررې له مخې نه قبلېږي(488:6) .

9.3- د درزونو د عرض لپاره سپارښت شوي محدودیتونه

(Recommended Limits of Crack Width)

د(17.3) رابطې ته په کتنې سره د درز کچې له کمېدنې څرګندېږي،چې کېدای شي د (d_c,f_y) او (A) قیمتونوپه بشپړولو کنترول شي . د (d_c) قیمت دکمېدنې په پایله کې د اعظمي کرېدنې درز عرض کمېږي . سره له دې چې په محاسبه کې د خوړنې یا زنګ وهلو څخه د خوندیتوب لپاره باید د(ACI) کود دغوښتنو له مخې د فولادي سیخانو له پاسه د محافظوي طبقې اصغري اندازې ته پاملرنه وشي ، کېدای شي چې یوازې د(d_c) د قیمت په طرحې سره د لږ شمېر درزونو اغېزه کنترول شي . د (f_y) دقیمت وړ محدودیت د درز د عرض د کمېدنې بله لاسته راوړنه ده ، چې باید په پام کې ونیول شي . د (f_y) قیمت د معمولي فولادي سیخانو لپاره له (280 MPa) څخه تر(420 MPa) پورې په پام کې نیول کېږي . سرله دې (f_y) کېدای شي چې تر(820 MPa) پورې ونیول شي ، چې له امله یې د اوسپنیزکانکرېټي ساختماني عناصرو، د کرېدنې مومنټ ظرفیت لوړېږي ، خو په محاسبه کې د لوړ مقاومت لرونکي موادو (فولادي سیخان او کانکرېټ) د کارېدنې له امله ښایي د درز عرض ډېرشي . د هغه عناصرو لپاره چې په هغې کې لوړ مقاومت

لرونکي (f_y) فولادي سیخان په ځانګړې سیخبندۍ کې باید داسې طرحه او محاسبه شي،چې د هغې له امله درز کېدنه راکمه شي(288:6) .

د سیخانو مناسبه ځای په ځای کېدنه او دکوچني قطر ډېر شمېر فولادي سیخانو کارېدنه ،چې د سیخبندۍ اړینه مساحت (A_s) بشپړکړي، د کږېدنې درزونو د عرض د کمېدنې لپاره ډېر اغېزمن دي . په (17.3) رابطه کې د(A) قیمت په کمېدنې سره، په څرګنده توګه (W_{max}) قیمت کمېږي او په اوسپنیزکانکرېټو کې د درز کمښت په منظمو فاصلود کوچنیو قطرونو لرونکو سیخانو د ځای په ځای کېدنې په پایله کې حاصلېږي(203:14) .

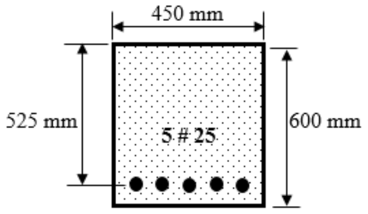
(3.3) جدول (د ACI د کمېټې 224 پر بنسټ) دلوښېدنې دبېلابېلو شرایطو لپاره داعظمي درزونو د عرض سپارښت شوي محدودیتونه د زنګ وهلوپه وړاندې د فولادي سیخانو د خوندیتوب لپاره په پام کې نیول کېږي . سره له دې چې د کانکرېټو درزکېدنې مخه نه نیول کېږي ، خود درز د اعظمي عرض حتی ، داوبو په وړاندې د مقاومو یا استنادي ساختمانونولپاره (د اوبو ضد طبقې او د درز ډکولوپه کارونې) سره یې مخه نیول کېږي . په (3.3) جدول کې قیمتونه د واقعي او نه بدلېدونکومحدوشویو قیمتونو په څېر نه ، بلکې د یوه لارښودي قیمتونو په څېر په پام کې نیول شوي دي . په اوسپنیزوکانکرېټو کې د درز د عرض اټکلول پېچلې کار دی ، ځکه چې د یو لړ بېلابېلو اغېزولکه د بارېدنې موده، د کانکرېټو ښکېدنه او انقباض له امله اغېزمن کېږي ، چې د(17.3) رابطې او(3.3) جدول له مخې اټکلېږي(289:6) .

3.3 - جدول: دلوښېدنې دبېلابېلو شرایطو لپاره د درزونو د عرض سپارښت شوي محدودیتونه (402:5) .

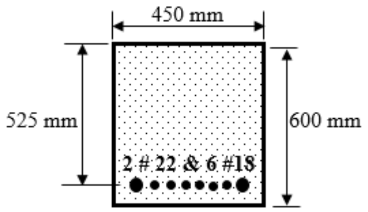
د لوښېدنې شرایط	د درزونو د عرض سپارښت شوې اعظمي اندازه
وچه هوا	0.4 mm
لمده هوا ، خاوره	0.3 mm
د کنګل ویلې کوونکي کیمیاوي مواد	0.2 mm
د بحراوبه او د بحر اوبو پاشل	0.15 mm
د اوبو په وړاندې مقاوم او استنادي ساختمانونه	0.10 mm

9.3- مثال: په (7.3) مثال کې د ښودل شوي ګاډر لپاره د درز اعظمي عرض محــاسبه کړئ او د لوخېدنې شرايطو د رضايت لپاره د (3.3) جــدول پر بنسټ د کششي سيخانو لــپاره (f_y = 420 MPa) فرضوو:

(a) (5 N 25) سيخان او (b) (2 N 22) د کنج سيخان او (6 N 18) سيخان د دوو کنجونو تر منځ سيخان په پام کې ونيول شي.



د (a) حالت.



د (b) حالت.

حل:

$$W_{max} = (1.08 \times 10^{-5})\ \beta_h f_s \sqrt[3]{d_c A}\ ;\ \beta_h = 1.2$$

$$f_s = 0.6 f_y = 0.6 \times 420 = 252 \text{ MPa}$$

$$d_c = 75 \text{ mm};\ A = 2b \times \frac{(h-d)}{\text{number of bars}}$$

د (a) حالت لپاره:

$$A = 2 \times 450 \times (600 - 525)/5 = 13{,}500 \text{ mm}^2$$

$$W_{max} = (1.08 \times 10^{-5})\ 1.2 \times 252 \times \sqrt[3]{75 \times 13{,}500} = 0.33\text{mm}$$

د (b) حالت لپاره:

$$A = 2 \times 450 \times (600 - 525)/8 = 8{,}438 \text{ mm}^2$$

$$W_{max} = (1.08 \times 10^{-5})\ 1.2 \times 252 \times \sqrt[3]{75 \times 8{,}438} = 0.28\text{mm}$$

10.3- د درز د عرض لپاره د (ACI) کود مقررې يا غوښتنې

(CI Code Provisions for Crack Width)

په اوسپنيزو کانکرېټي ساختمانونو کې د درز د عرض د محاسبې د پېچلتيا له امله، د (ACI 318) کود يوازې د ګاډرونو او يولوريزه پوښښ تختود لوخېدنې څخه په مدافعوي حالت کې واقع وي (W_{max} = 0.4 mm)، ضمانت کوي او د نورو حالتونو لپاره ځانګړې پلټنه يا څېړنه او اټکل اړين دی. د (ACI) کود ځانګړې کړې ده، چې د فولادي

سیخانو ترمنځ په اعظمي فاصله کې چې د هغې د پاسه درز شتون وي د درز عرض نه ډېرېږي (441:15).

دارنګه ځانګړتیا د یو لوریزه پوښښو تختو(One-Way Slabs) او د T- ډوله ګاډرونو په طاقچو کې ، چې د منفی کرېدنې مومنټ لاندې واقع وي، ډېر ښه تطبیقېږي ، خود معمولي مستطیلي اود T- ډوله ګاډرونه چې د مثبت مومنټ لاندې واقع وي ، د فولادي سیخانو ترمنځ اعظمي فاصله د لاندېني فورمول د کوچنۍ فاصلې څخه قبلېږي(216:13):

$$s = \frac{540}{f_s} - 2.5C_c \quad \text{یا} \quad s = 12\left(\frac{36}{f_s}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(18.3)$$

دلته :

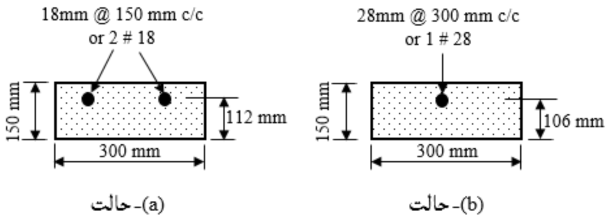
s - په یو ګوني سیخبندي شوي حالت کې اخرنۍ کششي سطحی ته نژدې یا د کششي سطحې دننه برخه کې د کششي انحنايي فولادي سیخانو مرکزونو تر منځ فاصله ده .

f_s- د فولادي سیخانوتشنجات دي، چې د ګټې اخېستنې شرایطو لاندې مومنټ له امله د کرېدنې درزکېدنې لامل کېږي .

C_c- کششي برخې ته نژدې خالصه محافظوي طبقه ده(401,402:5) .

10.3- مثال: د (5.3) او په (17.3) مثالونو په پام کې نیولوسره دپوښښ تختی لپاره د درز اعظمي عــرض محاسبه کړئ ، که د(ACI) کود د غوښتنې لــه مخې د درز د عرض لپاره (f_y = 420 MPa) قبلېږي او کششي سیخان په لاندې ډول فرض شوي دي :

(a)- 18 mm @ 150 mm c/c .(b)- 28mm @ 300 mm c/c



حل :

$$W_{max} = (1.08 \times 10^{-5})\, \beta_h f_s \sqrt[3]{d_c A}$$

$\beta = 1.35;\ f_s = 0.6f_y = 0.6 \times 420 = 252$ MPa

$$A = 2b \times \frac{(h-d)}{\text{number of bars}}$$

د(a) حالت لپاره :

$d_c = 38$ mm

$A = 2 \times 300 \times (150 - 112)/2 = 11{,}400 \text{ mm}^2$

$W_{max} = (1.08 \times 10^{-5})\, 1.35 \times 252 \times \sqrt[3]{38 \times 11{,}400} = 0.28$ mm

د(b) حالت لپاره :

$d_c = 44$ mm

$A = 2 \times 300 \times (150 - 106)/2 = 13{,}200 \text{ mm}^2$

$W_{max} = (1.08 \times 10^{-5})\, 1.35 \times 252 \times \sqrt[3]{44 \times 13{,}200} = 0.33$ mm

د لوښېدنې د وچو شرایطو په مطابق د(ACI) کود د غوښتنې له مخې د فولادي سیخانو تر منځ فاصله (s = 300 mm) قبلوو. په پایله کې (28 mm @ 150 mm c/c) فولادي سیخان چې (f_y = 420 MPa) دي په پوښښ تختې کې چې د درز عرض یې (0.28 mm) اټکل شوې دی ، د (ACI) کود د لارښود د لوښېدنې د وچو شرایطو سره مطابقت کوي.

لـــنډيز

انحنايي اوسپنيزکانکرېټي عناصر د بارونو د اغېزې په وړاندې تحليل او محاسبې په پايله کې دکږېدنې مومنټ ، عرضاني قوې او څرخېدنې مومنټ په وړاندې محکميت حاصلوي . خو د دې محکميت سره سره هم د ګټې اخېستنې پرمهال ښايي له يو لړستونزې سره مخ شي چې پايله يې ويجاړېدنه او تخريب وي . نو له دې امله محکميت د حاصلولو ترڅنګ اړينه ده چې د ګټې اخېستنې وړتيا (Serviceability) هم وارزول شي . دګټې اخېستنې د ارزونې لپاره کږوپېدنه او درزکېدنه اړينې مسئلې دي، چې بايد محاسبه او د (ACI) کود د غوښتنو سره مطابقت وکړي . مطرح شي . داچې په کشش کې د کانکرېټود کمزورتيا له امله د ګټې اخېستنې په شرايطوکې په اوسپنيزکانکرېټي عنصر کې درزونه پيداکېږي او کېدای شي دا درزونه عنصر ته کومه ستونزه هم رامنځته نه کړي ،خوکه د درزونو تر يوه مناسبه بريده کنټرول نه شي ، نوپايله به يې د سيخانو د خوړنې لامل وي . په همدې توګه که د عناصرو کږوپېدنه تر مناسبه بريده کنټرول نه شي، نوپه عناصرو کې د درزونود رامنځته کېدنې له امله هم ښايي عنصر دويجاړېنې تر بريده ورسېږي او ګټه اخېستونکي ډاډمنتيا احساس نه کړي ، نو له دې امله اړينه برېښي چې د اوسپنيزوکانکرېټي عناصرو د ګټې اخېستنې څخه مخکې د ګټې اخېستنې وړتياتحليل او محاسبه شي . دعناصرو لپاره دوه ډوله سملاسي او اوږدې مودې کږوپېدنه محاسبه کېږي ،چې پايله يې د (ACI) کود د غوښتن له مخې د عنصر د ارتفاع سره پرتله کېږي ، ترڅو د کږوپېدنې وړتيا او ډاډمنتيا جوته شي .

د ګټې اخېستنې د لاډاډمنتيا لپاره داوسپنيزوکانکرېټي عناصرو د لوڅېدنې په وړاندې د خونديتوب لپاره د درز عرض محاسبه او د کود دغوښتنو او دلوڅېدنې د شرايطو په پام کې نيولو سره د پرتلنې له مخې يې وړتيا تثبيتېږي . کله چې ساختمان عناصرد محکميت اوګټې اخېستنې وړتياتحليل او محاسبه د (ACI) د غوښتنوپه مطابق وي ، نو ساختمان د هرډول بارونووړاندې په بشپړه وړتيا کارکوي .

پوښتنې

1- داوسبنيزوكانكرېټي ساختمانونو د ګټې اخېستنې د شرايطو لاندې كومې نيمګړتياوې دهغوې په كاري ورتيا كې مداخله كوي.

2- داوسپنيزكانكرېټي مقطع د ګټې اخېستنې تشنجاتو د ارزونې لپاره ولی د فولادي سيخانو مساحت په (n) كې ضربېږي.

3- د انرشيا اغېزمن مومنټ څه ته ويل كېږي.

4- سملاسي او اوږدې مودې كړوپېدنه څه ته ويل كېږي.

5- د اوږدې مودې كړوپېدنې په قيمت كې اغېزمن ضريب څه شی دی.

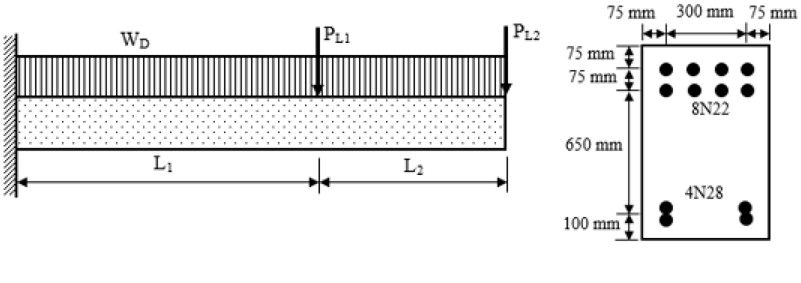
6- په كانكرېټو كې د اوږدې مودې كړوپېدنې د كمېدنې لپاره كومې طريقې شته دی، واضح يې كړئ.

7- داوږدې مودې په كړوپېدنه كې ولی فشاري فولادي سيخانو ته پاملرنه ډېره اغېزمنه ده.

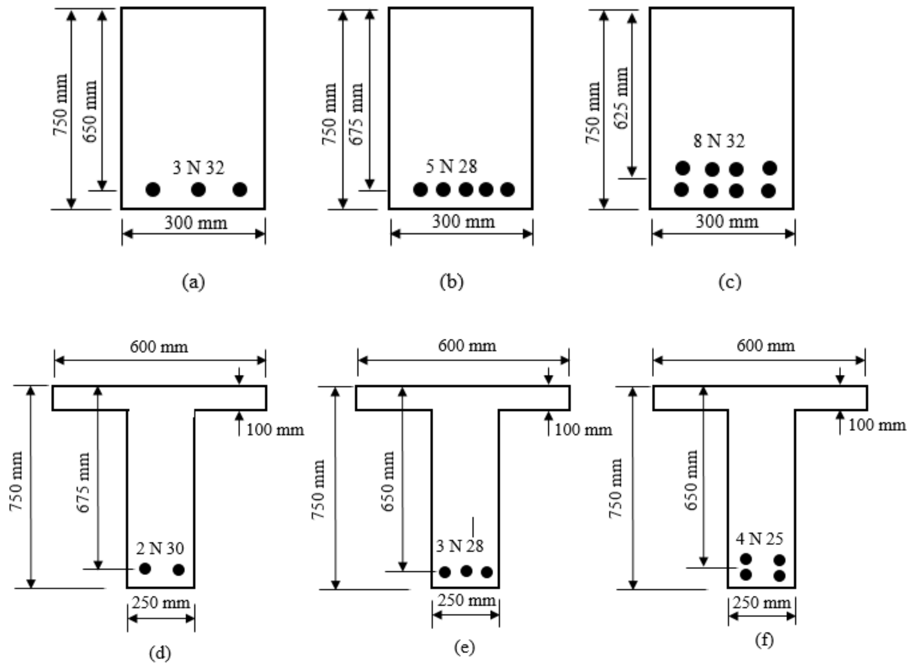
8- په اوسپنيزوكانكرېټي ګاډرونو كې د درزونو د محدوديت لپاره كومې ممكنه طريقې شته.

9- په لاندېنې شكل كې دښودل شوې ګاډر لپاره د وركړل شويو ارقامولمخې سملاسي او اوږدې مودې كړوپېدنه محاسبه كړئ.

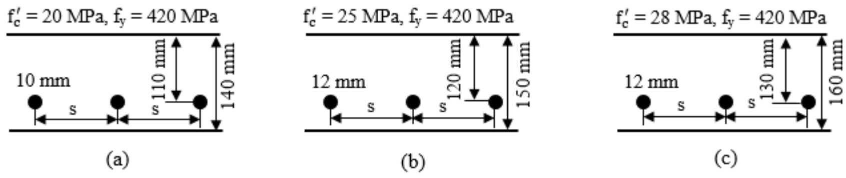
W_D (KN/m)	P_{L1} (KN)	P_{L2} (KN)	L_1 (m)	L_2 (m)	f'_c (MPa)	f_y (MPa)
22	36	45	3.60	2.40	20	420
13	26	17	3.00	1.80	25	420



10- دګاډر د لاندېنیو ښودل شویو مقطعو لپاره که $(f_y = 420\ MPa)$، $(f'_c = 25\ Mpa)$ او $(f_s = 0.6f_y)$ وي ، د درزعرض محاسبه او د (ACI) کود له سپارښتنې سره یې پرتله کړئ .



11- دپوښښ تختې د لاندېنیو ښودل شویو مقطعو لپاره که $(f_y = 420\ MPa)$، $(f'_c=20Mpa)$ او $(f_s = 0.6f_y)$ وي ، د درزعرض محاسبه او د (ACI) کود له سپارښتنې سره یې پرتله کړئ .



مـــاخـــذونـــه

1- طاحونی ، شاپور . (1393). طراحی ساختمان های بتن مسلح . چاپ اول . ایران : انتشارات علم و ادب . تهران. ص ص (334-349).

2- عالمي ،جان اقا. (1386). د اوسپنيزوكانكرېټي ساختمانونو ډيزاين . كابل : مستقبل خپرندويه ټولنه -كابل .م م (220-223) .

3- کی نیا امیرمسعود . (1389). آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه .اصفهان : جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان مرکز انتشارات. ص ص (613-620) .

4- مستوفی نژاد داود. (1383). ســازه هــای بتن آرمــه جلـد دوم . اصفهان : انتشارات ارکان .ص ص (124-144) .

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 (400-402).

6- Bayasi, M.Z. (2010). Introduction to Reinforced Concrete Design. Montezuma Publishing Aztec Shops Ltd. San Diego State University. San Diego, California 92182-1701. Pp (261-289).

7- Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI). Design Hand Book. (2008). Tenth Edition. Printed in the United State of America. P (214).

8- International Building Code. (2011). International Code Council. Fourth Edition. Washington DC. Pp (305-306).

9- MacCormac, Jack, C. and Russel, Brown, H. (2014). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (157-160).

10- MacCormac, Jack, C. and Nelson, James, K. (2008). Design of Reinforced Concrete. New York. Pp (151-157).

11- MacGinley, T. J. and B. S. Choo. (2003). Reinforced Design Theory and Examples, Second Edition, London. Pp (124-147).

12- 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 (137-153).

13- 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 (216-226).

14- 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 (195-203).

15- 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 (430-441).

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 342 different textbooks of Medicine, Engineering, Science, Economics, Journalism and Agriculture 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. Out of the total, 96 medical textbooks funded by German Academic Exchange Service, 210 medical and non-medical textbooks funded by Kinderhilfe-Afghanistan, 7 textbooks funded by German-Afghan University Society, 2 textbooks funded by Consulate General of the Federal Republic of Germany, Mazar-e Sharif, 4 textbooks funded by Afghanistan-Schulen, 2 textbooks funded by SlovakAid, and 8 textbooks funded by Konrad Adenauer Stiftung. All the published textbooks can be downloaded from www.ecampus-afghanistan.org & www.kitabona.com.

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 210 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 Academic Deputy Minister Abdul Tawab Balakarzai, Financial & Administrative Deputy Minister Noor Ahmad Darwish, 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 and distributing the textbooks.

Dr Yahya Wardak
Advisor at the Ministry of Higher Education
Kabul, Afghanistan, May, 2021
Mobile: 0706320844, 0780232310
Email: textbooks@afghanic.org

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 knowledge transfer 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 Kinderhilfe-Afghanistan (German Aid for Afghan Children) and our colleague Dr. Yahya Wardak that have provided opportunities for publishing this book.

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,
Abdul Tawab Balakarzai
Academic Deputy Minister of Higher Education
Kabul, 2021

Book Name Reinforced Concrete Structure Design II (vol I)
Author Prof Dipl Eng Ibad ur- Rahman Momand
Publisher Nangarhar University, Engineering Faculty
Website www.nu.edu.af
Published 2021, First Edition
Copies 1000
Serial No 326
Download www.ecampus-afghanistan.org
www.kitabona.org

This publication was financed by **Kinderhilfe-Afghanistan** (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, Karte – 4, Kabul
Office 0780232310, 0706320844
Email textbooks@afghanic.org

All rights reserved with the author.

Printed in Afghanistan 2021

ISBN 978-9936-633-63-6