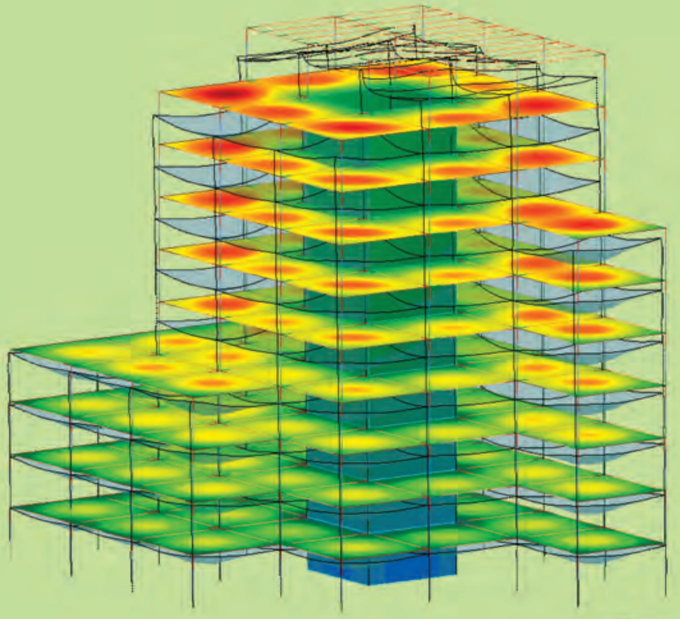
ننگرهار انجنیري پوهنځی

د ساختمانونو تحلیل

لومړی برخه



پوهاند محمد اسحق رازقي

د ساختمانونو تحلیل
لومړی برخه

Structure Analysis I

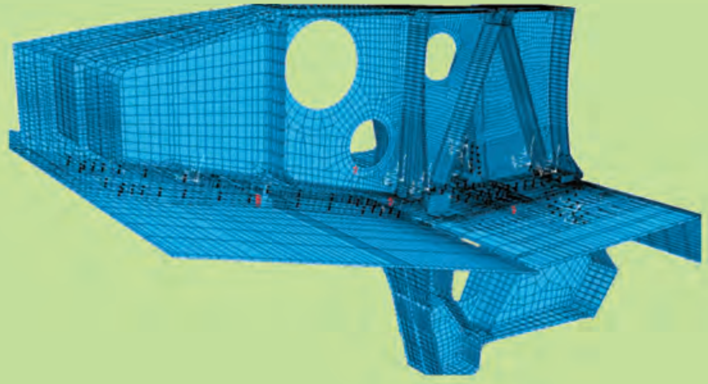
پوهاند محمد اسحق رازقي

Nangarhar Engineering Faculty

Afghani

Prof M Ishaq Raziqi

Structure Analysis I



Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

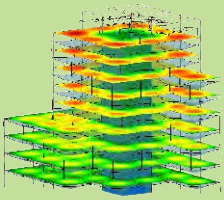
ISBN 978-9936-633-34-6
9 789936 633346

د ساختمانونو تحلیل

لومړی برخه

پوهاند محمد اسحق رازقي

افغانیک
Afghanic



Pashto PDF
2020

Nangarhar Engineering Faculty
ننګرهار انجنیري پوهنځی

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

Structure Analysis I

Prof M Ishaq Raziqi

Download:
www.ecampus-afghanistan.org

اقرأ باسم ربك الذي خلق

د ساختمانونو تحليل

لومړی برخه

پوهاند محمد اسحق رازقي

لومړی چاپ

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

د کتاب نوم	د ساختمانونو تحلیل (لومړۍ برخه)

لیکوال	پوهاند محمد اسحق رازقي

خپرندوی	ننگرهار پوهنتون، انجنیری پوهنځی

وېب پاڼه	www.nu.edu.af

د چاپ کال	۱۳۹۹، لومړی چاپ

چاپ شمېر	۱۰۰۰

مسلسل نمبر	۲۹۷

ډاونلوډ	www.ecampus-afghanistan.org

چاپ ځای	افغانستان تایمز مطبعه، کابل، افغانستان

دا کتاب د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمېټې، په جرمني کې د Eroes کورنۍ یوې خیریه ټولنې لخوا تمویل شوی دی.
اداري او تخنیکي چارې یې په آلمان کې د افغانیک لخوا ترسره شوي دي.
د کتاب د محتوا او لیکنې مسئولیت د کتاب په لیکوال او اړونده پوهنځي پورې اړه لري. مرسته کوونکي او تطبیق کوونکي ټولنې په دې اړه مسؤلیت نه لري.

د تدریسي کتابونو د چاپولو لپاره له موږ سره اړیکه ونیسئ:

ډاکتر یحیی وردک، د لوړو زده کړو وزارت، کارته ۴، کابل

تېلیفون	۰۷۵۶۰۱٤٦٤۰، ۰۷۰٦۳۲۰۸۴۴

ایمېل	textbooks@afghanic.de

د چاپ ټول حقوق له مؤلف سره خوندي دي.

ای اس بي ان ۹۷۸-۹۹۳٦-٦۳۳-۳۴-٦

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 ډیر 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 پیژندل شویو معیارونو، د وخت د غوښتنو او د ټولنې د اړتیاوو په نظر کې نیولو سره باید نوي درسي مواد او کتابونه د محصلینو لپاره برابر او چاپ شي.

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

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

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

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

په درنښت

پوهنمل دیپلوم انجنیر عبدالتواب بالاکرزی

د لوړو زده کړو سرپرست وزیر

کابل، ۱۳۹۸

د درسي کتابونو چاپول

قدرمنو استادانو او ګرانو محصلينو!

د افغانستان په پوهنتونونو کې د درسي کتابونو کموالی او نشتوالی له لويو ستونزو څخه ګڼل کېږي. يو زيات شمير استادان او محصلين نويو معلوماتو ته لاس رسی نه لري، په زاړه ميتود تدريس کوي او له هغو کتابونو او چپترونو څخه ګټه اخلي چې زاړه دي او په بازار کې په ټيټ کيفيت فوتوکاپي کېږي.

تر اوسه پورې موږ د ننګرهار، خوست، کندهار، هرات، بلخ، البيروني، کابل، کابل طبي پوهنتون او کابل پولي تخنيک پوهنتون لپاره ۳۱۱ عنوانه مختلف درسي کتابونه د طب، ساينس، انجنيري، اقتصاد، ژورناليزم او زراعت پوهنځيو (۹۶ طبي د آلمان د علمي همکاريو ټولنې DAAD، ۱۹۰ طبي او غير طبي د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمېټې Kinderhilfe-Afghanistan، ۷ کتابونه د آلماني او افغاني پوهنتونونو ټولنې DAUG، ۲ کتابونه په مزار شريف کې د آلمان فدرال جمهوري جنرال کنسولګري، ۳ کتابونه د Afghanistan-Schulen، ۱ کتاب د صافي بنسټ ، ۲ کتابونه د سلواک ايډ، ۸ کتابونه د کانراد ادناور بنسټ KAS، ۱ کتاب په آلمان کې د اناسيس کمپنيۍ لخوا) په مالي مرسته چاپ کړي دي.

د يادونې وړ ده، چې نوموړي چاپ شوي کتابونه د هېواد ټولو اړونده پوهنتونونو او يو زيات شمېر ادارو او مؤسساتو ته په وړيا توګه وېشل شوي دي. ټول چاپ شوي کتابونه له www.afghanistan-ecampus.org ويب پاڼې څخه ډاونلوډ کولای شئ.

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

"د لوړو زده کړو او د ښوونې د ښه کيفيت او زده کوونکو ته د نويو، کره او علمي معلوماتو د برابرولو لپاره اړينه ده چې په دري او پښتو ژبو د درسي کتابونو د ليکلو فرصت برابر شي د تعليمي نصاب د ريفورم لپاره له انګريزي ژبې څخه دري او پښتو ژبو ته د کتابونو او درسي موادو ژباړل اړين دي، له دې امکاناتو څخه پرته د پوهنتونونو محصلين او استادان نشي کولای عصري، نويو، تازه او کره معلوماتو ته لاس رسی پيدا کړي."

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

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

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

له افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمیټې او د هغې له مشر ډاکتر ایروس څخه ډېره مننه کوو چې د دغه کتاب د چاپ لګښت یې ورکړی دی، دوی تر دې مهاله د ننګرهار پوهنتون د ۱۹۰ عنوانه طبي او غیرطبي کتابونو د چاپ لګښت پر غاړه اخیستی دی.

د جي آی زیت (GIZ) له دفتر او CIM (Center for International Migration & Development) څخه، چې زما لپاره یې له ۲۰۱۰ نه تر ۲۰۱۶ پورې په افغانستان کې د کار امکانات برابر کړي وو، هم د زړه له کومې مننه کوم.

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

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

ډاکتر یحیی وردک، د لوړو زده کړو وزارت سلاکار

کابل، فبروري، ۲۰۲۰

د دفتر ټیلیفون: ۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰، ۰۷۰۶۳۲۰۸۴۴

ایمیل: textbooks@afghanic.de

فهرست

لومړی څپرکی

۱.۱ سریزه ۱

۱.۲ د جوړښتونو محاسبوي شېماګانې ۲

۱.۳ میلې دېوالې سیستمونه د بندي شکلونه مدلونه موډونکي شرطونه ۴

۱.۴ د نسي مدلونه موډونکی (غیرمتغیر) سیستم ۴

۱.۵ د نسي بدلون موډونکي سیستم ۵

۱.۶ د ولوښه بدلون موډونکي سیستم ستاتیکي توب شرطونه ۹

دویم څپرکی

بارونه

۲.۱ په ودانیو باندې د بارونو ډولونه ۱۲

۲.۲ ځاني بارونه ۱۲

۲.۳ ژوندي بارونه ۱۴

۲.۴ د ژوندي بار لپاره مثال ۱۹

۲.۵ کڅري ز ژوندي بار ۲۵

۲.۶ پلونو پاسه د ځمکنۍ وسایطو ژوندي بار ۲۶

۲.۷ د واورو بار ۲۷

۲.۸ د باد بار ۲۹

۲.۹ د بلنفشار د ورلیونې هېزل لپاره فورمولونه ۳۱

۲.۱۰ د زلزلې بار ۳۵

۲.۱۱ درهفوش لیول لپاره د زلزلې اساسي شرونه ۳۷

۲.۱۲ ترکیبي بار ۴۱

پوښتنې ۴۳

درېیم څپرکی

ګاډرونه

۳.۱ په ګاډرونو کې د ننه قوې ۴۸

۳.۲ د ننه قوو د ټاکلو ښودنې قاعدې ۴۸

۳.۳ ګاډر د تحلیل کړنې ۵۵

۳.۴ د ساده ګاډرانو له لاسه عکس العمل د تحلیل کړنې ۵۶

۳.۵ ټکولي یا بند ګاډر د عکس العمل د تحلیل کړنه ۵۹

۳.۶ د ساده ګاډر لپاره کوږوالی ۶۰

۳.۷ کنسولي ګاډر په عرضي مقطع کې د عرضي قووا ۶۳

۳.۸ د ستاتیکي کنسولي ګاډر لپاره د ننه قوو ۶۵

۳.۹ په غوټو کې د ثابتې بار له امله د تحلیل کړنې ۶۸

۳.۱۰ د ستراتیژیکو کړنو په مرسته د ننه عوامل او قوت تحلیلونه ۶۹
۳.۱۱ په جوړښت کې د عرضې او موقعیت تحلیلونه ۷۲
۳.۱۲ د جوړښت له پاسه د نظم شلي بار اغېزه ۷۵
۳.۱۳ په غوټو کې د تلفاتي بار له امله د تاو کړښې .... ۷۶.
پوښتنې ۸۲

څلورم څپرکی

ستاتیکي لحاظه نا ټاکلي کادرونه

۴.۱ د ستاتیکي لحاظه نا ټاکلو کادرونو جوړښت پرنسیپ ۸۴
۴.۲ په تحلیل کې ستاتیکي څو ځله نا ټاکلو کادرونو د ثابت ۸۸
۴.۳ د تحلیل ستاتیکي څو ځله نا ټاکلو کادرونو د ننه قوې ۹۲
پوښتنې ۹۳

پنځم څپرکی

درې غوټیزې کمان

۵.۱ درې غوټیزو سیستم ۹۵
۵.۲ په درې غوټیزو کمانو کې د ملاتړ او عکس العملونو تحلیلونه ۹۷
۵.۳ په درې غوټیزو کمانو کې د ننه عوامل ۹۹
۵.۴ د ځینو برابر اغیزو څخه د درې غوټیزو کمانو شمېرنه ۱۰۲
۵.۵ د تاو کړښو د ضریب طریقې په ځای تحلیلونه ۱۰۳
۵.۶ د تشکیلاتي کړښو د ضریب طریقې په مرسته د ننه عواملو تحلیلونه ۱۰۹
پوښتنې ۱۲۴

شپږم څپرکی

مستوي ټاکلي ستاتیکي فرمونه (چوکاټونه، قیچي کلنۍ)

۶.۱ د فرمونو مفهوم ۱۲۶
۶.۲ مستوي ډول فرم ۱۲۷
۶.۳ ساده فرمونو کې د ننه عواملو تحلیلونه ۱۲۷
۶.۴ د غوټې طریقه ۱۳۳
۶.۵ د فرمونو د بدلون د حالت څېړنه ۱۳۴
۶.۶ مقطع طریقه ۱۳۵
۶.۷ د شبکې فرمونه ۱۳۹
۶.۸ د کادر او فرم ګډ جوړښتونه ۱۶۱
پوښتنې ۱۷۱

اووم څپرکی

د قوت ترسره شوی کار او د ځای بدلون عمومي تیودونه

۷.۱ عمومي معلومات ۱۷۵

۷.۲ بهون قوت ترسره شوی کار ۱۷۵

۷.۳ پوټنشیالي انرژي ۱۸۲

۷.۴ د کار او ثابت قضیه ۱۸۳

۷.۵ د ځای بدلون او ثابت قضیه ۱۸۷

۷.۶ د ځای بدلون فورمول ۱۸۹

۷.۷ لاسرسی شکلونو تیود ۱۹۱

۷.۸ د ملکاعی زور عکس العمل او پیمام کېږي ول سره د ځای بدلون ۱۹۶

۷.۹ کار انرژي تیود ۲۰۵

۷.۱۰ مطلقه شکل بدلون له مخې انرژی تکلنه ۲۰۹

۷.۱۱ د کار انرژی جمع بندي ۲۱۱

پوښتنې ۲۱۳

ماخذونه ۲۱۵

لومړی څپرکی

۱. ۱ سريزه

دجوړښتونوڅېړنه(تحليل)په محمکوالي،شخې اواستواری کې دشميرنو دميتودونو ديوې پوهنې په څيريوه پوهنه ده،چې د موادومقاومت د ميله ډوله سيستم جوړښتونو دميخانيک،دعناصر دپاڼو(قشرونو)د پلاستکيت والي او ښوئيدنې(لغزش)دتيوري ګانوپربنسټ ولاړه ده. د موادومقاومت پوهنه د ساده ميلو اټکلي شميرنې مطالعه کوي مګر د عناصروتحليل دميله ډوله سيستمونواوپه ځانګړې توګه د هغوميله ډوله سيستمونو د عناصر اوهمدارنګه د کمان(ليندۍ)شميرنې،چې دخوځنده

بارونوتراغيزلاندې واقع دي شيمرنې په برکې نيسي. د ساختماني ميخانيک يا د جوړښتنونوڅېړنې بنسټيزه مسئله د بهرني بارله اغيزڅخه د جوړښتونودعناصرد متشنج بدلون موندونکي حالت ټاکنه ده.

متشنج بدلون موندونکي حالت د جوړښتنونو په عناصروکې د شکل بدلون اود ځای بدلون په بهيرکې د دننه قوواو تشنجاتو تاکنه ده. د ساختماني ميخانيک دزده کړې موخې په لاندې توګه لنډوو:

۱.د بهرني باراو تودوخې له اغيزې نه د متشنج بدلون موندونکي حالت د ټاکنې له پاره د پرنسيپونو اوميتودونو پيژندنه.

۲.د بهرني بارله اغيزڅخه د بيلابيلو جوړښتنونو د شميرنې د شيماګانو ترتيب اوپه څيرنې پوهيدل.

۳.د شميرنې د ماشين په مرسته د ساختماني ميخانيک د ساده مسئايلوپه حلولو پوهيدل.

۴.د نني کمپيوتري وسايلوپه مرسته دپيچلو محاسبوي شيماګانودشميرنې پوهيدل دي.

۵.د شميرنو د پايلو په کنترول پوهيدل[2:5-6] .

دجوړښتونوتحليل په دووبرخوويشل کيږي:

الف- دجوړښتونوستاتيک يعني د هغوجوړښتونودعناصرود محکموالي مسئلې چې دستاتيکي اهم دخوځنده بارونوتراغيزلاندې واقع دي مطالعه کوي.

ب- د جوړښتونو ډيناميک .

ج- د جوړښتونود استوارۍ تيوري.

د اوسني جوړښتنونو انالیزمحتويات د جوړښتونواوپه ځانګړې توګه د ستاتيکي او خوځنده بارونو لاندې د ميله ډوله جوړښتونود محکموالي مطالعه ده.

د جوړښتونو د تحيليل په مضون کې د رياضي،فزيک،کيميا انجينري ميخانيک دستاتيک برخه کې په ځانګړې توګه دموادومقاومت ميتودونه کارول کيږي.

د جوړښتونو په تحيليل کي د محکموالي په اړوند د بيړۍ په جوړونې کې لومړنۍ علمي څيړنې د ۱۶۴۲-۱۵۶۴ کالنو په موده کې د ګاليلا له خوا ترسره شوې دي،همدارنګه د دې پوهنې په لا نورډيرپرمختګ کې روسي پوهانودهريو ائيلر او لومونوسوف ونډه ډيره مهمه ده.

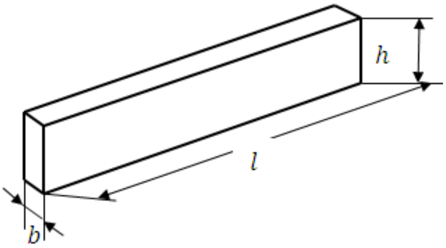
۱,۲ د جوړښتونومحاسبوي شيماګانې

د جوړښتونودعناصرود متشنج بدلون موندونکي حالت په پام کې نيولو سره محاسبې د شيماګانو له مخې کيداۍ شي،چې لاندينو پوښتنو ځواب ويونکي دي:

١. په شیماکې باید دعناصر هندسي ابعاد معلوم وي.

٢.په شیما کې بایددعناصروفزیکي اوکیماوي ځانګړتیاوې معلومې وي.

٣. نني تخنیک په پام کې نیولوسره باید د شمیرنې غور اوژوروالی او دشیماګانوپه تریبولوکې باید د میله ډوله عنصروابعاد لکه پنډوالی(b) او لوړوالی (h) روښانه معلوم وي.

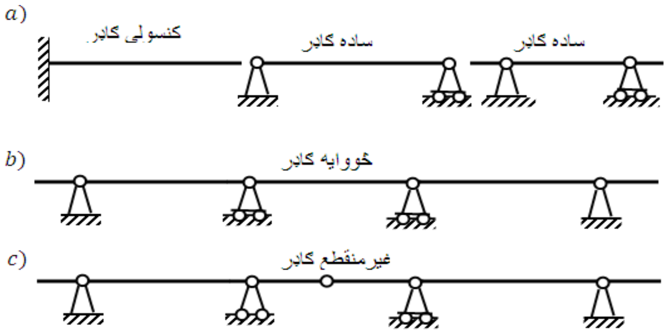


دجوړښتنونودعناصرو محاسبوي شیماګانې په ډولونوسره کتلی شو:

١.ګاډر(١.٢ a شکل).

١,١ شکل:دګاډرابعاد

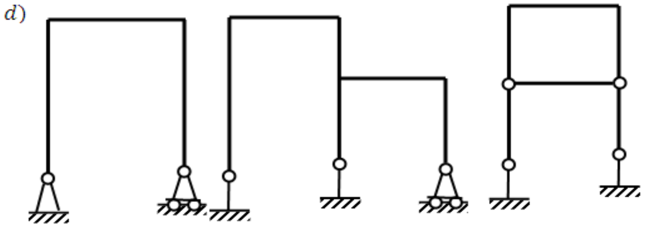
٢.څووایه یزګاډر(١.٢ b شکل).



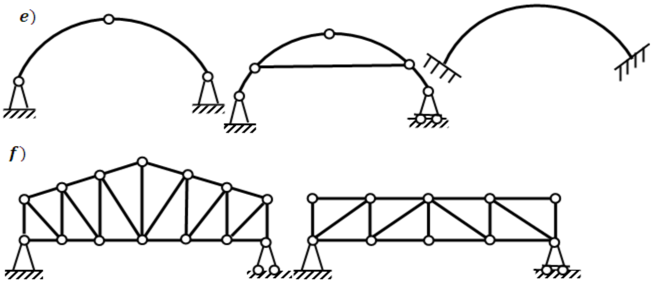
٣.غیرمنقطع ګاډر(١.٢ c شکل).

۴.ففرم (چوکاټ)(١.٢d شکل).

۵.لینډۍ یا کمان (١.٢ e شکل).



۶.قیچي (۱.f ۲شکل).



۱,۲ شکل:دجوړښتنونوشیماګانې[2:6-12]

۱,۳ د میله ډوله سیستمونودهندسي شکل نه بدلون موندنکي(غیر متغیرتوب) شرطونه

میله ډوله سیستم:میله ډوله سیستم هغه سیستم ته ویل کیږي،چې د جوړښت بیلابیلې میلې د ولدنګ اویا د نت اوبولټ پذریعه یوله بله سره نښلول شوي وي لکه هواریا مستوی ډوله فرم .

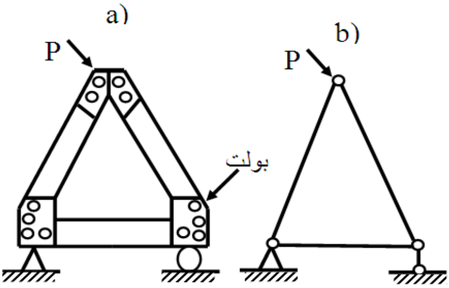
په غوټوکې د جوړښتونو ډیره نښلونې سختي او نه بدلون موندنکي (غیرمتغیرې دي،چې په محمکوالي کې د دې ډول سیستمونو شمیرنې ډیرې ستونزمنې ترسترګوکیږي،نوله همدې کبله دانجینري په شمیرنو کې سختې غوټې په اټکلي توګه په مفصلې باندې بدلوو،چې دادشمیرنې په برخه کې د اسانتیاوو لامل ګرځي اود شمیرونوغور(دقت)کافي دی، نوځکه د انجینري په چاروکې میله ډوله سیستمونه دغوټې ایز سیستمونو په ځیرپه پام کې نیول کیږي اوطریقه یې په لاندې ډول ده.

۱,۴ هندسي نه بدلون موندونکي(غیرمتغیره) سیستم

هندسي نه بدلون موندونکی سیستم هغه سیستم دی،چې دسیستم د شکل په بدلون کې(دمیلو په کشش یا فشار)دسیستم میلې خپل شکل ته بدلون ور کړي.

که چيرې د يوميله ډوله سيستم (۱. a۳شکل) سختې غوټې چې د دريودشميرني شيما ساختماني شيما

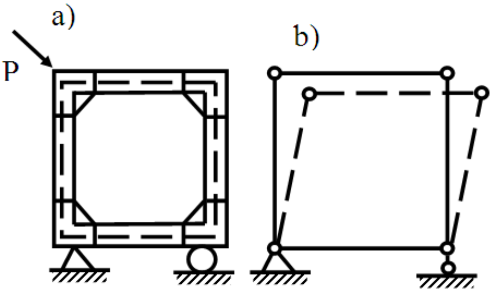
۱٫۳ شکل:ميله ډوله سيستم



ميلوڅخه جوړشوى دى دغوټو(مفصلي)په سيستم باندي عوض کړو،نو

سيستم(۱.b ۳شکل)هندسي نه بدلون موندونکي په خپل حال پاتې کيږي

که چيرې د يوميله ډوله سيستم(۱.a۴شکل)سختې غوټې،چې دڅلورو ميلوڅخه دمربع اويا مستطيل په څيرجوړشوى وى د غوټو (مفصلي) په سيستم واړوو،نودغه(۱. b۴شکل)سيستم هندسى بدلون موندونکى دى.



۱٫۲ شکل:ميله ډوله سيستم

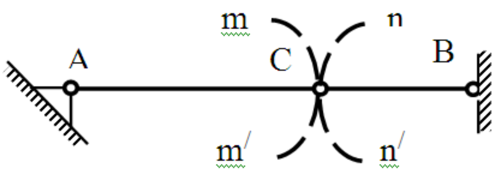
۱٫۵ هندسي بدلون موندونکي سيستم

دا ډول سيستم هغه ډول سيستم دى،چې د ميلو د شکل د بدلون نه پرته بدلون ومومي،نو په پايله کې دا ويلى شو،چې د غوټو(مفصل)لرونکى هندسي بدلون نه موندونکى سيستم (فرم)هغه سيستم دى،چې ميلې يې د غوټو په ذريعه مثلثي نښتي وي.

اوس د دوو میلو یو سیستم(۱-۳شکل)چې میلې یې د یوې کرښې په اوږدو د یوې غوټې (C) اود دوو(A) او (B)ساکنو نقطوپورې نښتی دی کې ګورو لیدل کیږي چې د ACاو BCمیلې m-m// او n-n// قوسونو په څیر دوران کوي اود C په غوټه کې یوله بله سره پرې کوي.

کله چې میلې د Cپه نقطه کې یود بل د دوران مخه ونیسي،نو په دې

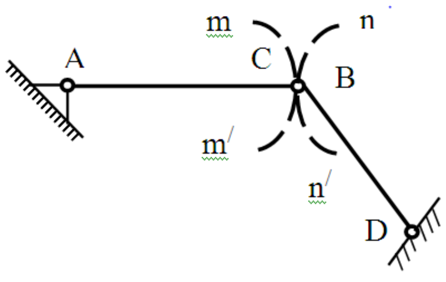
حالت کې د سیستم څیره (فورم) دمیلودشکل دبدلون نه پرته بدلون مومي اوسیستم هندسي شکل بدلون موندونکی دی.



۱,۳ شکل:ددوومیلوسیستم

که د میلود

یوسیستم(۱,۴شکل)میلې د مثلث په څیریو له بله سره دغوټو په ذریعه ونښلول شي،نودغه سیستم به نه بدلون موندونکي لحظوي سیستم



۱,۴ شکل:ددوومیلوسیستم

تري جوړیږي.مګر په حقیقت کې دغه سیستم یو ډول هندسي نه بدلون موندونکی سیستم دی.

په پایله کې ویلی شو،د میلو هغه سیستم چې میلې د غوټوسره د مثلث په څیر یې د یوې کرښې په امتداد کې نه وي نښتي او دوه میلې یې پر له

پسې د يوې غوټې سره نښتي وي،نوسيستم ته هندسي دشکل نه بدلون موندونکی سيستم وايي.

دميلوهندسي د شکل بدلون نه موندونکی سيستم د بيلګې په توګه د فرم (۱. ۵ شکل)څخه عبارت دی،چې د ميلو شميريې څلوردی.

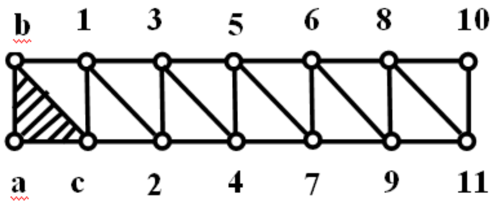
له دې نه وروسته د ميلو د هندسي نه بدلون موندونکي سيستم (فرم) له پاره د ميلو دغوټو او د ميلو ترمنځ اړيکه په دې ډول ليکو:

$$S = 3 + 2(k - 3) \quad (1)$$

په دغه فورمول کې:

S – د فرم د ميلو شميردی.

k - د فرم دغوټو شميردی.



۱-۵شکل:د څلوروميلو د فرم سيستم

څرنګه چې بنسټيزمثلث درې ميلې او درې غوټې لري،نوځکه ددې سيستم نورې ميلې په (k-3) اندازه يوله بله سره نښلول کيږي.

په پايله کې دهندسي نه بدلون موندونکي فرم د ميلوټول شميرد لانديني فورمول له مخې ټاکلی شو:

$$S = 2k - 3 \quad (2)$$

کله چې $s \leq (2K - 3)$ وي،نودغه سيستم هندسي بدلون موندونکی سيستم دی.

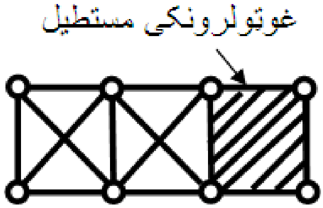
کله چې $s \geq (2K - 3)$ وي،نودغه يو ډول سيستم هندسي نه بدلون موندونکی سيستم دی.

د$(2K-3) \geq s$ شرط حتمی دی،مګرد شکل نه بدلون موندونکي سیستم لپاره کافی نه دی لکه د فرم (۱,۶شکل) لپاره چې دمیلو شمیریی$13 = 16 - 3 = 2 \times 8 - 3 = s = 2K - 3$

دی.

له (۱,۶) شکله کتل کیږي،چې دمیلو شمیر13 دی،دا چې د فرم د ښې

۶,۱ شکل:دځومیلوغوټې ایز سیستم

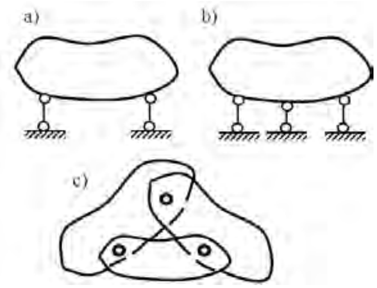


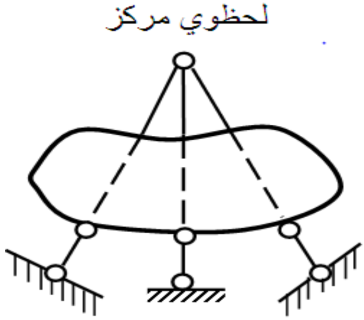
خوا شکل د ځلورو میلو اوځلوروغوټو په څیردی،نودغه سیستم هندسي بدلون موندونکي سیستم دی.

برسیره پردې که دمیلو سیستم د $s = 2K - 3$ شرط بشپړکړی وي، نو کیدای شي سیستم لحظوي بدلون موندونکی وي.

اوس له ځمکې سره د میلو(۷,۱ شکل) د نه بدلون موندونکي سیستم د نښلولو د طریقې مسئله ګورو.کومه یوه چې میلې په یوه نقطه کې سره

.۱,۷ شکل:له ځمکې سره دمیلود نښلوو داوb شکلونه





۱,۷ شکل:له ځمکې سره دمیلودنښلوولحظوي څیره

نه پرې کوي او د c نقطه هم په يوه کرښه کې نه ده پرته،همدارنګه د میلې هندسي بدلون موندونکي سیستم لحظوي خیره ګورو(۱,۸ شکل).

۱,۶ د میلود نه بدلون موندونکي سیستم د ستاتیکي ټاکلي توب شرطونه

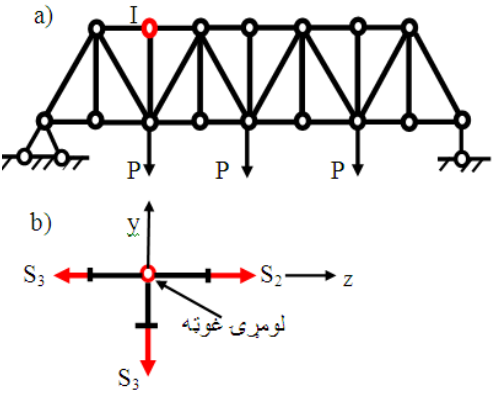
دمیلوټاکلی ستاتیکي سیستم هغه سیستم دی،چې داتکاءیزوعکس العملونو او په میلوکې دننه قوې د ستاتیک د تعادلي معادلو په مرسته حل شي.د بیلګې په توګه د فرم(۱.a۹ شکل) لپاره د ستاتیک د تعادلي معادلو دريو ډولونه کاراخلو:

$$1.\sum F_y = 0;\ \sum F_x = 0;\ \sum M_A = 0.$$

$$2.\sum F_y = 0;\ \sum M_A = 0:\ \sum M_B = 0.$$

$$3.\sum M_A = 0;\ \sum M_B = 0;\ \sum M_C = 0.$$

۱,۹شکل: د خومتمرکزقووتراغیزلاندې فرم



د ۱. b ۹شکل نه لاندینی معادلې ترتیبوو:

$$\sum F_x = 0;$$

$$\sum F_y = 0;$$

په همدې ډول په ټاکلي ستاتيکي فرم کې دميلوشميرد $S = 2k - 3$ سره برابردی. دلته: k- د فرم دغوټوشميردی.

3- د ستاتيک د درې تعادلي معادلوشميردی.

که چيرې د فرم اتکاءيزې ميلې په پام کې ونيسو،نود فرم د ميلوټول شمير پيداکولی شو:

$$S_{Genral} = S + 3 = 2k - 3 + 3 = 2k$$

يعنې:

$$S_{Genral} = 2k \quad (3)$$

او د سيستم مستقل توب حد د لاندېني فورمول په مرسته ټاکلی شو:

$$W = 2k - S - S_{suport} \quad (4)$$

دغه فورمول يو روسي پوهان چيبي شيف (Chebeshef)په نوم سره نومول شوی دی.

په دې فورمول کې:

S_{Ger} – د ټولو ميلوشميردی.

S_{supor}– د فرم د اتکاءيزوميلوشميردی.

k- دفرم دغوټوشميردی. S - دفرم دميلوشميردی.

انالېزياخيږنه په لاندېنيوحالتونوکې کولی شو:

١. کله چې $W > 0$ نوسيستم هندسي بدلون موندونکی دی.

٢. کله چې $W = 0$ نوسيستم بدلون نه موندونکی دی.

٣. کله چې $W < 0$ نوسيستم اضافي رابطې لري.

دوېم او درېم شرطونه $0 \leq W$ حتمي دي.مګر د شکل د نه بدلون موندونکي اوساکن توب دقضاوت لپاره کافی نه دی.

د دې له پاره چې دسيستم دشکل نه بدلون موندونکي اوساکن توب په هکله پوهه شو،نوبايد د جوړښت سينماتيکي انااليز(څيړنه)بايد وشي. [4]

دويم څپرکی

بارونه

۲,۱ په ودانيوباندې دبارونوډولونه

۱- مړبار، ۲- ژوندی بار، ۳- د باد بار، ۴- د واورو بار،۵- د زلزلې بار.

۶- تودوخيز باراو ۷- ميشت بار.

۲-۲ دډيزاين بارونه

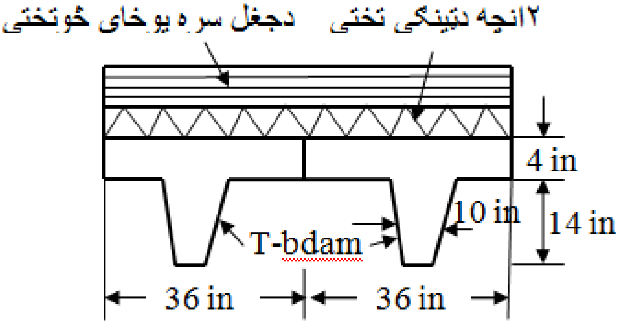
په ډيزاين کې څوډوله بارونه کارول کيږي :

۱- مړباراو ۲- ژوندی بار.

مړ بار هغه بار ته ويل چې د ساختمان څخه د ګټې اخيستنې په توله موده کې واقع کيږي.لکه د ساختمان خپل ذاتي وزن .

د دې مطلب د روښانه کولوله پاره د ساختمان(۲,۱شکل) يوه برخه ګورو،چې د وزن د پيدا کولوله پاره لاندينې فورمولونه کاروو:

$$\frac{4}{12}\,\text{ft}\times\frac{36}{12}\times 1\ \text{ft}\times\frac{150\text{lb}}{\text{ft}^3}=150\ \text{lb/ft}$$



۲,۲شکل:د اوسپنه یزکانکریت عرضي مقطع

د ګاډرد تني وزن :

$$\frac{10}{12}\text{ft} \times \frac{14}{12} \times 1\text{ ft} \times \frac{150\text{lb}}{\text{ft}^3} = 145\text{ lb/ft}$$

د ګاډرد جلا شوې برخې وزن:

$$3\frac{lb}{ft^2} \times 3ft \times 1 \times ft = 9\ lb/ft$$

د پوښښ وزن:

$$5 \times \frac{\frac{1}{2lb}}{ft^2} \times 3ft \times 1\ ft = 16.5\ lb/ft$$

$$Total = 320.5\frac{lb}{ft} = 0.321\text{ kips/ft}$$ [5:27-31]

۱,۲ مثال

د مړبارد ټاکنې له پاره په عمومی ډول د دغه فورمول په کارولوسره

$$Ded\ load = volum \times dinsity =$$

$$= \left(Dl = V \times {}^{KN}/_{m^3}\right)$$

يو چارتراش لرګي ګاډر چې اندازې يې اوږدوالی 5.4m او عرضي مقطع يې $(420 \times 75mm)$ او کثافت يې 1100 Kg/m^3 دی،مړبار يې وشميرئ؟

حل

لومړی د کثافت واحد ساده کوو:

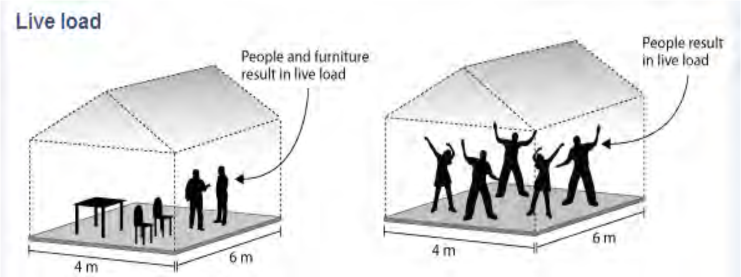
$$1100\frac{kg}{m^3} = 11000\frac{N}{m^3} = 11\ \frac{KN}{m^3}$$

$$W\ of\ ded\ load = o.420 \times 0.075 \times 5.4 \times 11 = 1.87\ KN$$

۲,۳ ژوندی بار

ژوندي بارته موقتي بارهم ويل کيږي،چې ديوې مودې په بهرکې په يو ساختمان(۲,۲شکل) باندې واقع کيږي.د بيلګی په توګه د انسانانو وزن اونور.د دې بارشميرنه په دې ډول کيږي: د ودانۍ د يو پوړ وزن يې1.5kPa دی او د پوړمساحت $6 \times 4 = 24m^2$.نوځکه دپوړعمومي باربه :

$$24 \times 1.5 = 36\ KN$$



۳,۲ شکل:په ودانۍ کې دانسانانوشتون

د امریکا د متحده ایالاتو د ASCEستندرد له مخې د پوښښ ډيزاين شوی ژوندي بارL₀ د کموالي په موخه $flunce\ area\ k_{LL}$ جدول څخه چې $(37.2\ m^2) = 400\ ft^2$نه ستر وي را ا خيستل کيږي په هرحال د ژوندي بارکموالی لږ تر لږه د ډيزاين شوي بارنه ۵۰ فيصده ډيرنه وي ديوپوښښ له پاره د 2 ستنو ياپايولوله پاره۴۰ فيصده ژوندي بارکموالی په لاندې ډول په لاس راځي:

$$= L_0\left(0.25 + \frac{15}{\sqrt{K_{LL} \times A_r}}\right) US\ C\ units\ (2.1a$$

دواحدونوپه نړيوال سيستم کې :

$$L = L_0\left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL} \times A_r}}\right)\ S.I\ units\ (2.1b)$$

په دغوفورمولونوکې:

L_0 - له جدول څخه ډيزايني ژوندی بار.

L- کم شوی ژوندي بار.

A_r - مرستندويه مساحت (ft²or m²) .

K_{LL}- دکنسولي سلب د څلورو دننه اوڅلوروبهرنيوستنو له پاسه د ژوندی بارد اغيزې يوه برخه.

د چت له پاسه د يو ډول اضغري ويشلي ژوندي بارله پاره د ASCE ستندرد له مخې کم شوی ژوندی بارپه لاندې ډول لاس ته راځي:

$$L_r = L_0 \times R_1 \times R_2 \ \ (2.1c)$$

L_0- دچت له پاسه ډيزايني ژوندي بار.

L_r - د چت له پاسه ډيزايني ژوندي بار.

د چت له پاسه کم شوی ژوندي بارد کنسولي چت د ساده پليت له پاره $12\ Psf \leq L_r \leq 200Psf$ او يا په S.I سيستم کې د چتونو پليت د

$A_T \leq 200ft^2(18.85m^2)$له پاره $R_1 = 1$ او د $A_T \geq 600ft^2$

$A_T \geq 600ft^2(55.74m^2)$ له پاره $R_1 = 1.2 - 0.001$ يعنې د $200ft^2 < A_r < 600ft^2$ او$(18.58m^2 < A_r < 55.7m^2)$ دی.

۲.a۱ جدول:دمړډيزايني بارونونمونې

وزن $^{Lb}/_{ft^3}\left(^{kg}/_{m^3}\right)$	مواد
490(77)	فولاد
165(25.9)	المونيم
	اوسپنه يزکانکريت:
150(23.9)	نارمل وزن
0-120(141-189)9	سپک وزن
120(18.9)	خښته
	لرګی:

د جوړښتونوتحلیل

قطبي چلغوزه	37(5.8)
نښتر	34(5.30)
تخته لرګی	36(5.7)
چتونه:	
درې پوړيز(طبقه ايز)جغل:	
دجلاوالي طبقه ۲ انچه	5.5(0.26)
يوانچ چونه يزه تخته	3(0.14)
يوانچ پنډه تخته	3(0.19)
۱۲ ا نچه منفذداره کانکريت:	
دروندا‌ګريګات	10(0.48)
سپک اګريګات	85(4.06)
(۶ انچه پنډ) منفذراره خاوره	55(4.06)
۴×۲ د ديوال په دواړوخنډو کې ۱۶ انچه کانکريت اويونيم انچه دچونې ګل يخي	30(1.44) 8(0.38)

۱b.۲ جدول: دودانيوترکيبي وزن

ترکيبي مواد	وزن $^{Lb}/_{ft^2}\left(^{KN}/_{m^2}\right)$
کوچنۍ ګوټه(اطاق):	
په فلزي تختې دچونې پلستر	10(0.48)
په فلزي تختې صوتي تار	5(0.24)
فرش ياپوښښ:	
يوانچه پنډاوسپه ايزکانکريت:	
نارمل وزن	12.5(0.6)
سپک وزن	7.5-10(0.36-0.48)

د ډيزاين شوی چت له پاسه د ژوندې L بارونونمونو د شميرنې په موخه په لاندېني جدول کتلی شو.د جدولي قيمتونو په موخه لاندينی جدول ترتيبوو.

۲,۲ جدول:د ډیزاین شوی چت له پاسه د ژوندي L بارونو نمونې

دکارولوځایونه	بار $^{Lb}/_{ft^2}\left(^{KN}/_{m^2}\right)$
تیاتر ساحه:	
ثابت سیټ(دچت کلکول)	60(2.87)
دانتظارخونې	100(4.79)
ستیج فرش	150(0.18)
کتابتون:	
مطالعې خونه	60(2.87)

دجدول ادامه:

دکارولوځایونه	بار $^{Lb}/_{ft^2}\left(^{KN}/_{m^2}\right)$
دوداني دفتر: دانتظارخونه دفترونه	100(4.79) 50(2.40)
هستوګن ځای(یوفامیلي دوه فامیلي اوسیدوخونې	
ښوونځي: درسي خونې دهیلیزونه دلومړی پوړدهلیزونه	40(1.92) 80(3.83) 100(4.79)

د چتونود پلیټ د $4 \leq F$ له پاره $R_2 = 1$

د چتونود پلیټ د $4 \leq F$ له پاره $R_2 = 1$ او د $12 \geq F$ له پاره

$R_2 = 0.6$ دلته Fدمیلان او د 0.2د ضرب حاصل دی چې په I.S

سیستم کې$F = 0.2 \times slop\ in\ percentage$ دی.او همدارنګه د ژوندی بار د ټاکنې له پاره لاندیني فورمول هم کارولی شو:

$$Live\ load = length \times width \times KN/m^2$$ [11]

۲,۲ مثال

مرستندویه ساحه 3.6×5.4او د 1170AS نورم له مخې او د هستوګنې ودانۍ په مطابق وزن 1.5 KPa منل شوی دی.

حل

دلاندیني فورمول له مخې په لاس راوړو:

$$L.L = 4.5 \times 3.6 \times 1.5 = 29.16KN$$

۲,۴ دژوندي باردټاکنې لپاره بل مثال

د درې پوړیزې ودانۍ لّپاره چې په ۲.a,b۳ شکل کې ښودل شوې ده، د A ګاډر لرونکي چت ،د B په ستر ګاډراو د C درې خوکو لرونکي ستنې کومه چې د لومړی پوړ سیخ 2-B څخه واقع دی.

اټکلوو،چې$50Ib/ft^2$ د چت په ټولو پوړونوپه پوښښ کې ایسارشوي ډیزایني ژوندی بار L_0 قیمت دی.

حل

(۱) د A پوړیزګاډر وایه ۲۰ فټه (span=20 ft) ده،مرستندویه ساحه

A_r=8(20)=160 ft^2 او K_{LL}=2 دی.که چیرې ژوندی کم شوی بار

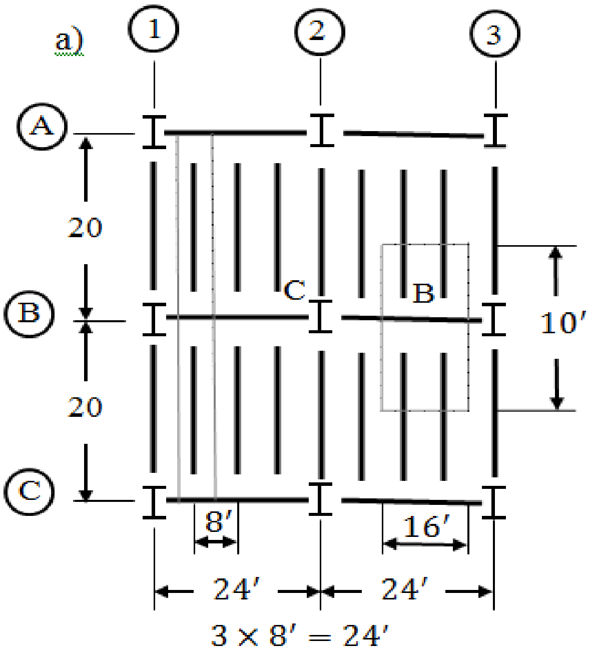
په لاس راوړو:

$$K_{LL} = 2A_r = 2(160) = 320ft^2 < 400ft^2$$

نوځکه ژوندی بارهیڅ نه دی کم شوی:

$$W = 50(8) = \frac{400IB}{ft} < 0.4\ Kips/ft$$

دباراودعکس العمل له پاره د ۲. d ۳شکل وګورئ.



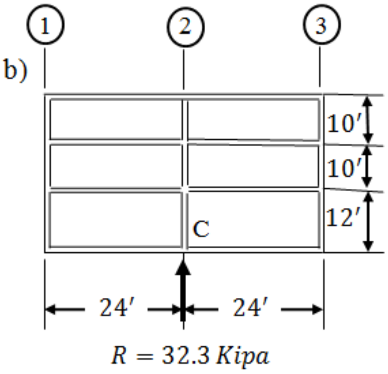
۲.a۳ شکل

۲) د B سترګاډر

د B سترګاډرد درې نقطو څخه د چت د دوو پوښښونو له خوا بارشوی دی.دګاډر(۲.a۴شکل)په هره څنډه کې دمحورونود منځنی نقطې څخه د ۱۰ فټه په اوږدوکې مرستندویه ساحه غزېدلې ده،نوځکه:

$$A_r = 20(16) = 320ft^2$$

$$K_{LL} \times A_r = 2(320) = 640ft^2$$



۲.a۴ شکل

د $K_{LL} \times A_r = 640ft^2 > 400ft^2$ له مخې د 2.1a فورمول په کارولوسره ژوندی بارترلاسه کوو:

$$L = L_0\left(0.25 + \frac{15}{\sqrt{K_{LL} \times A_r}}\right) =$$

$$= 50\left(0.25 + \frac{15}{\sqrt{640}}\right) =$$

$$= 50(0.843) = 42.1\ Ib/ft^2$$

د $25ft^2 = 0.5(50) < 42.1Ib/ft^2$ له مخې د w قیمت

:په کارولو سره ژوندی بارپه نقطه کې پیداکوو $w = 42.1Ib/ft^2$

$$Load\ at\ third\ point = 2\left[\frac{42.1}{1000}(8)(10)\right] =$$

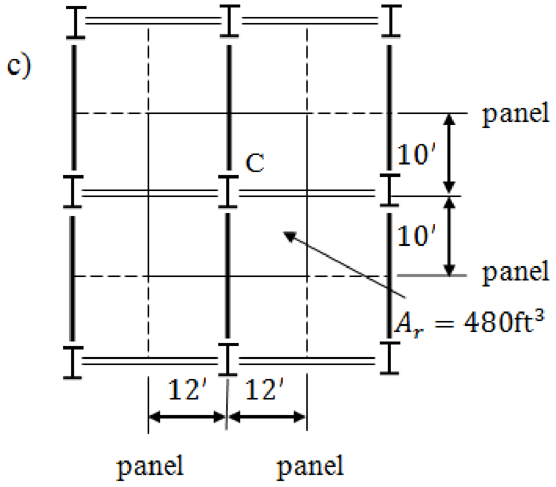
$$= 6.736\ kips$$

د ډیزاین په پایله کې بارپه ۲.e۳شکل کې ښودل کیږي.

۳) په لومړي پوړکې دC ستنه.

په ۲.e ۴شکل کې کوچنۍ ساحه د هرپوړپه دننه ستنه کې ښودل شوې ده.د چت لپاره مرستندویه ساحه ګڼل کیږي:

$$A_r = 20(24) = 480ft^2$$



۲.c ۴شکل

د چت له پاسه د ژوندي بارد ټاکنې له پاره 2.1c معادله کاروو:

$$R_1 = 1.2 - 0.001\,A_r = 0.72$$

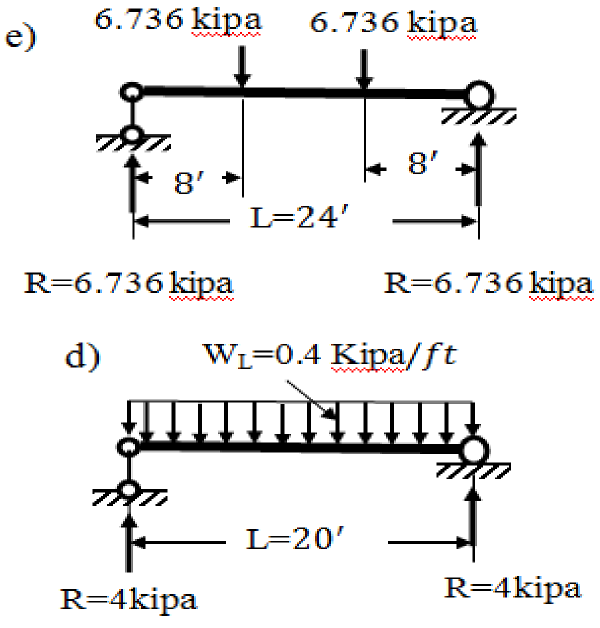
$$R_2 = 1.0$$

په چت کې ژوندی بارپیداکوو:

$$L_{roof} = L_0R_1R_2 = 50(0.72)(10) = 36.0\,psf$$

په دوو چتونوکې مرستندویه ساحه په لاندې ډول ګنل کیږي:

$$2A_r = 2(480) = 960ft^2$$



d.۲ شکل ۴:دویشلي بارلاندې ګاډر او:

$$K_{LL}A_r = 4(960) = 3840ft^2 > 400ft^2$$

په هرحال د دوو چتونو د ژوندي بارد ټاکنې لپاره 2.1a معادله

کاروو:

$$L = L_0\left(0.25 + \frac{15}{\sqrt{K_{LL} \times A_r}}\right) =$$

$$= 50\left(0.25 + \frac{15}{\sqrt{3840}}\right) = 24.6\, Ib/ft^2$$

اټکلوو چې $20Ib/ft^2 = 50 \times 0.4 < 24.6\frac{Ib}{ft^2}$ په خوندي

حدکې $L = 24.6\, Ib/ft^2$ کاروو:

$$Load\ to\ colum = A_r\left(L_{roof}\right) + 2A_r\left(L_{roof}\right) =$$

$$= 480(36) + 960(2.6) = 40.896\frac{Ib}{ft^2} =$$

$.= 40.9kips$ [3:36-40]

۲,۵ دتکریزژوندی بار

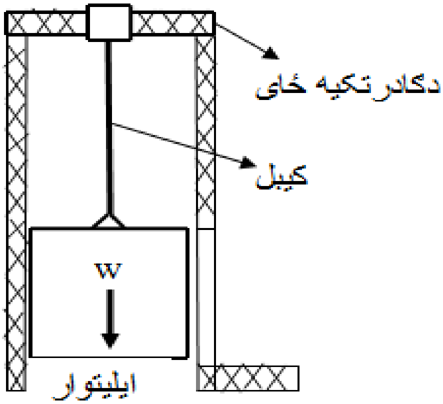
د ټکر په پايله کې ډيناميکي بار را منځته کيږي.او دغه د ساختمان د حرکت لامل ګرځي، چې انرژي را منځته کيږي اودغه ډيناميکي بار د ډيناميکي ضريب په پام کې نيولوسره محاسبه کيږي.

۳,۲ جدول: تکريز ژوندی بار.

دباروني حالت	دټکراغيزه I_i په فيصدي سره
دايليټوار اوياد ايليواتورله تکيه ځخه د بريښنايز وماشينونو،لاسي اوخوځنده موټورله تکيه ځخه دپيستون ډوله ماشين اودقوې خوځنده ماشين دتکيه ځخه دځړول شووچتونو اوبرنډوله تکيه ځخه په سترګاډري باندې دسرخلاصي موټراوکرين له تکيه ځخه	100 20 50 33 25

۲,۳مثال: د يوګاډر(۲,۵ شکل)له پاسه دمتمرکزبارلوی قيمت پيداکړئ،

چې ايليواتوربانديې تکيه کړې ده.دايليتواروزن 3000پونډه دی،شيړ.تنه چې منځی وزن يې 160 پونده دی وړلی شي.



۲,۵ شکل: ايليواتوردګاډرتکيه

حل

۲,۲جدول وګورئ اوله هغه څخه د ټکرضريب قيمت 100 فيصده را اخلو،نوځکه د ايليواتوراو د هغه فيصدی بايد دوه ځلې زياته شي:

$$Total\ load = D \times L = 3000 + 6 \times 100 =$$

$$= 3960\ Ib$$

اوډيزاني بار:

$$Design\ load = (D + L)2 = 3960 \times 2 =$$

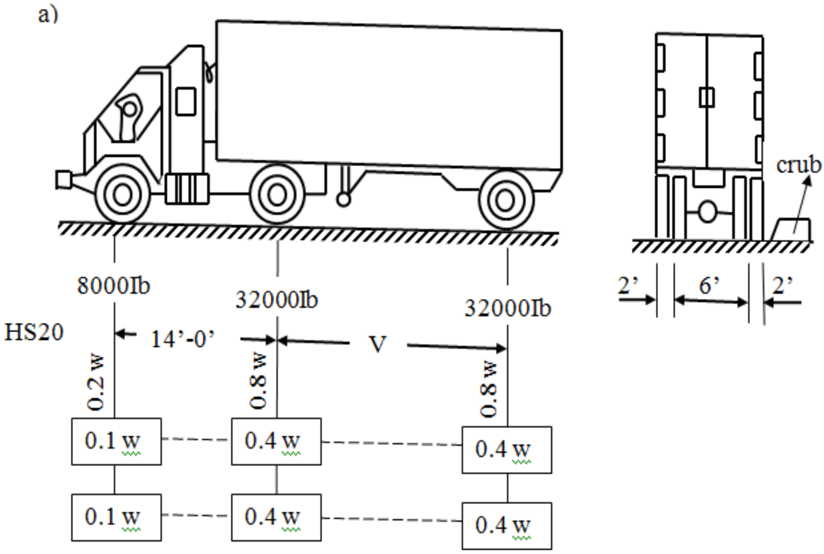
$$= 7920\ Ib$$

۲,۶ د پلونوله پاسه دخوځنده وسايطوژوندی بار

دپلونو له پاسه،چې کوم وسايط ځي اوراځي هغنوي دپل له پاسه بارونه واردوي،چې دغه بارونه ډيناميکي بارونه دي.د دې بارونود محاسبې له پاره دټکرضريب ضروري دي،نوځکه دټکرد ضرب دټاکلوله پاره دغه فورمول کاروو:

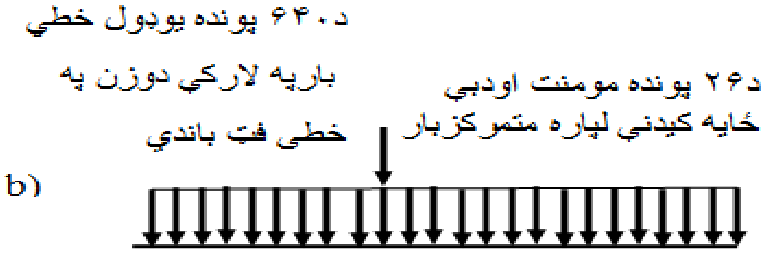
$$I = \frac{50}{L+12.5}\ U.S\ Cust.uits\ (2.2a)$$

$$I = \frac{15.2}{L+38.1}\ S.I\ uits\ (2.2b)$$

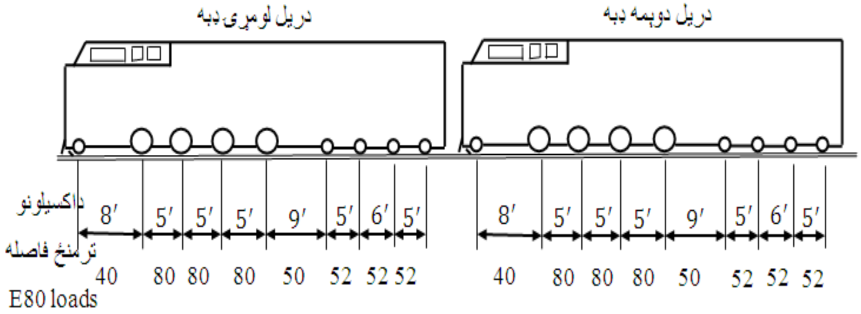


W-په دوولومړينواکسيلونوباندې يوځای شوی باردی

V - اخراومنځني ديرونوترمنځ فاصله ،چې د ۱۴ نه تر ۳۰ انچوپورې ده.



۲,۶ شکل: په لاره دموټردژوندي بارنمو



۲,۷ شکل: د پل له پاسه دریل د ژوندي بارتصویر

۲,۷ د وارو بار

دچت له پاسه د واورو بارد سړو سیمو له پاره په پام کې نیول کیږي. د چت د پلیټ له پاسه د واورو بارد ډیزاین په موخه د ASCE نورم له مخې د یو انچ پرفټ باندې یې میلان 5^0 درجونه لږ وي،یعنې 4.75^0 درجوپه پام کې نیولوسره د غه فورمول په مرسته محاسبه کیږي:

$$P_f = 0.7\, C_e . C_t . I . P_S \ (2.3)$$

په دغه فورمول کی:

P_f – د ځمکې پرمخ د واورو بار.

Ce – د لڅونې عامل (0.7 په بادیزې ساحه او1.3په کمروزي باد کې د پټې ساحې له پاره)دی.

C_t – تودوخيزعامل (1.2 په سړ ې وادنۍ او په تودو ودانیو کۍ پرته د شیشو دانیوڅخه).

I - په عيني بنسټ ولاړ مهم عامل دی،چې دبيلا بيلو کته ګوري پورې اړه لري :

لومړۍ ګټګوري لکه د کرنې ګودام.

دوېمه ګټګوري لکه دفترونه.

درېمه ګټګوري لکه دهستوګنې ودانۍ.

د ځمکې پرمخ د واورو بار د ASCE نورم له مخې اخيستل کيږي، چې د ځاي دموقعبت پورې اړه لري لکه د امريکې متحده اياتودبستون په ښارکې40Ib/ft او 25 Ib/ft د شيګاګوپه ښار کې منل شوی دی.

په مايلوفرشونوکې دواورو ډيزاين شوی بارد 5^0 درجوميلان له پاره د ASCE نورم څخه اخيستل کيږي:

$$P_s = C_s . P_f$$

چې:

P_s – د فرش دميلان عامل دی.د خپلې خوښې دميلان له پاره (۱) دی.

Pf – د واورود فرش پلیت باردی،چې د۲,۳ معادلې نه ترلاسه کیږي.

۲,۸ د باد بار

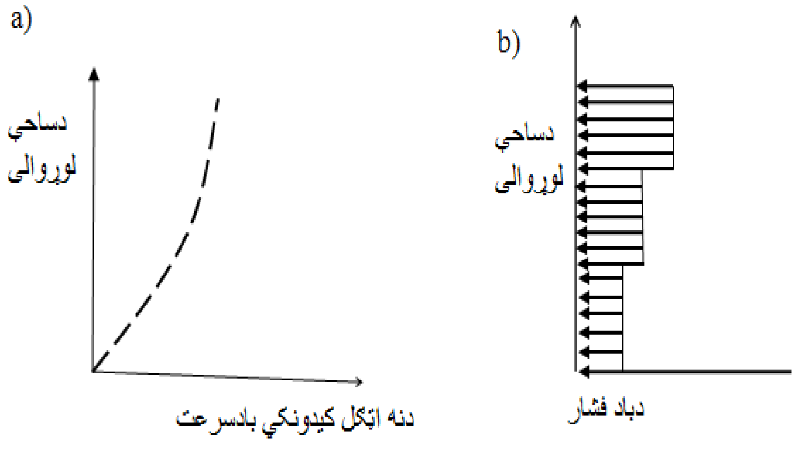
د باد په هکله مفاهیم یوازې د باد له خوا فشارکې څرګندولی شو،یعنې کله چې باد(۲. ۸ شکل)دیوې ودانۍ په څنډو باندې لګیږي،نود باد فشار د کینوتیکي انرژۍ د قوانیوپربنسټ د لاندیني فورمول په مرسته یې په لاس راوړو:

$$q_s = \frac{mV^2}{2}$$

په دې فورمول کې :

m– د ښودل شوې هوا کتلې کثافت دی.

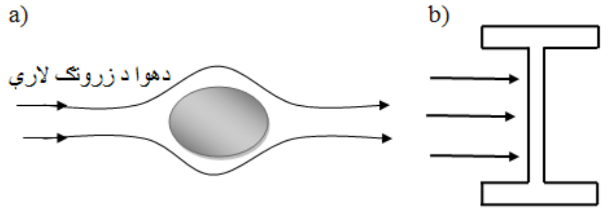
V- د باد لګیدنې سرعت دی.



۲,۵ شکل:د باد دسرعت فشار دیاګرامونه

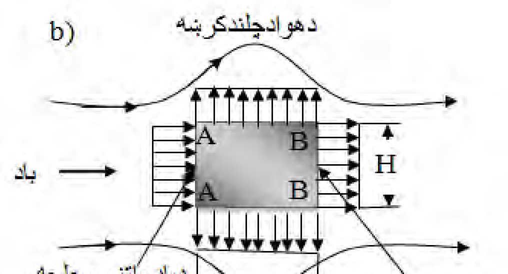
د a شکل د باد دسرعت اوښتنه یا بدلون راښیي،چې په کې کشونکي

عامل کوچنی دی اوباد د سطحې له پاسه په اسانۍ سره الوزي. اود b شکل د ودانۍ په څنډو د باد د څارنې د کود له مخې د باد فشاراوښتنه یا بدلون ښيي،چې باد په مخ کې مانع شته اوباد لکه د غولغولې په څير تاويږي.



۲,۶ شکل:دبادپه وړاندې مانع

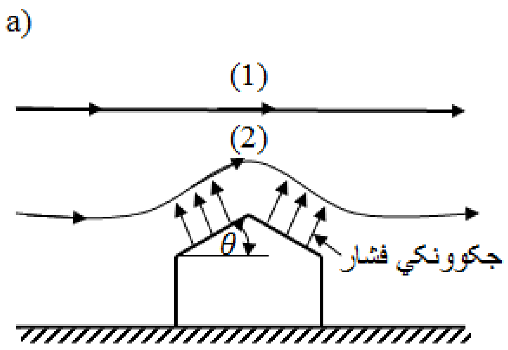
همدارنګه باد د باد لګيدونکی سطحې له پاسه په نورو څيروهم واقع کيږي (۲,۷ شکل).



کله چې باد دمايل فرش له پاسه ولګيږي(۲,۸ شکل)نو دغه هرومرونه اتکليدونکي دی اوسرعت يې دهر ډول باد له پاره ورکونکي دی.

د باد دوام اوسرعت د b.۲ ۷ شکل

بيرنولي د پرنسيپ په مرسته حاصليږي.اوهمدارنګه د(۲) په نقطه کې د باد سرعت ډيردی او له همدې شکل په b شکل کې د باد سرعت د A-A په سطحه باندې نسبت BB سطحې‌ته ډيردی.



۲. ۸ شکل:دبادخوځښت[5:41-45].

۲,۹ د باد فشارد وړاندوېنې ډيزاين له پاره فورمولونه

د ASCE نورم له مخې که چيرې د هوا د کتلې کثافت د تودوخې په $59^0F(15^0C)$ او په 29.92 in کې د سمندرې سطحې څخه په 101.3 KPaفشارکې په 2.3a معادله کې عوض کيرې،په دغه کې د باد فشار ستاتيکي اوپه لاندېني توګه ترسره کيږي:

$$q_s = 0.00256\,V^2\; U.S.Cust\;(2.6a)$$

اود واحدونوپه نړيوال سيستم کې :

$$q_s = 0.61\,V^2\; S.I\; unit\;(2.6b)$$

د باد د ستاتيکي فشاړواحد $Ib/ft^2(N/m^2)$ دی.

V ـ د عمده بادسرعت دي واحديې (m/s)دی.

همدارنګه د باد ستاتيکي فشارد لاندينيو معادلوپه مرسته هم پيداکولی شو:

$$q_z = 0.00256\,V^2 I K_z K_{zt} K_d\; U.S.C\;(2.7a)$$

$$q_z = 0.61\,V^2 I K_z K_{zt} K_d\ S.I\ unit\ (2.7b)$$

د$(2.6a)$ فورمول په کارولوسره $(2.7a)$فورمول لاندینی شکل ځانته غوره کوي:

$$q_z = q_s.I.K_z K_{zt} K_d\ (2.8)$$

په دې فورمولونوکې:

I - په عیني بنسټ ولاړمهم عامل دی،چې په نه بیرونکې سیموکې د بادي باردمحاسبه کولولپاره (V=85- 100mph) اوهم په ایلاسکا کې د I قیمت 0.87 ،1.0، 1.15 او 1.5 قیمت د څلورواړو کته ګوریو له پاره دی.په بیرونکوسیموکې چې د باد سرعت V>100mph دی د I قیمت د لومړۍ کته ګورۍ له مخې 0.77 دی.

K_z - دخطرسره مخامخ د فشاري سرعت ضریب دی،کوم چې د تود اوخطري حالت له پاره شمیرل کیږي،چې له جدول څخه یې قمیت هم را اخیستل کیږي.

K_{zt}- پوتوګرافیکي ضریب چې د ودانۍ د موقعیت پورې اړه لري اود (۱) سره برابردی.

K_d - د باد د لوري ضریب دی،چې د جدول څخه یې قمیت را اخیستل کیږي.دګراف څخه لاس ته راولی شو.

په پای کې د ا د ډیزاین شوی فشار د 2.7a او 2.7b فورمولونو په مرسته د q_z قیمت اوله جدولونوڅخه دوه فکتورونه G اوC_Pترلاسه کوو:

$$P = q_c \times G \times C_p\ (2.9)$$

دلته:

P- د ودانۍ په ځانګړې سطحه باندې د باد ډیزاین شوی فشاردی.

G – د باد دتندوالی ضریب دی.دکلکې ودانې لپاره 0.85 منل شوی دی.

C_P – د بهرني فشار ضریب دی،چې له جدول نه یې قیمت تر لاسه کیږي.

۲,۴ جدول:دخطري فشاري سرعت ضریب K_z

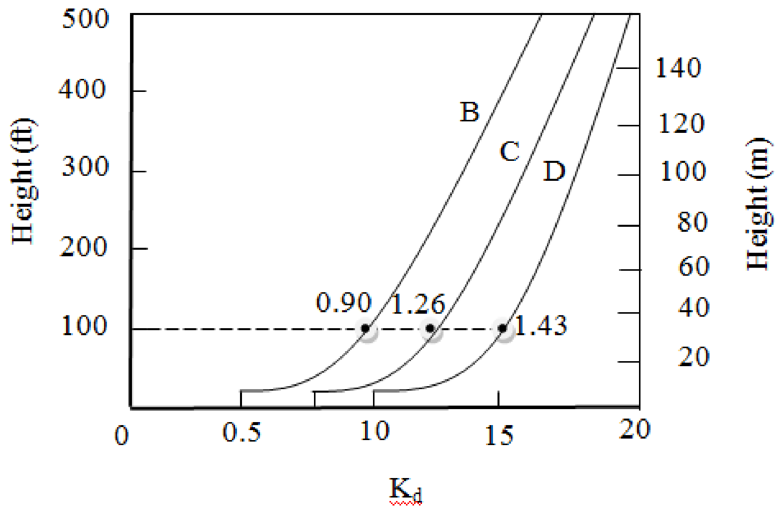
فټ	متر	B	C	D
0-15	(0-4.6)	$0.57(0.7)^4$	0.85	1.03
20	6.1	0.2(0.7)	0.9	1.08
25	7.6	0.66(0.7)	0.94	1.12
30	9.1	0.7	0.89	1.16
40	12.2	0.76	1.04	1.22
50	15.2	0.81	1.09	1.27
60	15.2	0.85	1.13	1.31
70	18	0.89	1.17	1.34
80	21	0.93	1.21	1.38
90	24.4	0.96	1.24	1.420
100	27.4	0.99	1.26	1.43
120	30.5	1.04	1.31	1.48
140	42.7	1.09	1.36	1.50
160	48.8	1.13	1.39	1.50
180	54.9	1.17	1.43	1.55

په دغه جدول کې د لوړوالي له مخې کولی شو،چې دK_d ضریب قیمت په لاس راوړو اوپه لاندیني جدول کې یې ځای پرځای کړو.

۲,۵ جدول:دباد دلوري ښووني فکتور K_d

دودانی ډول	K_d
ودانۍ:	
دزوربادپه مقابل کې سيستم	0.85
توته ياغوښتل شوی	0.85
دودکش،ټانک اورته مربع يزه جوړښت	0.90
دهستوګنې ساحه	0.95
قيچي ډوله تاورونه:	
مستطيلي ،مربع يزاومثلثي	0.85
اودنوروعرضي مقطعو	0.95
لرونکي	

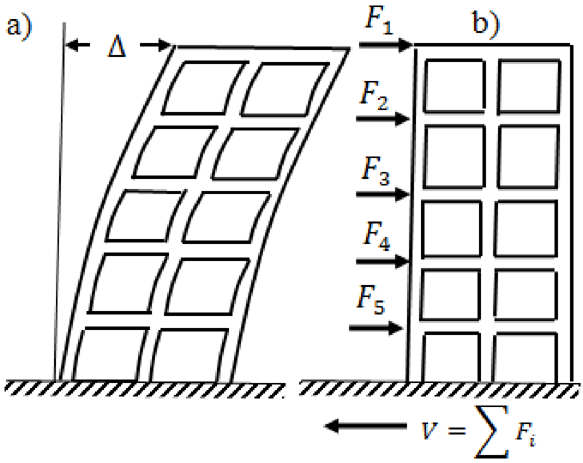
۱,۲ ګراف:ددودانی دلوړوالي او K_d ترمنځ داړيکې.



د بهرني فشارد C_p ضريب د جدول له پاره دغه جدول ګورواو د هغه ځخه اړوند ضروري قيمت ترلاسه کوو[5:41-51].

۲,۱۰ د زلزلې بار

د زلزلې بارمعمولا په ودانۍ (۲,۱۱شکل)باندې عمودي اوهم افقي



۲,۱۱شکل:دوانۍ اړخې برخه

انرشيايي بارونه دی،چې د ودانۍ د فرشونو د خوځيدو او د ودانيو د ګاډرونود بيځايه کيدني او ويجارېدني لامل ګرځي او د ودانۍ په تل (تهداب)کې هم ښکاره بدلون راولي. ولي مونږ د ASCE نورم له مخې د هرې يوې ودانۍ د ډيزاين له پاره د تل يا تهداب بې ځايه کيدنه پيدا کړو،نو بايد يوازې داسې اټکل وکړو چې اړخي قوه د ASCE نورم سره معادل ده په پام کې نيسو اودغه ګړنلاره تعقيبوو نو کولی شو،چې د ودانې د تل لّه پاره بې ځايه کيدنه وشميرو:

$$V = \frac{S_{D1}W}{T\left(\frac{R}{l}\right)} \quad (2.10a)$$

اولوړقيمت يې:

$$V_{max} = \frac{S_{D1}W}{R/l} \quad (2.10b)$$

اولوړقیمت یې:

$$V_{mi} = 0.0445\, S_{Ds}.I.W\ (2.10c)$$

په دې فورمول کې :

W– د ودانۍ،اسبابواوپارتنیشینونوټول مړباردی.

T– د ودانۍ بنستیزه عمده موده ده،چې دتجربه یزفورمول په مرسته ټاکل کیږي:

$$T = C_t.h_n^x\ (2.11)$$

h_n – د تل نه د ودانۍ لوړوالی دی ،چې C_t=0.02 او یا په I.S سیستم کې C_t=0.068 دی اودکلک فرمونوله پاره د فرمونو مومنت

(C_t=0.02(0.055 S.I ، $x = 0.8$ او د دودانۍ د نوروسیستمونوله پاره $x = 0.75$ دی.

S_{D1} – د ساختمانو بشپړشوی ضریب دی،چې د زلزله یزو نقشوله مخې چې د زلزلیزقیمت د زیاتوالی له پاره په ډیزاین کې د۲,۹جدول له مخې دځوموقعیتونو له پاره لپاره T=1 s قیمت سره ښودل شوی دی.

S_{DS}– د ساختمانو بشپړشوی ضریب دی،چې د زلزله یزو قیمت دی، چې په ډیزاینې موقعیتونوکې د زیاتوالی له پاره ښودل شوی دی.

R – د ساختماني سیستم د زلزلیزو قوو د مخنیوي په خاطرد عکس العمل د سمون ضریب دی.دغه ضریب دځوسیستمونو له پاره د ۲,۱۰ جدول له مخې د 8تر1.25 پورې اوښتي دی.

د یو څو عمومي اړخیزساختماني محکموونکو سیستمونو له پاره د عکس العمل دسمون ضریب R قیمت د ۲,۱۰جدول نه رااخیستلی شو.

د جوړښتونوتحلیل
I– څرګند مهم فکتوردزلزله یزبارله پاره شمیرل کیږي.د I،II،III

۲,۹ جدول:د S_{D_1} او S_{D_2} نمونه یزقیمتونه

ښار	$S_{D_{1.g}}$	$S_{D_{2.g}}$
دامریکې متحده ایالاتو دکالیفورنیا ښاردلاس انجلس ښاردیوټادسالټ لیک ښارد تینس،میمپاس ښار دینویارک ښار	1.30 1.20 0.83 0.27	0.50 0.50 0.27 0.06

اوIV بیلابیلوګټه ګوریوله پاره د Iقیمت 1.0، 1.25او1.5

۲,۱۰ جدول: دعکس العمل دسمنون ضریب

دساختماني سیستم ځیرنه	R
لوله کیدونکی فولاداویادکلکوغوټو(مفصل) ګانکریتي فرم	8
ساده اوسپه یزکانګریتي شیروالونه	4
ساده اوسپه یزډبرین شیروالونه	2

۲,۱۱ دهریوفرش د لیول له پاره د زلزلې اساس ویشنه V

دهریوفرش لپاره د زلزلي اساس ویشنه دلاندیني فورمول په مرسته شمیرل کیږي:

$$F_x = \frac{w_i . h_i^k}{\sum_i^n w_i . h_i^k} V \ (2.12)$$

په دې معادله کې :

F_x – د x په ليول باندې د زلزلې اړخيزه قوه.

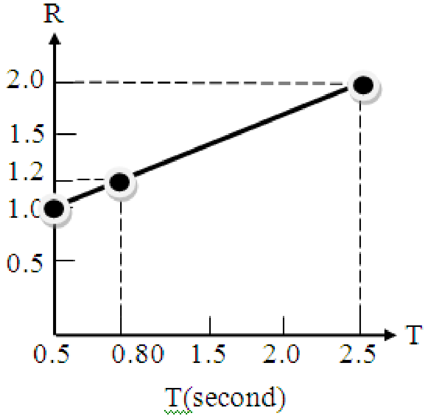
w_x او w_i– د i نه تر x ليول پورې دفرشونومړوزن دی.

h_x او h_i– د i نه تر x ليول پورې د فرشونود تهداب لوړوالی دی.

د $T \ll 0.5$ s او $T \ll 0.5$ s له پاره k=1 د هغوساختمانونو له پاره چې موده يې د 0.5 s او 2.5 s په منځ کې وي، د kقيمت د T د 1 او 2 ترمنځ د انترپوليشن له لارې پيداکيږي:

$$k = 1 + \frac{T-0.5}{2} \quad (2.13)$$

دغه قيمت په لاندينی شکل کې ښودل کيږي.



۲,۱۲شکل:د Rاو T ترمنځ ګراف

۲,۳مثال

د يوې شپږ پوړيزې ودانۍ په فرش(۲,۱۳شکل). باندې زلزله يزې قوې وټاکئ ،د ودانۍ په جوړښت کې فولادی مومنتي فرمونه شامل دی (چې

کلکي غوټې لري) اودهغو له پاره د R قيمت 8 دی. ۷۵ فټه اوږده ودانی لپاره په لوړه زلزله يزه سيمه کې جدول کاروو.

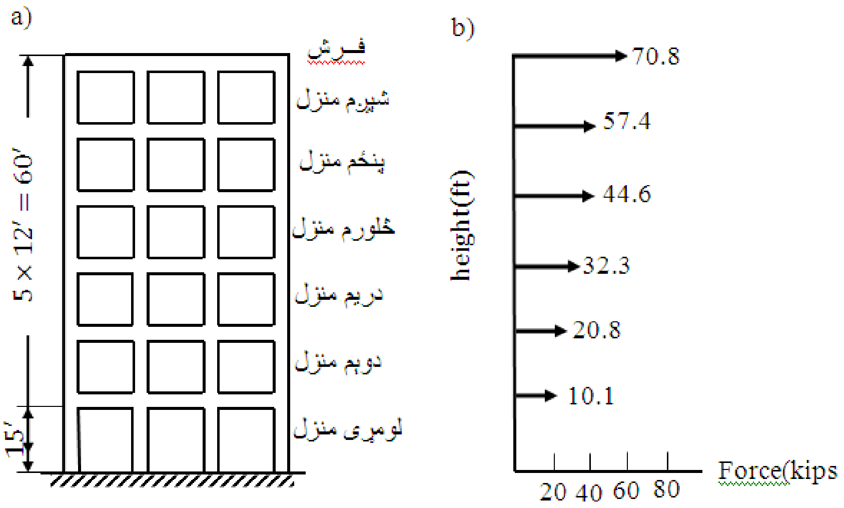
حل

د 2.11 معادله کاروواو بشپړه موده پيداکوو:

$$T = C_i . h_n^k = 0.028(75)^{0.8} = 0.89\ s$$

دمړبار وزن قيمت ساده کوو:

$$W = 700(6) = 4200\ kips$$



۲,۱۳ شکل:شپږپوړيزه ودانی

دوادنی د تل (تهداب) له پاره دبې ځايه کيدنې قيمت د 2.10a مقطعې په کارولوسره پيداکوو:

$$V = \frac{S_{D1}}{T(R/l)} w = \frac{0.4}{0.89(8/1)}(4200) = 236\ kips$$

اولوړقيمت يې:

$$V_{max} = \frac{S_{DS}}{(R/l)} w = \frac{1.0}{8/1}(4200) = 525\ kips$$

اوټيټ قيمت يې :

$$V_{min} = 0.044. S_{DS}. I. w =$$

$$= 0.0044 \times 1.0 \times 1 \times 4200 = 525\ kips$$

ترهرڅه دمخه V=236 kipsکاروو.

د ۲,۱۱ جدول له مخې دهريوفرش ليول لپاره د زلزيزې اړخي قوې د ټاکنې په موخه لومړی د kقيمت پيدا کوو،نو ځکه اټکلوو چې T=0.89 s د 0.5او 2.5 s ترمنځ د 2.13 معادله کاروو:

$$k = 1 + \frac{T - 0.5}{2} = 1 + \frac{0.89}{2} = 1.2$$

اوس کولی شوچې:

$$\mathrm{F_{3thfloor}} = \frac{\mathrm{w_3 h_3^k}}{\sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{n}} \mathrm{w_1. h_1^k}} V = \frac{36.537}{415.262}(2.36) =$$

$$= 20.8\ kips$$

$$w = \sum_{i-1}^{n} w_i = 4200\ \sum_{i-1}^{n} w_i h_i^k = 4$$

$$W = \sum_{i=1}^{0} w_1 = 4280$$

$$\sum_{i=1}^{0} w_{1 \times h_1^2} = 416.262$$

$$V = \sum_{i=1}^{0} F_{i \times h_1^2} = 236\ [5:58\text{-}62]$$

دارڅي زلزله يزوقووترکيبولولپاره دغه جدول کاروو.

۲,۱۱ جدول:دارڅي زلزله يزوقووترکيب[5:62-65].

پوړ	وزن w کيلو پاسکال	دفرش لوړوالي h فټ	$w_1 h_1^k$	$\sum_1^n w_i h_i^k$	F_x kips
فرش 6	700	75	124.501	0.300	70.8
5	700	63	100.997	0.243	57.4
4	700	51	78.376	0.189	44.6
3	700	39	56.804	0.137	32.3
2	700	27	36.537	0.088	10.1
		15	18.047	0.043	

۲,۱۲ترکيبي بار

د ډول ډول ترکيبي بارونو په مرسته د (نارملي،کوږوالى مومنت اوبې ځايه کيدني) قوو پيدا کول ممکن د يوې طريقې په مرسته د خونديتوب د فکتور(دبارفکتور)دخوينتوب ليول غوښتنه وشي.د ترکيبي باراغيزه داسې نومول کيږي،چې د مقاومت غوښتل شوى فکتور،دهريوډيزاين له پاره ضروري دى،نو ځکه د بار اغيزه د مړ بار L_D، ژوندي بار L_L د فرش ژوندى بار L_{R00f}دباد بار W،کارتيګوک بار E اود واوروبار S د ASCE نورم له مخې غوښتل شوى ترکيبي بار په لاندې ډول په پام کې نيول کيږى:

$$1.4\,D \quad (2.13)$$

$$1.2\,D + 1.6L + 0.5(L_r or\ S) \quad (2.14)$$

$$1.2\ D + 1.6(L_r or S) + (L\ or\ 0.8W)\ (2.15)$$

$$1.2\ D + 1.6W + L + 0.5(L_r or\ S)\ (2.16)$$

$$1.2\ D + 1.0\ E + L + 0.25\ (2.17$$

۲,۴مثال

دودانۍ ستنه (پایه) یوازې د جاذبې قوه زغمي،د کانکریتو دمرستندوي ساحې په کارولوسره د مړبار،ژوندي باراود فرش د ژوندي بارله مخې د نارملي بارپیداکړئ که چیرې:

$P_{l.r} = kPa$ او $P_L = 120\ kips$، $P_D = 90\ kips$

د ستنې نارملي مقاومت به څومره وي ؟

حل

$$1.4\ P_D = 1.4(90) = 126\ kips\ (1)$$

$$1.2\ P_D + 1.6P_{L.r} + 0.5P_L = 1.2(90) +$$

$$+1.6(20) + 0.5(20) = 310\ kips\ (2)$$

$$1.2\ P_D + 1.6P_{L.r} + 0.5P_L = 1.2(90) +$$

$$+1.6(20) + 0.5(120) = 200\ kips\ (3)$$

۲,۵مثال

د یو کانکریتي فرم ډوله ګاډرد کږیدنې مقاومت پیدا کړې،چې مومنت یې د مړبار،ژوندی باراود باد بارڅخه منځ ته راغلی وي:

$$M_{D.L} = -100\ kips.ft$$

$$M_{L.L} = -50\ kips.ft$$

$$M_{w} = \pm 200\ kips.ft$$

حل

$$1.4\ M_D = 1.4(-100) = -140\ kips\ (1)$$

$$1.2\ M_D + 1.6M_W + M_L = 1.2(-100) +$$

$$+1.6(-200) + (-50) =$$

$$= -490\ kips\ (2)$$

$$1.2\ M_D + 1.6M_W + M_L = 1.2(-100) +$$

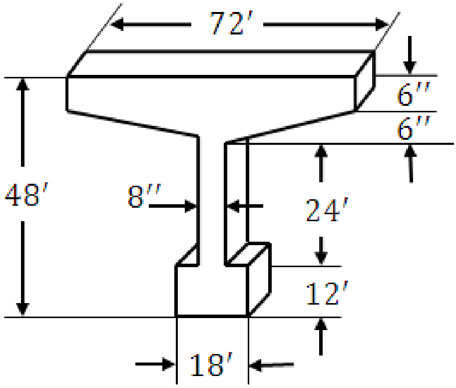
$$+1.6(200) + (-50) = 150\ kips\ (3)$$

د ګاډرد ډيزاين له پاره 150 kipsمثبت مومنت او 490 kp منفی مومنت په کاردی[5:62-65].

پوښتني

۲,۱ پوښتنه:

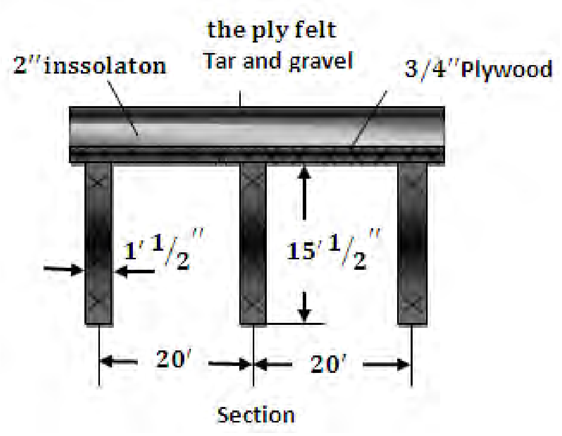
د اوسپنه يزکانکريتي تې ډوله ګاډرعرضي مقطع چې په۲,۱۴ شکل کې ښودل ده ورکړل شوی دی مړباريې پيداکړئ.



۲,۱۴ شکل:د تي ډوله ګاډرعرضي مقطع[5:66-67]

۲,۲ پوښتنه

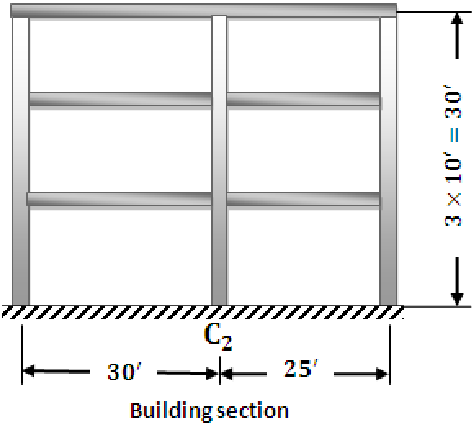
د ۲۰ انچوسورلرونکی فرش (۲. ۱۵شکل) چې د ۲ نه تر ۱۶ انچوپورې په میخي ګاډرونو باندې پروت دی مړ وزن یې پیدا کړئ،که د فرش د تختې وزن $3Lb/ft^2$وی.



۲,۱۵ شکل: دپایوله پاسه فرش

۲,۳ پوښتنه

دیوې کلکې ودانۍ دپوړسطحه چې په p 2.4 خیره باندې په ۲,۱۶شکل کې ښودل شوې ده، د دریو پوړونو له پاسه $60\ Lb/ft^2$ ژوندی بارواقع شوی دی. په لومړی اودریمې چت په C_2 ستنې کې د ژوندي بار څخه



۲,۱۶ شکل:دودانۍ عرضي مقطع

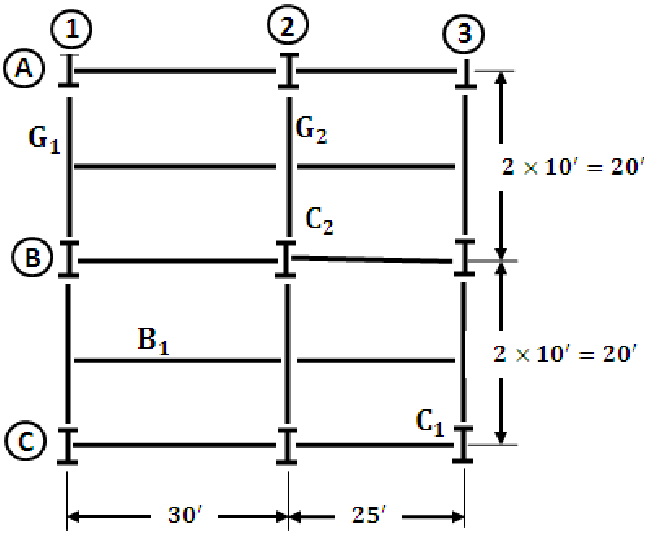
رامنځته شوې محوري قوې ۲,۱۶ شکل:دودانۍ عرضي مقطع پیدا کړئ.اتکلووچې ژوند ی بار دASCE ستندرد له مخې اخیستل کیږي.

۲,۴ پوښتنه

اټکلوو،چې په ۲,۱۷ شکل کې د فرش سطحه را کړل شوې ده.په دغه عناصروکې مرستندویه سطحې وشمیرئ :

الف. د B_1 ګاډرپه فرش کې. ب. د G_1 سترګاډرکې ج. دG_2 سترګاډرکې.

د. په C_1 حلقوي ستنې کې. ذ. په C_2 داخلي ستنې کې.



۲,۱۷ شکل:د چوکاټ سطحه

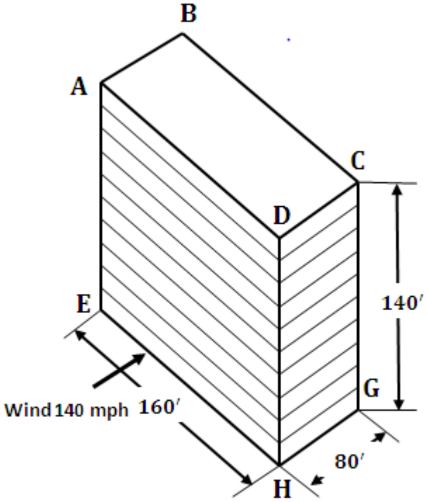
۲,۵ پوښتنه

د لس پوړيزې ودانۍ (۱۸,۲ شکل) د باد په لور د باد فشارمحاسبه کړې:

الف. که چيرې د باد ډيزايني سرعت 140 mph اوموده يې T=0.1 N

وي دلته N د پوړونو شميردی.اولړ.ترلړه موده يوه ثانيه ده.

ب. د ټولې ودانۍ له پاسه په هرو35 فټوواټن کې د باد قوه پيدا کړئ.



۲,۱۸ شکل: لس پوریزه ودانۍ[F4:66-70]

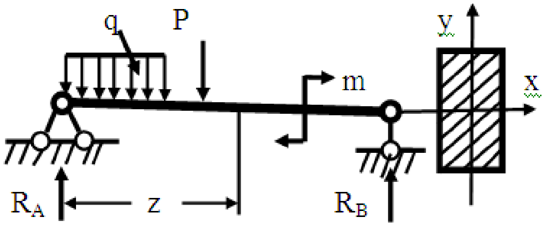
دریم څپرکی

ګاډرونه (Beams)

ګاډرهغه جوړښت دی،چې په کوړوالي کې فعاليت ترسره کړي او په خپل ځان باندې بهرنی باروزغمي.

۱,۳ په ګاډرکې دننه قوې(Internal forces)

دموادومقاومت د کورس څخه ځرګندیږی،چې دهغه ګاډر(۱,۳ شکل)،له پاره چې د بهرنی عمودي اوافقي بارونولاندې واقع دی دهغه په عرضي مقطعو کې دننه قوې عوامل رامنځ ته کيږي،چې دعرضي قوو،کوږوالي مومنت اود نارملی یا محوري قووڅخه عبارت دی.د دې قوو له امله د بهرني بارمستوی د عمده انرشيائی مستوي څخه تيريږي.



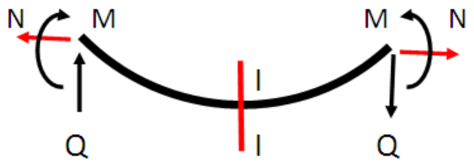
۱,۳ شکل:د بارونولاندې ګاډ

۳,۲ د دننه عوامل دعلامود پيژندنې قاعدې

کله چې ديوې ميلې د یوې کيفي عرضي مقطعې په دواړو خواو کې بهرني بارونه د ساعت دستنې په مطابق دوران وکړي دعرضي قوو قيمت مثبت مثبت اوبرعکس منفي دی.

کله چې ديوې ميلې(۲,۳ شکل)له پاسه بهرنی باردميلې د خنثی محور

لاندينۍ تسمې اوږدې اوپورتنۍ تسمې لنډې کړي او يا ميله مقعره کړې د کوږوالي مومنت قيمت مثبت اوبرعکس قيمت يې منفي دی.



۳. ۲ شکل:دکوږوالي په حال کې ګاډر

کله چې دننه نارملي يا امتدادي قوه دميلې داوږديدولامل شي،نو دننه نارملي قوه مثبت ا وبرعکس منفي ده.

همدارنګه د دننه عواملو دعلامود پيژندنې لّه پاره لانديني فورمولونه هم کارولی شو.

لومړی دعرضي قوې Q_y اود کوږوالي مومنت M_{ben} لپاره:

$$1. Q_y = \sum_{L.S} F_y = -\sum_{R.S} F_y \text{ يا } \sum F_y = 0$$

$$2. M_{ben} = \sum_{L.S} M_x = \sum_{R.S} M_x \text{ يا } \sum \mathrm{M_o} = 0$$

ثابت بارلکه د جوړښتونو د بيلابيلو عناصرو ذاتي وزن،دماشينونو د تجهيزاتو او سامانونو وزنونه دی اوخوځنده بار لکه د پل له پاسه د ترانسپورتي وسايلو وزنونه اود ګادرله پاسه د خوځنده کرين وزن او داسې نوردي.

د جوړښتونو دعناصرو په عرضي مقطعوکې دننه عوامل نه يوازې د دوي دعددي قيمتونوپورې اړه لري،بلکې دخوځنده بارونودموقعيتونو پورې هم اړه لري.اودعناصرود شميرنې پرمهال بايد خوځنده بارپه دې

دي ډول واقع شي،چې دعنصرپه پام نيولې عرضي مقطع کې دننه قيمت ډير لوړ يا اعظمي په لاس راشي.دعنصردغه موقعيت غيرګټوراوخطر ناکه نوميږي اونه يوازې دهغود ننه عواملو پورې اړه لري چې دعنصر په عرضي مقطعو کې منځ ته راځي ، بلکې د اتکاء يزوعکس العملونو پورې هم اړه لري.

د دغه خطرناکه بارد موقعيت ټاکنه د تاثيرد کرښو په مرسته کيږی.

۳ . ۱ مثال

يوګاډردڅوبهرنيوبارونو تراغيزلاندې واقع دی.دګاډرپه بيلا بيلوعرضي مقطعوکې دننه عوامل پيداکړئ.

حل

لومړی د ګاډراتکاءيزعکس العملونه پيدا کوو،د دې لپاره د ستاتيک

تعادلي معادلې ترتيبوو:

$$\sum F_y = 0;\ V_C - 4 - 2 \times 8 = 0;$$

له د ې ځايه د V_C عکس العمل پيداکوو:

$$V_C = 16 - 4 = 12\ Kpas$$

دغيرفعال مومنت د پيداکوو له پاره لاندينی معادله ترتيبوو:

$$\sum \mathrm{M_C} = 0;\ M_C - 4 \times (6+8) - 2 \times 9 \times \frac{8}{2} = 0;$$

د دغه معادلې څخه په لاس راوړوچې:

$$M_C = 4 \times 14 + 72 = 56 + 72 = 128\ Kip.ft$$

د عرضي قوود ټاکنې له پاره د ستاتيک معادله کاروو:

$$\sum F_y = 0;\ -4 - Q_I = 0\ \Rightarrow Q_I = Q_A = -4kip$$

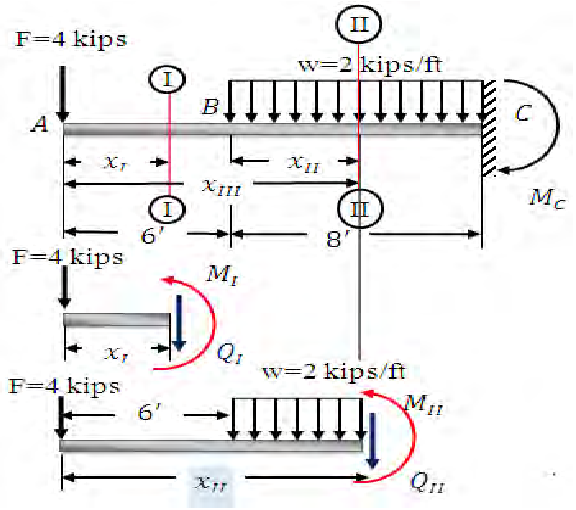
$$Q_I^{AB} = -4kip = const$$

د کوږوالي مومنتونود ټاکنې لپاره د ستاتيک معادله کاروو:

$$\sum \mathrm{M_O} = 0;\ -4 \times x_I - M_C = 0;\ 0 \ll x_I \ll 0$$

که: $x_I = 0; \Rightarrow\ M_C = -M_A = 0$

که: $x_I = 6\,ft; \Rightarrow M_B = -4 \times 6 = -24kip.f$



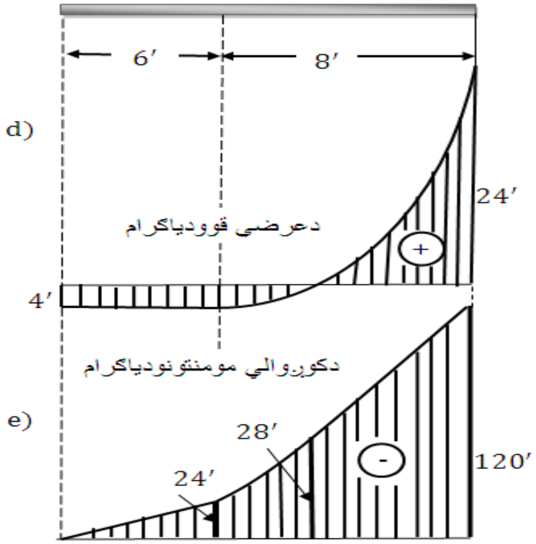
$$\sum \mathrm{M_O} = 0;\ -4 \times (6 + x_{II}) - 2 \times x_{II} \times \frac{x_{II}}{2}$$

$$0 \ll x_{II} \ll 8'$$

که: $x_{II} = 0; \Rightarrow M_B = -4 \times 6 = -24\ kip.ft$

که : $x_{II} = 0; \Rightarrow M_B = -4 \times 6 = -24\ kip.ft$

$$x_{II} = 8';\ M_D = -4 \times (6+8) - 2 \times 8 \times \frac{8}{2} = -120$$



۳,۳شکل:د بهرني بارلاندې ګاډر[5:175]

۳,۲ مثال

يوګاډر(۴,۳ شکل) د بهرني ويشلي بارلاندې واقع دی دعر ضي قوو اوکوږوالي مومنتونوډياګرامونه يې رسم کړئ.

حل

لومړی اتکاء يزعکس العملونه پيداکوو:

$$\sum M_C = 0;\ R_B \times 18 - 6 \times 24 \times \frac{24}{2} = 0;$$

له دې فورمول څخه په لاس راوړوچې:

$$R_B = \frac{1728}{18} = 96\ kips$$

بيا دستاتيک بله معادله ترتيبوو:

$$\sum F_y = 0;\ 96 - 6 \times 24 + R_C = 0;$$

له دې ځايه په لاس راوړوچې:

$$R_C = 144 - 96 = 48\ kips$$

دغه ارقام کنترولوو:

$$\sum \mathrm{M_B} = 0;\ 48 \times 18 - 6 \times 24 \times 6 = 0;$$

$$864 - 864 = 0 \Leftrightarrow 0$$

له دې نه وروسته دګاډرپه بيلا بيلوعرضي مقطعوکې عرضي قوې او د کوږوالي مومنتونه پيدا کوواو دياګرامونه يې رسموو:

$$\sum \mathrm{F_y} = 0;\ -Q_I - w \times x_1;\ 0 \ll x_1 \ll 6'$$

$$Q_I = -w \times x_1$$

که $\mathrm{x_I} = 0;\ \Rightarrow\ Q_A = 0$:

که $\mathrm{x_I} = 6';\ \Rightarrow\ Q_B = -6 \times 6 = -36\ kips$

په همدې عرضي مقطع کې دکوږوالي مومنت پيداکوو:

$$\sum \mathrm{M_0} = 0;\ -6 \times x_1 \times \frac{x_1}{2} - M_{I;}\ 0 \ll x_1 \ll 6'$$

$$M_I = -6 \times \frac{x_1^2}{2}$$

که : $x_I = 0; \Rightarrow\ M_A = 0$

$$x_I = 6'; \Rightarrow\ M_B = -6 \times \frac{36}{2} = -108kip.ft$$

په دوېمه عرضي مقطع کې هم د ستاتیک تعادلي معادله کاروو:

$$\sum F_y = 0;\ -Q_{II} - w \times x_{2+R_B};\ 0 \ll x_2 \ll 24'$$

$$Q_{II} = -w \times x_2 + R_B$$

که: $x_2 = 6'; \Rightarrow\ Q_B = -6 \times 6 + 96 = 60 = 60\ kip$

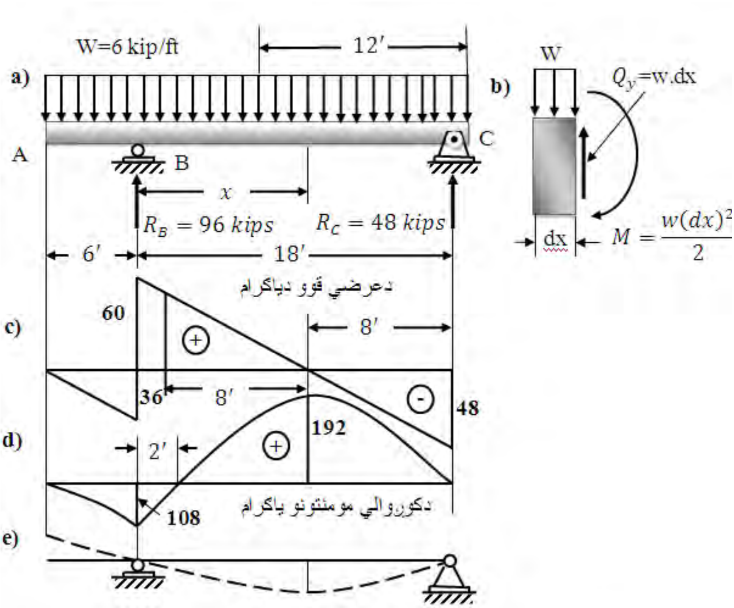
$$x_2 = 24'; \Rightarrow\ Q_C = -6 \times 24 + 96 = -48\ ki$$

اوس د C مقطع کې د کوږوالي مومنتونه پیداکوو:

$$M_C = 0;$$

څرنګه چې دعرضي قوو دیاګرام د اساس دکرښې سره پرې کوي،نو ځکه د کوږوالي مومنت د اکستریموم قیمت د پیدا کولو له پاره لومړۍ د x فاصله پیداکوو.لیدل کیږي،چې له دیاګرام څخه دعرضي قوې قیمت صفردی،نوځکه د فاصلې له پاره دغه فورمول کاروو:

$$Q_K = 0;\ R_B - w \times x = 0$$



۴,۳ شکل: دويشلي بارلاندې ګاډر

اوس داکستريموم قيمت پيداکوو:

$$Q_x = R_C - w \times x \Rightarrow x = \frac{48}{6} = 8'$$

$$M_{max} = -6 \times 8 \times \frac{8}{2} + 48 \times 8 = -192 + 384 =$$

$$= 192\ kips.ft$$ [5:186-188]

۳,۳ د ګاډرونود تاثيرکرښې

د تاثيرکرښه د مفهوم له مخې د قوود دياګرام سره توپيرلري دا ځکه چې دعنصرپه هره يوه عرضي مقطع کې دقوود دياګرام قيمتونه يا اردينات

يعنې د فکتورونو بدلون د ثابتو بارونولا امله منځ ته راځي لکه نارملي يا امتدادي قوه،عرضي قوه اودکوږوالي مومنت په شکل کې ښودل کيږي.

۳,۴ دساده ګادرداتکاءيزوعکس العملونودتاثير کرښې

الف- د R_A عکس العمل د تاثيرکرښه: اټکلوو چې د ساده ګاډرله پاسه خوځنده بار $P = 1$ حرکت کوي(۵,۳ شکل). د R_Aعکس العمل د تاثيرکرښه په لاندې ډول رسموو.لومړی د عکس العمل R_A د تاثير کرښه د لانديني فورمول په مرسته رسموو:

$$\sum M_B = 0;\ R_A \times l - P \times Z = 0$$

$$R_A = \frac{P \times Z}{l}$$

ځرنګه چې خوځنده بار $P = 1$ دی،نوځکه ليکوچي:

$$R_A = \frac{P \times Z}{l}$$

دا چې د z فاصله د $0 \le Z \le l$ ترمنځ متحوله ده،نوځکه که

$Z = 0;\ \Longrightarrow\ R_A = \frac{1 \times 0}{l} = 0$شي،نوخوځنده بارد B په اتکاء کې واقع کيږي.

که $Z = l;\ \Longrightarrow\ R_A = \frac{1 \times l}{l} = 1$ شي،نوخوځنده بار د A په اتکاء کې واقع کيږي.نوځکه د $P = 1$خوځنده بارلاندې د R دتاثيرکرښې اردينات $\frac{Z}{l}$ دي او واحد نه لري.

ب- د R_B عکس العمل د تاثيرکرښه: اټکلوو چې د ساده ګاډرله پاسه خوځنده با ر $P = 1$ حرکت کوي(۵,۳ شکل) د R_Bعکس العمل د

تاثيرکرښه په لاندې ډول رسموو. لومړى دعکس العمل د تاثيرکرښه د لاندينې فورمول په مرسته رسموو:

$$\sum M_A = 0;\ -R_B \times l + P(l - Z) = 0.$$

له دې فورمول څخه د R_B قيمت پيداکوو:

$$R_B = \frac{1(l - Z)}{l}$$

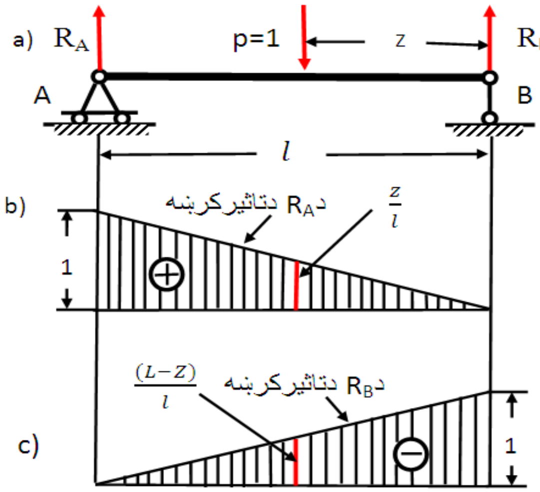
څرنګه چې خوځنده بار $P = 1$ دى،نوځکه ليکوچې:

$$R_B = \frac{(l - Z)}{l}$$

داچې د z فاصله د $0 \le Z \le l$ ترمنځ متحوله ده،نوځکه :که

$Z = 0;\ \Longrightarrow\ R_B = \frac{(l-Z)}{l} = 1$ شي،نوخوځنده بارد B په اتکاء

کې واقع کيږي.



۵,۳ شکل:ګادړد $P = 1$ خوځنده بارتراغيزلاندې

که $0 = \frac{(l-Z)}{l} = \mathrm{R_B} \Longleftarrow ;Z = l$ شي، نوخوځنده بارد Aپه اتکاءکې واقع دی.نوځکه د $P = 1$خوځنده با لاند ې د $\mathrm{R_A}$د تاثير کرښې اردينات $\frac{(l-Z)}{l}$ دي او واحد نه لري.

که چيرې د ګاډرله پاسه $P = P_1(ton)$ واقع شي،نود دې بارځخه د اتکاءيزعکس العمل د شميرنې له پاره بايد د تاثيردکرښې داردينات لاندې قيمت په P_1 کې ضرب شي.

ج.د کنسولي يا با لکوني ګاډرد $\mathbf{R_A}$ عکس العمل د تاثير کرښه:

د کنسولي ګاډر(۳.a۵ شکل) د$\mathrm{R_A}$عکس العمل تاثيردکرښې درسمولو له پاره د لاندينۍ مومنتي رابطې نه کار اخلو:

$$\sum \mathrm{M_B} = 0;\ R_A \times l - P \times z = 0.$$

له دې ځايه په لاس راوړوچې:

$$R_A = \frac{P \times Z}{l} = \frac{1 \times Z}{l} = \frac{Z}{l} \Longrightarrow R_A = \frac{Z}{l}$$

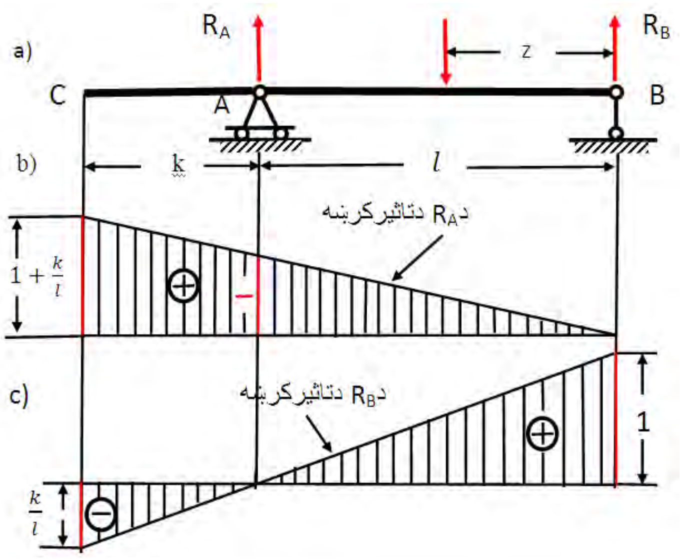
داچې د Z فاصله د $0 \le Z \le l + k$ترمنځ متحوله ده،نوځکه :

که : $Z = 0; \Longrightarrow \mathrm{R_A} = \frac{Z}{l} = \frac{0}{l} =$

که : $Z = l; \Longrightarrow \mathrm{R_A} = \frac{Z}{l} = \frac{l}{l} = 1$

که : $Z = l + k\ ; \Longrightarrow \mathrm{R_A} = \frac{l+k}{l} = 1 + \frac{k}{l}$

له ۳.a۵ شکل له مخې ګاډرد $P = 1$خوځنده بار تر اغيزلاندې درې واړه نقطې د يوې مستقيمې کرښې په ځيرنښلوو.



۵,۳ شکل:دخوځنده بارلاندې کنسولي ګاډر

۳,۵ د کنسولي یا با لکوني ګاډردR_B عکس العمل د تاثیرکرښه

د کنسولي ګاډر(۳.b۵شکل) دR_Bعکس العمل د تاثیرکرښې د رسمولو له پاره دلاندینۍ مومنتي رابطې نه کاراخلو:

$$\sum M_A = 0;\ -R_B \times l + P(l-z) = 0.$$

له دې ځایه په لاس راوړوچې:

$$R_B = \frac{P(l-Z)}{l} = \frac{1(l-Z)}{l} = \frac{(l-Z)}{l}$$

دا چې د z فاصله د $0 \leq Z \leq l+k$ترمنځ متحوله ده نوځکه :

که : $Z = 0;\ \Rightarrow\ R_B = \frac{1(l-Z)}{l} = \frac{l}{l} =$

که: $Z = l; \implies \mathrm{R_B} = \frac{1(l-Z)}{l} = \frac{0}{l} = 0$

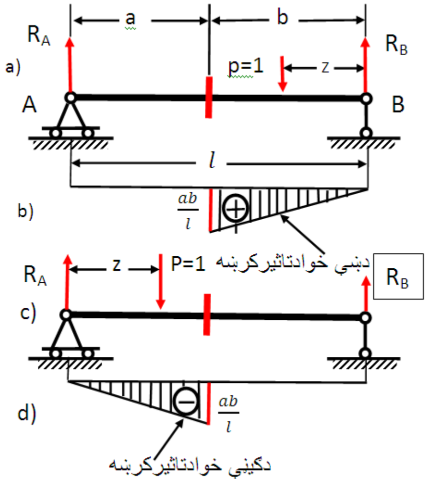
که: $Z = l + k\ ; \implies \mathrm{R_B} = \frac{l-(l+k)}{l} = -\frac{k}{l}$

د ګاډرډ $\mathrm{R_B}$ عکس العمل د تاثیرکرښه دکنسول نه پرته هم رسمولی شو.د دي لپاره رسم شوي مستقیمي کرښي ته ادامه ورکوواود کنسول د پاې په نقطه کي $-\frac{k}{l}$ اردینات په لاس راځي،لیدل کیږي چي د دغه اردینات قیمت منفی دی داځکه چي د واحدي $P = 1$ قوې لوری ښکته خواته دی.

۳,۶ د ساده ګاډرله پاره د کوږوالي مومنت M او عرضي قوې Q د تاثیرکرښي

لومړی د ګاډرپه I-Iعرضي مقطع کي د کوږوالي مومنت $\mathrm{M_I}$ د تاثیر تاثیر کرښه په لاندې ډول رسموو،څرنګه چي د دې مقطع په دواړو خواووکي د کوږوالي مومنت قیمتونه سره برابردي :

$$M_\mathrm{I} = \sum\nolimits_{\mathrm{L.S}} \mathrm{M_C} = -\sum\nolimits_{\mathrm{R.S}} \mathrm{M_C}$$



۳. شکل:دځوځنده بار لاندې دساده ګاډر a,b,c,d۵

نودکوړوالي مومنتM_I د تاثيردکرښې د رسمولولپاره بارد مقطعې په ښې خوا کې واردوو(۳.a۵ شکل) اودمقطعې ګينه خوا ګورو يعنې د z فاصله په $b \leq z \leq 0$ انتروا ل کې واقع کيږي:

$$\sum M_{I-I} = R_A \times a$$

که: $z = 0;\ M_{I-I} = \frac{z}{l} \times a = 0$

که: $z = b;\ M_{I-I} = \frac{b}{l} \times a = \frac{a.b}{l}$

د M_{I-I} کوړوالي مومنت د دوولاس ته راغلو قيمتونوله مخې دتاثير کرښې دياګرام رسموو(۳.c۴شکل).

اوس د ګاډردعرضي مقطعې په ګينه خوا کې بار واردوو اود مقطعې ښې خوا ګورو(۳.b۵ شکل) يعنې د z فاصله په انتروا ل $b \leq z \leq l$ کې واقع کيږي:

$$\sum M_{I-I} = R_B \times b = \frac{(l-z)}{l} \times b$$

که: $z = b;\ M_{I-I} = \frac{(b-b)}{l} \times b = \frac{ab}{l}$

که: $z = l;\ M_{I-I} = \frac{(l-l)}{l} \times l = 0$

د M_{I-I}کوړوالي مومنت د ددو لاس ته راغلو قيمتونو له مخې دياګرام رسموو(۳.d۵ شکل).

اوس د عرضي مقطعې دواړو خواو ته د M_{I-I}کوړوالي مومنت د تاثيرکرښې له بله سره نښلوو(۳.e۵ شکل).که چيرې د عرضي مقطعې دواړو خواوو دتاثيرکرښو ته ادامه ورکړو،نو په پايله کې د R_A او R_B اتکاءګانولاندې د a اوb اردينات لاس ته راځي.

د دې لپاره چې په I-Iعرضي مقطع کې د$P=1$ بارپه پام نيولوسره د کوړوالي مومنت قيمت په لاس راوړو،نودباردموقعيت لاندې د M_{I-I} کوړوالي مومنت تاثيرکرښې اردينات اندازه کوو(۳. e ۵ شکل).

د M_{I-I}کوړوالي مومنت د تاثير کرښه د ګاډرپه I-I عرضي مقطع کې د M_{I-I}کوړوالي مومنت د بدلون قانون ښيي اود ګاډرد نورعرضي مقطعوله پاره بايد د هغوي خپلې د تاثير کرښې رسم کړی شي.اود تاثير د کرښود رسمولو واحد متراو سانتی متردي.اوکوړوالي مومنت د تاثير کرښې د ساده ګاډرد I-Iپه عرضي مقطع کې د عرضي قوې د تاثيرد کرښې د رسمولو لپاره د عرضي په ښې خوا کې واقع کې د P=1 بار واردوو اودعرضي مقطعې ګينه خوا $0 \leq z \leq b$ ګورو:

$$Q_{I-I}=R_A=\frac{z}{l}$$

$$\mathrm{z}=0; \implies \mathrm{Q}_{\mathrm{I-I}}=\frac{0}{l}=0.$$

$$\mathrm{z}=\mathrm{b}; \implies \mathrm{Q}_{\mathrm{I-I}}=\frac{0b}{l}.$$

د دغو دوو لاس ته راغلو قيمتونو له مخې د عرضي قوې د تاثيرکرښه رسموو(۳.f۵ شکل).

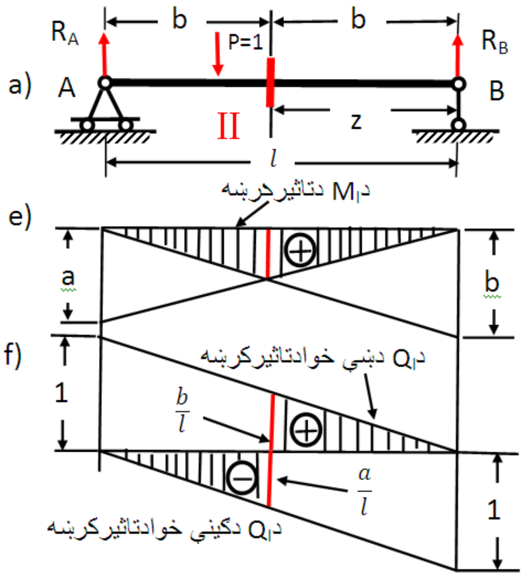
اوس بارد عرضي مقطعې په ګينه خوا کې واقع کوو او د عرضي مقطعې ښې خو ا $0 \leq z \leq l$ ګورو:

$$Q_{I-I}=-R_B=\frac{(l-z)}{l}$$

$$\mathrm{z}=\mathrm{b}; \implies \mathrm{Q}_{\mathrm{I-I}}=-\frac{(l-b)}{l}=-\frac{a}{l}.$$

$$\mathrm{z}=l; \implies \mathrm{Q}_{\mathrm{I-I}}=-\frac{(l-l)}{l}=0.$$

د دغودوو لاس ته راغلوقيمتونو له مخې دعرضي قوې دتاثيركرښه رسمووو(۳.f۵ شكل).



۳.e,f ۵ شكل:دخوځنده بارلاندې دساده ګاډرعرضې قوې كه چيرې لاس ته راغلې د تاثيركرښې (۳.f۵ شكل) ته نورهم ادامه وركړو،نو د A او B نقطولاندې د ۱+ او ۱− اردينات لاس ته راځي. دعرضې قوو د تاثير كرښې اردينات واحد نه لري.

كه چيرې وغواړ چې دP=1 قوې لاندې دعرضې قوې قيمت ځومره دى، نو دعرضې قوې د تاثيرد كرښې اردينات اندازه كوو.

۳,۷ د كنسولي ګاډرپه I-I عرضي مقطع كې د عرضي قوې او د كوړوالي مومنت د تاثيركرښه

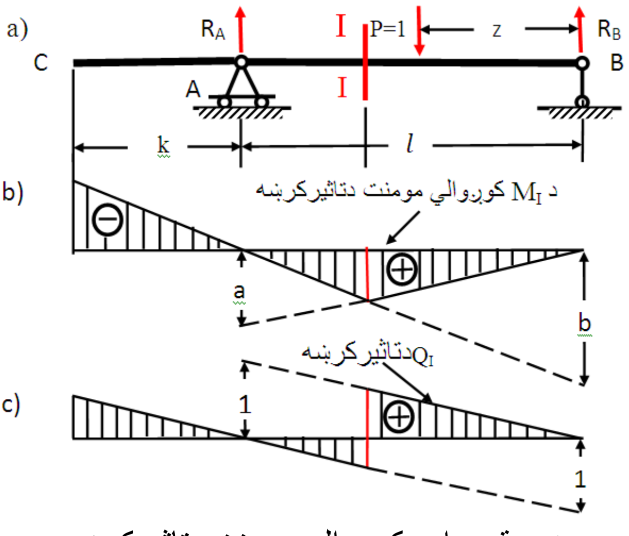
د كنسولي ګاډر په I-I عرضي مقطع كې دعرضي قوې اود كوړوالي مومنت د تاثيركرښې رسمول دساده ګاډرپه ځير ورته ترسره كيږي.

مګرد دې ډول ګاډر له پاره د z کيفي $(k+l) \geq z \geq 0$ انتروال فاصلې په پام کې نيول کيږي.

اوس د ګاډرد II-II عرضي مقطعې(۳-b۵ شکل) له پاره،چې دګاډر د ازادي څوکې څخه دC په فاصله کې واقع ده د عرضي قوې او د کوږوالي مومنت دتاثيرکرښي رسموو.

د P=1 باردعرضي مقطعې په ښي خواکې واقع کوواود دغه مقطعې ګينه خوا ګورو.څرنګه چې د دغې مقطعې په ګينه خوا کې هيڅ بار شتون نه لري،نوځکه :

$$M_{II} = 0; \text{ او } Q_{II} = 0$$



۳. a,b,c۵ شکل:دعرضي قوې اود کوږوالي مومنت دتاثيرکرښه د دغې عرضي مقطعې په ښي خواکې د عرضي قوې او کوږوالي مومنت د تاثيرکرښي د اساس کرښې سره منطبقې دي (۳.e,f ۵ شکل).

اوس P=1 بارد IIعرضي مقطعې په ګينه $c \geq z \geq 0$ خوا کې واقع کوو اود دغه مقطعې ښي خواګورو:

$$M_{II} = -P \times z = -1 \times z$$

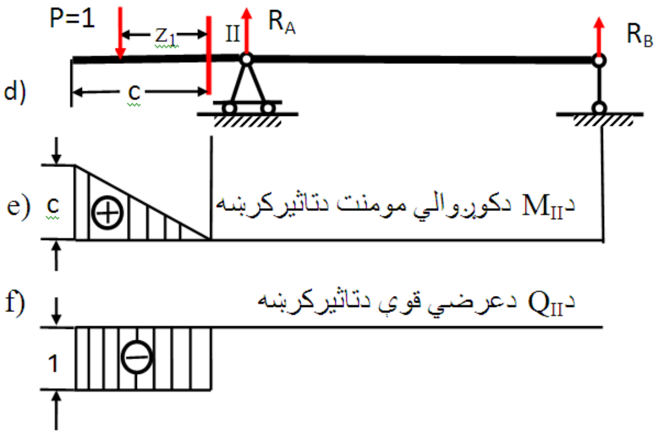
$$z = 0;\ M_{II} = 0$$

$$z = c;\ M_{II} = -c$$

د M_{II} کوږوالي مومنت دتاثيرکرښه په (۳.e۵ شکل) کې کتلی شو.

همدارنګه $Q_{II} = -1 = const$.

د Q_{II} عرضي قوې د تاثيرکرښه په (۲.f۵ شکل)کې کتلی شو.



۳.e,f ۵ شکل :ديورواحدقوې تراغيزلاندې ګاډر

۳,۸ دسختې اتکاء کنسولي ګاډرلپاره د دننه قوو دتاثير کرښې

الف.د سختې اتکاء(۳.a ۶ شکل) R_A عکس العمل او M_A کوږوالي مومنت د تاثيرکرښې رسمولولپاره لاندينې معادلې کاروو:

$$\sum F_y = 0;\ -P + R_A = 0 \ \Rightarrow\ R_A = P$$

$$R_A = P(const)$$

$$\sum \mathrm{M_A} = 0;\ -P \times z + M_A = 0$$

$$M_A = p \times z = 1 \times z$$

د z فاصله يوه کيفي فاصله ده اود $0 \leq z \leq l$ انتټروال کې واقع ده.

که چيرې: $z = 0 \ \Rightarrow\ M_A = 0.$

اوکه چيرې: $z = l \ \Rightarrow\ M_A = l.$

د دغو دواړو لاسته راغلو قيمتونوله مخې د تاثيرکرښه (۳.c۶ شکل) رسمو.

ب. په I-I عرضي مقطع کې کوړوالي مومنت M_I او د عرضي قوې Q_I دتاثيرکرښې رسمول.

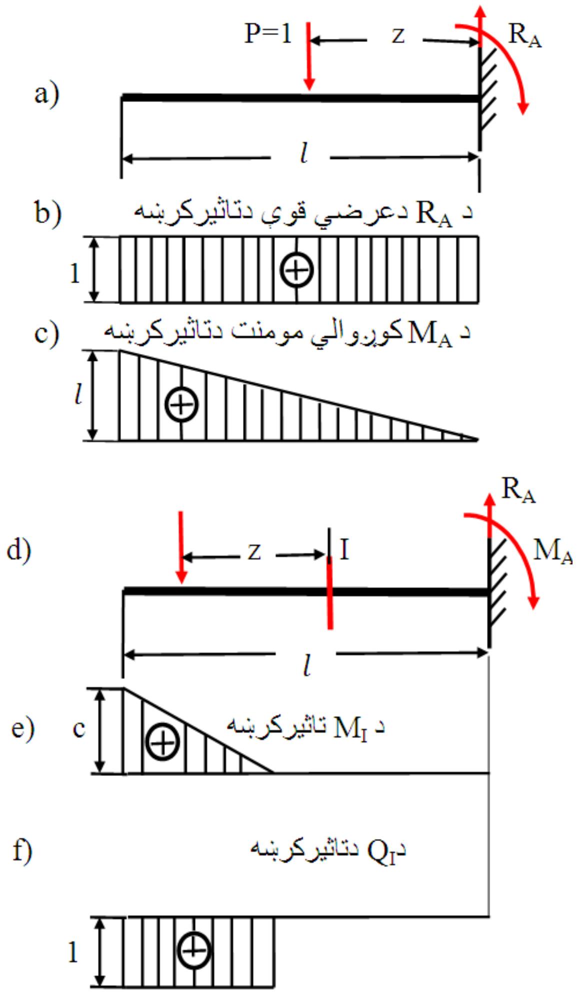
په I-I عرضي مقطع کې کوړوالي مومنتM_I اوعرضي قوېQ_I د تاثيرکرښې رسمولو له پاره د $P = 1$ بار د I-Iعرضي مقطعې په ښې (۳.d۶ شکل) خوا کې واقع کوواو د مقطعې ګينه خوا ګورو،ليدل کيږي ،چې دې برخې ته هيڅ قوه متوجه نه ده،نوځکه ليکوچې:

$$M_I = 0 \text{ او } Q_I = 0$$

د پورتنيوقيمتونو نه څرګنديږي،چې د هغوي د تاثيرکرښې د اساس د کرښې سره منطبقې رسميږي(۳.e۶ شکل).

د $P = 1$ بارد دغه عرضي مقطعې په ګينه خواکې واقع کوواو د مقطعې(۳.d۶ شکل) ښې خواګورو:

$$M_\mathrm{I} = -\,P \times z = -z$$



شکل ۳.d,e,f۶: ديوواحدبارلاندې کنسولي ګاډر

Z فاصله يوه کيفي فاصله ده اوپه $0 \leq z \leq c$ انتروال کې واقع ده.

که چيرې: $z = 0 \;\Rightarrow\; M_I = 0.$

اوکه چيرې: $z = c \;\Rightarrow\; M_I = -c.$

اودعرضي قوې قيمت په لاندې ډول لاسته راځي:

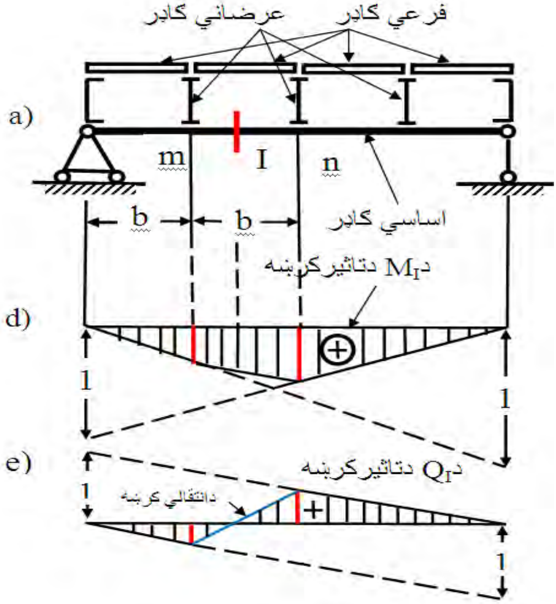
$$Q_I = -P = -1(const)$$

د دغودواړو لاسته راغلو قيمتونو له مخې د تاثيرکرښه رسموو (۳.f۶ شکل).

۳،۹ په غوټوکې دانتقالي بارله امله دتاثيرکرښې

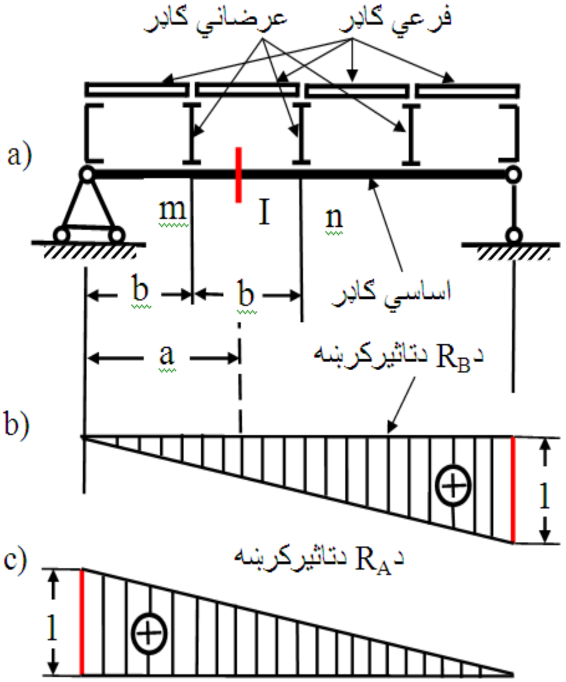
د دې موخې له پاره يو جوړښت چې دځو عرضاني اوعمودي ګاډرونو څخه جوړشوی دی ګورو.

په تيروبحثونوکې مو وکتل چې په ګاډرونو(۳.a۷ شکل) کې دعرضي قوو اود کوړ.والي مومنت د تاثيردکرښودرسمولو له پاره د m-nپانيل په منځ کې د P=1خوځند بارواقع کوو او د I-Iعرضي مقطع هم په همدې انتروال کې په پام کې نيسو(۳.d,e۸) شکلونه.



۳.a,b,c۷ شکل:پل ډوله ګاډر

دعرضي قوې Q_I اودکوږوالي مومنت M_I د تاثيرکرښې هم دساده ګاډردعرضي قوې اودکوږوالي مومنت دتاثيردکرښوپه څيررسمولی شو. مګرد mغوټې د تاثيرد کرښې په ګينه خواکې يوه نقطه په نښه کوواو همدارنګه د nغوټې له مخې دتاثيردکرښې په ښي خواکې يوه نقطه په نښه کوواودغه دواړه نقطې د مستقيمې کرښې په ذريعه نښلوو. د عرضي قوې اوکوږوالي مومنت د تاثيرپه دغه ګرافونوکې تشکيل شوې کرښې دانتقالي کرښوپه نوم سره يادوي.



۳. ۸d,e شکل: دپل ډوله ګاډردکوږوالي مومنت اوعرضي قوې دتاثيرکرښې

۳,۱۰ دتاثيردکرښوپه مرسته ددننه عواملويا قووټاکنه

الف. دمتمرکزوقووتاثير:د دې مطلب د روښانه کولولپاره يو ګاډردخو

متمرکزو قووتراغيزلاندي نيسواو ددې قوو له تاثيره د قوو P_3 او P_2،P_1
د ازاد پرنسيپ پر بنسټ د M_I کوږوالي مومنت په لاندې ډول پيدا کوو:

$$\sum P \times h \times = M_I$$

$$M_I = -P_1 \times h_1 + P_2 \times h_2 + P_3 \times h_3$$

د M_I کوږوالي مومنت اردينات واحد $N.m$دی. په همدې ډول ورته عرضي قوه Q_I هم پيداکولی شو:

$$Q_I = \sum P \times h^{/}$$

$$Q_I = P_1 \times h_1^{/} + P_2 \times h_2^{/} + P_3 \times h_3^{/}$$

دڅومتمرکزو بارونو له تاثيره د دننه عواملو(اتکاء يزعکس العملونه عرضي قوې او دکوږوالي مومنتونه) د ټاکنې له پاره دهغوقوو اودهغو سره ورته ارديناتودضربولودالجبري مجموعې په څيرپه لاس راوړلی شو.

ب- دمتمرکزمومنت m له تاثيره د دننه عواملو پيدا کول: ددې له پاره دتاثيرکرښې په ګراف کې د افقي محوراومايلې کرښې ترمنځ د زاويې تانجنت د همدې متمرکزمومنت m سره ضربوو: $S = m \times \tan\alpha$

ج. د ويشلي منظم بارله تاثيره: د ساده ګاډر لپاره د Q_I او M_I تاثير کرښې رسموو(a,b,c.۳۹ شکلونه).

اټکلوو،چې ويشلی منظم بار q دګاډرپه يوه برخه (منځ)کې واقع دی.

د دې بار د موقعيت په پام کې نيولو سره د Q_I او M_1 د تاثيرد کرښو

مساحتونه ω_1 او ω_2 له مخې په نښه کوو.دA اتکاء څخه د zپه فاصله

سره د ګاډرڅخه د dzیوه ډیره کوچنۍ برخه په پام کې نیسو اوپه هغې کې منظم ویشلي بارپه $(q \times dz)$ اړوو(بدلوو).د دې بار له اثره د کوږوالي مومنت ډیرکوچنی قیمتdM_I په لاندې ډول لاسته راوړو:

$$dM_I = q \times dz \times h_z$$

د دغه معادلې د انتګرالولوپه پایله کې دM_I کوږوالي مومنت په لاس راځي:

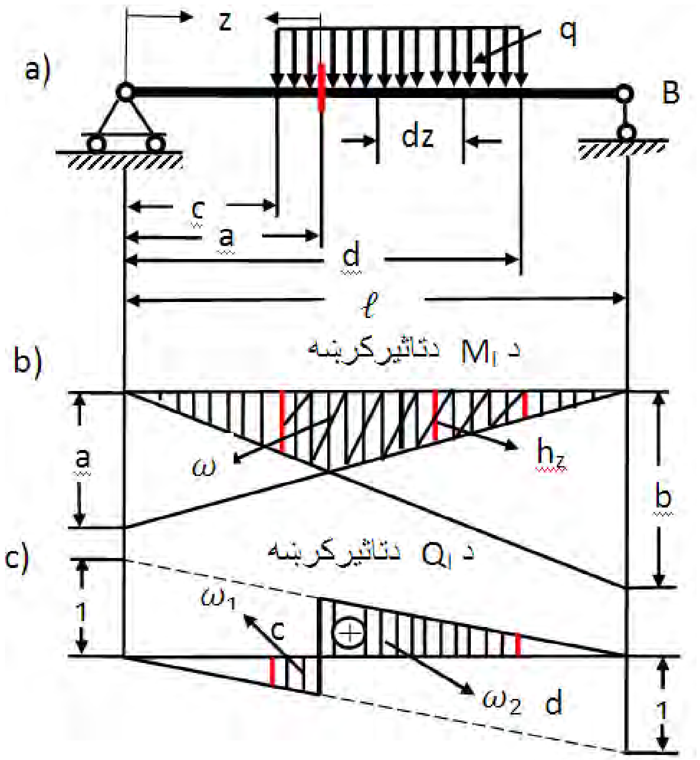
$$\mathrm{M_I} = \int_c^d q\,.dz.h_z = q\int_c^d h_z\,.dz$$

څرنګه چې په دغه پورتنۍ رابطه کې$\int_c^d h_z\,.dz$ رابطه د ω مساحت سره برابره ده،نوځکه:

$$\mathrm{M_I} = q \times \omega$$

په همدې ډول د I-Iعرضي قوې Q_Iقیمت د مساحتونو د مجموعې اود ویشلي منظم بارد ضرب حاصل څخه په لاس راوړو:

$$Q_\mathrm{I} = q \times (\omega_1 + \omega_2)$$



شکلونه ۳.a,b,c۹

په پايله کې ويلی شو،چې ويشلي بارله اثره د کوړوالي مومنت قيمت M_{I} د ويشلي منظم باراومساحت ω د ضرب حاصل نه لاسته راځي اود ويشلي بارله اثره دعرضي قوې قيمت$\mathrm{Q_I}$ د ويشلي باراودمساحتونو د مجموعې د ضرب حا صل نه لاسته راځي.

۳ ـ ۱۱ په يوجوړښت کې دغيرګټورموقعيت ټاکنه

دهغه خوځنده بارموقعيت چې ديوجوړښت(۳.b۱۰شکل)له پاسه اغيزه کوي اود هغه په شتون کې دننه اعظمي قوه منځ ته راځي د غيرګټوريا خطرناکه بارپه نوم سره ياديږي.

له نه وروسته دکوړوالي مومنت ډيرلوړقيمت $\mathrm{M_{max}}$ ،دعرضي قوې

ډیرلوړ قیمت $N_{\max}$ ا ودنارملي قوې ډیرلوړقیمت $\mathrm{Q}_{\max}$ ا وهمدارنګه دکوړ.والي مومنت ډیرتیټ قیمت M_{min} ،دعرضي قوې ډیر تیټ قیمت $\mathrm{Q}_{\min}$ اودنارملي قوې ډیرتیټ قیمت $\mathrm{N}_{\min}$په نښه کوو.

درې لاندیني حالتونه ګورو:

۱. د جوړښت له پاسه د خوځنده باراغیزه:خطرناکه بارهغه بارته ویل کیږي،چې د اردینات د ډیرلوړقیمت لاندې واقع وي.که چیرې د بار عد دي قیمت د دې اردینات سره ضرب کړو،نو د دننه عواملوغوښتل شوی قیمت په لاس راځي:

$$\mathrm{M}_{\max} = P \times h_{max}$$

اویا:

$$\mathrm{M}_{min} = P \times h_{min}$$

۲.د جوړښت له پاسه د څوخوځنده بارونو اغیزه: د دننه عواملو

لکه د $\mathrm{S}_{\substack{\max \\ \min}}$ لاسته راوړلو له پاره مجموعي قیمت $\sum P.h$ په پام کې نیسو:

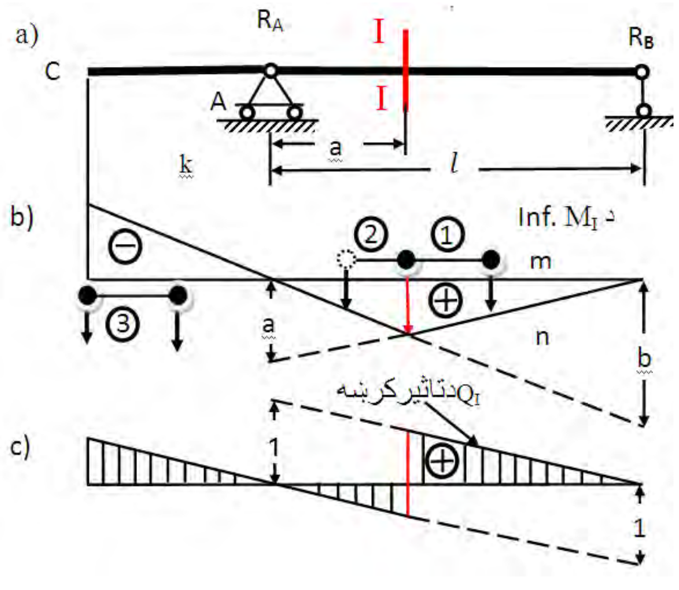
$$\mathrm{S}_{\substack{\max \\ \min}} = \sum\nolimits_{min}^{max} P \times h$$

د دننه ډیرې لوي قوې $S_{\max}$ د قیمت دلاسته راوړلوله پاره د تاثیرکرښې دمثبت اردینات له پاسه اود ډیرې کوچنۍ قوې د قیمت د لاسته راوړلو له پاره د تاثیرکرښې(b.۲ ۱۰شکل) د اردینات منفي قیمت له پاسه خوځنده بارواقع کوو،دمنفي قوې دلاسته راوړولپاره دتاثیرکرښې د منفي اردینات له پاسه واقع کوو.

څرنګه چې $m_1 n_1 > mn$ څخه،نوځکه د (1) حالت د کوړوالي مومنت د ډیرلوړقیمت M_I^{max} لپاره نظر (2) ډیرخطرناکه دی. او د حالت د M_I^{min} له پاره خطرناکه حالت دی.

دعرضي قوې د ډیرلوړقیمت Q_I^{max} دټاکنې لپاره (1) حالت خطر ناکه دی اودعرضي قوې Q_I^{min} لپاره(2) حالت ډیر خطرناکه دی. کله،کله د ګاډر په ځینوبرخوکې چې دویشلي بارلاندې واقع کیږي د تاثیرکرښې په ګراف کې همهاله مثبت ا و منفي اردینات منځته راځي

(۱۰,۳ شکل).



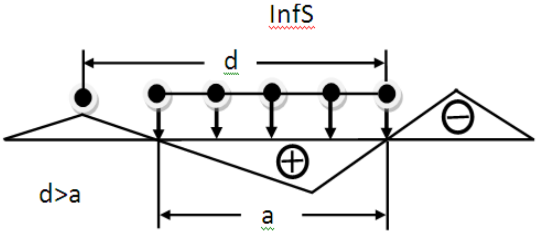
۱۰,۳ شکل:دکنسولي لرونکی ساده ګاډر

په هغه حالت کې،کله چې د بهرنی بارله اثره د دننه عواملو د تاثیر کرښې ګراف مثلث ډوله وي (۱۱,۳ شکل) نود دننه عواملود ټاکنې له

پاره لاندیني فورمولونه کارول کیږي:

$$\sum F_{l.s} + P_{cret} > \sum P\frac{a}{l}$$

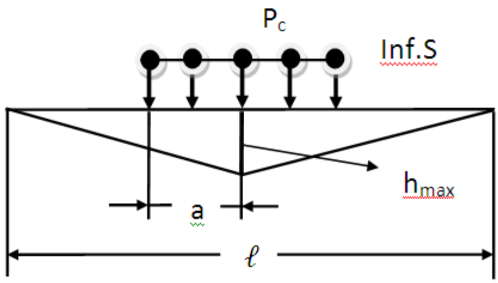
اويا: $\sum F_{l.s} < \sum P\frac{a}{l}$



۱۱,۳ شکل:دبار لاندې ميله

۳,۱۲ ديوجوړښت له پاسه د منظم ويشلي باراغيزه

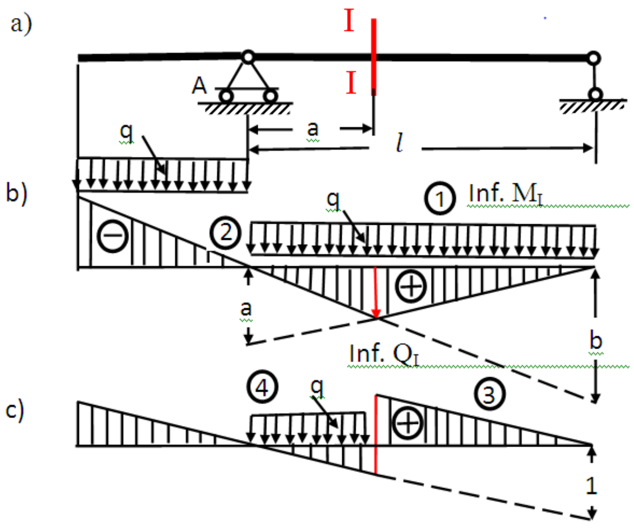
دا چې د منظم ويشلي بارله اثره د دننه عواملود تاثيرکرښه کرښه د منظم ويشلي بارq او د تاثير کرښې دمساحت ω د ضرب له حاصل څخه په لاس راځي : $S = q \times \omega$داچې دمنظم ويشلي بار $q = const$ قيمت ثابت دی،نوځکه د دننه عوامل ډيرلوړقيمت هغه مهال په لاس راځي چې منظم ويشلي بار(۳,۱۲ شکل)د تاثيرپه ټوله کرښه باندېواقع شي



۱۲,۳ شکل:دويشلي بار لاندې ميله

نو په دې مهال د کوږواولي مومنت$M^{\mathrm{I}}_{\max}$ د ټاکنې له پاره د خوځنده

بار(4) حالت او د M^{I}_{min} لپاره د خوځنده بار(2) حالت خطرناکه دی.
دعرضي قوې د ډير لوړقيمت Q^{I}_{max} د ټاکني لپا ره (3)حالت او د
عرضي قوې د ډيرټيټ قيمت Q^{I}_{min} دټاکني لپاره د (4)حالت خطرناکه
دی.



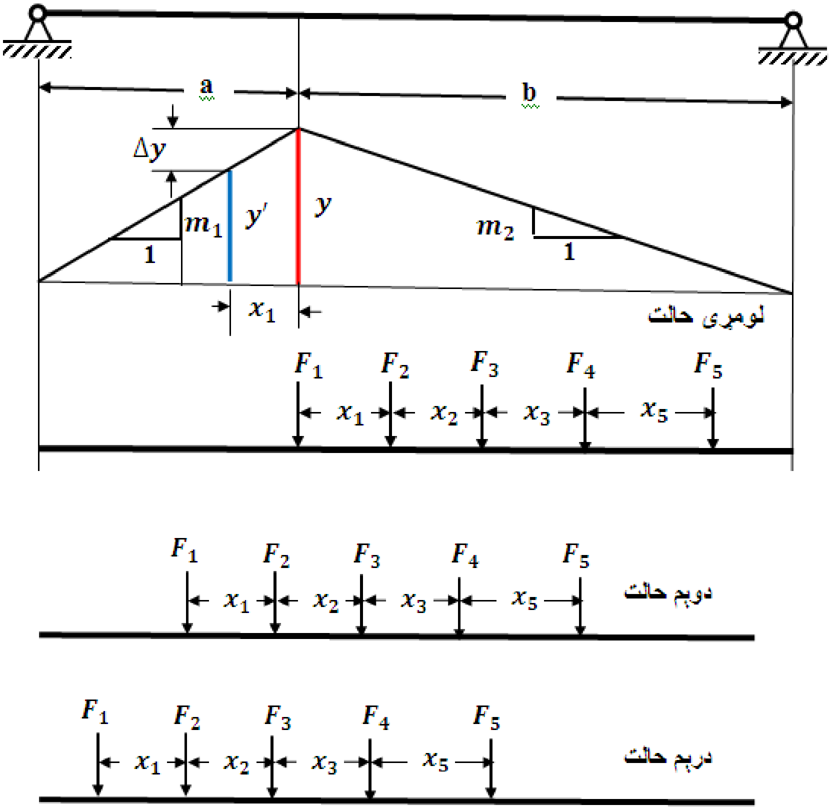
۱۳,۳ شکل:دويشلي بارلاندې ميله

۳,۱۳ زياتيدواوکميدوميتود

د تاثيرکرښوپه مبحث کې مو وخيرل،چې د تاثيردکرښې ډيرلوړ قيمت د خوځنده متمرکزيا ويشلي بارلاندې واقع دی.يعنې که (۱۴,۳ شکل)ته وکتل شي،نو کتل کيږي چې د لومړي حالت لپاره د تاثيرکرښې ډيرلوړ قيمت دF_1 قوې لاندې واقع دی.

که خوځنده بارونوته د ګاډرله پاسه حرکت ورکړو،يعنې دوېم حالت او دريم حالت،نوپه دې حالتونوکې د y فاصله هم بدلون مومي او y' حالت

ځانته غوره کوي.اودګاډرپه خوکه کې د F_5بارهم پرله پسې بدلون کوي.



۳,۱۴ شکل: دبهرنيوبارونو لاندې ګاډر

له (۱۴,۳) شکل نه کتل کيږي،چې د دواړوفاصلو توپير Δy دی، يعنې $\Delta y = y - y'$. د F_1 قوه چې د حرکت په بهيرکې په بيلا بيلو فاصلوکې يوکارترسره کوي په لاندې توګه ترلاس کيږي:

$$\Delta f = F_1 \times y - F_1 \times y' \ (a)$$

اويا:

$$\Delta f = F_1(y - y') = F_1 \times \Delta y \ (b)$$

همدارنګه د تاثيرپه کرښه کې ميلان په ټولوبرخوکې يو ډول دی،
نوځکه:

$$\frac{\Delta y}{x_1} = \frac{m_1}{1} \quad (c)$$

له دې ځايه په لاس راځي چې:

$$\Delta y = m_1 \times x_1 \ (d)$$

نوځکه ليکوچې:

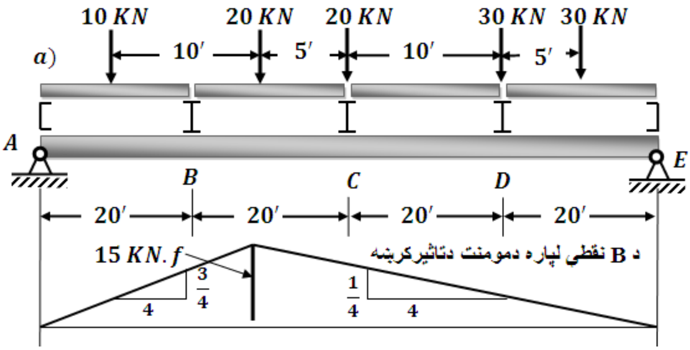
$$\Delta f = F_1 . m_1 . x_1 \ (e)$$

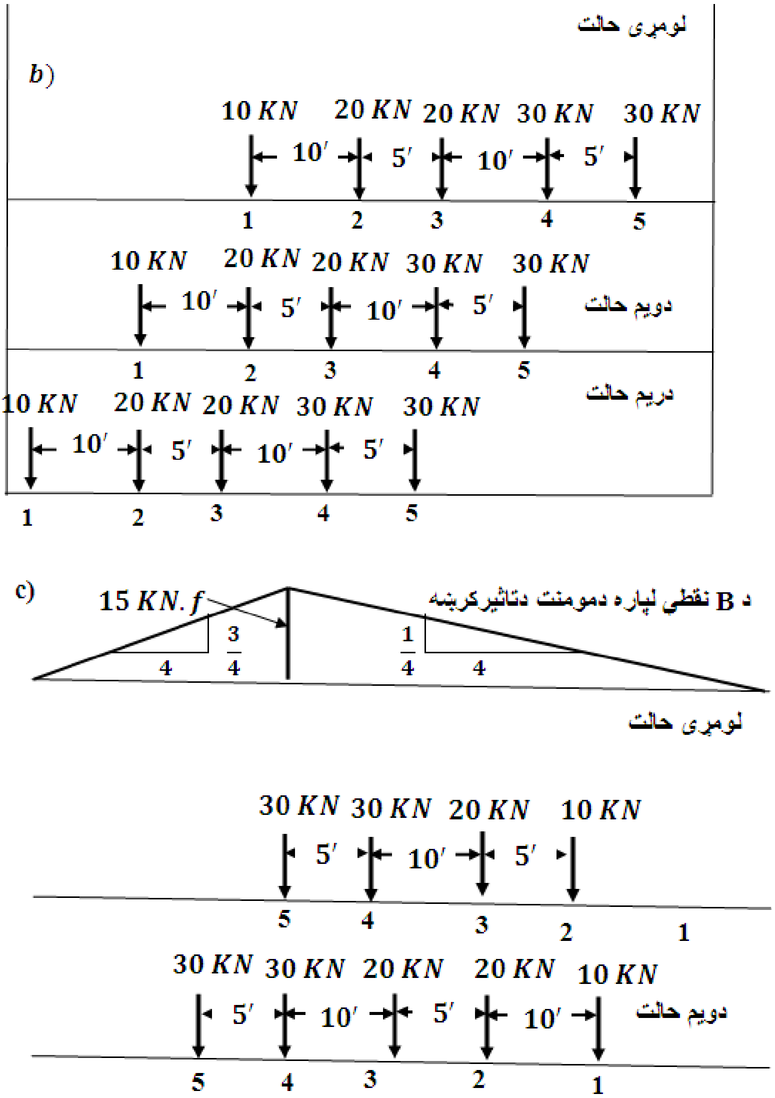
د پورتنيومعادلوپربنسټ ليکوچې[5:288]:

$$\Delta f = F_5 . m_2 . x_5 \ (e)$$

۳ . ۱مثال

د پل دګاډرونوله پاسه چې په ۱۵,۳ شکل کې ښودل شوي دي دځرخ په ذريعه بارونوحرکت کوي.دزياتيدواوکميدوميتود وکاروئ اود Bپه نقطه کې د مومنت ډيرلوي قيمت پيداکړئ.دB نقطې ځخه دتاثيرکرښه په(۳. b ۱۵) شکل کې ښودل شوې ده.





۳,۱۵ شکل:دبهرنیوبارونولاندې ګاډر

حل

په لومړي حالت کې 10 KN بارد B نقطې څخه(۳. ۱۵bشکل) د بنې

خوا نه ګينې خوا ته حرکت کوي.دلسوفټوپه فاصله سره د نقطې ځخه د بارپه بدليدوسره دټولوقوولپاره مومنتونه وشميرئ دويم حالت ته وګورئ اولاندينی فورمول وکاروئ دمومنت دزياتيدولپاره:

$$\Delta f = F_1 . m_1 . \mathrm{x}_1$$

$$\text{Increase in moment} = \Delta f =$$

$$= (20 + 20 + 30)\left(\frac{1}{4}\right) \times 10 =$$

$$= \ 250\text{KN. ft(load 2,3,4 and 5)}$$

دمومنت دکميدولپاره:

$$\text{Decrease in moment} = \Delta f =$$

$$= 10\left(-\frac{3}{4}\right) \times 10 = -75\ \text{KN. ft(load 1)}$$

په سوچه بدليدنه کې: 75 KN.ft

له دې نه وروسته دوېم حالت نظرلومړی حالت ته ډيربحرانی دی.

بارته بياهم د3 حالت په مطابق د B نقطې ځخه ښې خوا ته په 5 ft حرکت ورکوواوپه دې بدليدوکې مومنت پيداکوو:

$$\text{Increase in moment} = \Delta f =$$

$$= (20 + 30 + 30)\left(\frac{1}{4}\right) \times 5 =$$

$$= \ 100\ \text{KN. ft(load 3,4 and 5)}$$

دمومنت دکميدولپاره:

$$\text{Decrease in moment} = \Delta f =$$

$$= 10 + 20\left(-\frac{3}{4}\right) \times 5 =$$

$$= -112.5\ \text{KN.ft(load 2 and 3)}$$

په سوچه بدليدنه کې: -112.5 KN.ft

له دې نه وروسته دوېم حالت نظردريم حالت ته ډيربحراني دی.دپانيل په Bنقطه کې ډيرزيات مومنت ټاکو.هريوبارد تاثيرکرښې په اردينات کې ضربوو:

$$\sum M_B = 10 \times 7.5 + 20 \times 15 + 20 \times 13.75 +$$

$$+30 \times 11.25 + 30 \times 10 = 1287.5 KN.ft$$

دويم حالت.په لومړي حالت کې 30 KN بارد B نقطې څخه د ښې

خوا نه ګينې خواته حرکت کوي.د 5 ft په فاصله کې د بارد حرکت څخه مومنت پيداکړئ:

$$\text{Increase in moment} = \Delta f =$$

$$= 80\left(\frac{1}{4}\right) \times 5 = 100\ \text{KN.ft(load 4,3,2 and}$$

د مومنت د کميدولپاره:

$$\text{Decrease in moment} = \Delta f =$$

$$= 30\left(-\frac{3}{4}\right) \times 5 = -112.5\text{KN. ft(load 5)}$$

په سوچه بدلیدنه کې: 12.5 KN.ft-له دې نه وروسته لومړی حالت نظردویم حالت ډیربحرانی دی.په 2 نقطه کې مومنت پیداکړئ:

$$\sum M_B = 30 \times 15 + 30 \times 13.75 + 20 \times 11.25 + S$$

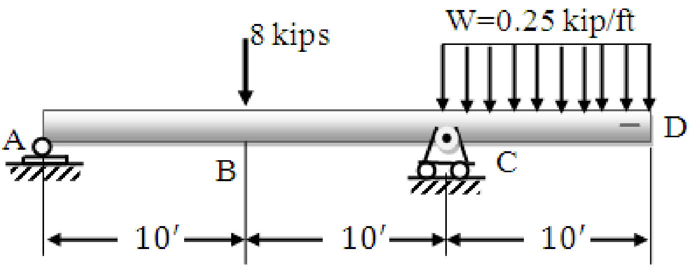
$$+20 \times 10 + 10 \times 7.5 = 1362.5\, KN.ft > 1287.5$$

[5:288-291]

پوښتنې

۳,۱ **پوښتنه.** دترسیم شوي ګاډر(۳,۱۶شکل)په بیلا بیلوعرضي مقطعو

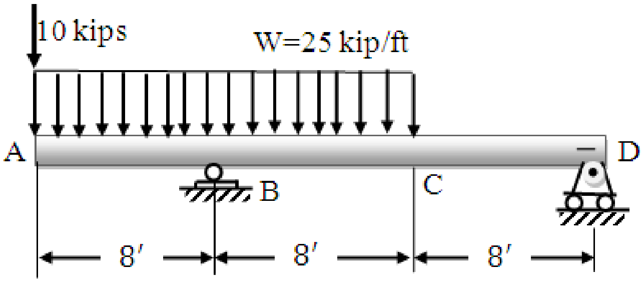
کې عرضی او دکوړوالي مومنتونه پیدا اودیاګرامونه یې رسم کړئ.



۱۶,۳ شکل:دبهرني بارلاندې ګاډر

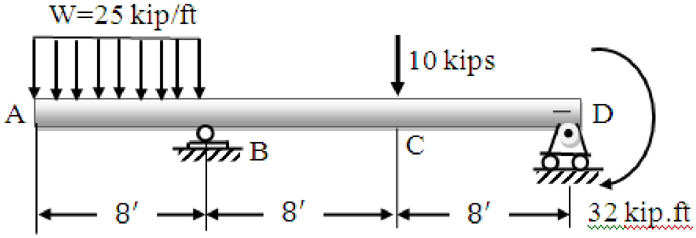
۳,۲ **پوښتنه.** دترسیم شوي ګاډر(۳,۱۷ شکل)په بیلا بیلوعرضي مقطعو

کې عرضی او دکوړوالي مومنتونه پیدااودیاګرامونه یې رسم کړئ.



۳,۱۷ شکل:دبهرني بارلاندې ګاډر

۳,۳ پوښتنه. دترسيم شوي ګاډر(۳,۱۸شکل)په بيلا بيلوعرضي مقطعو کې عرضى او دکوږوالي مومنتونه پيدااوډياګرامونه يې رسم کړئ.



۳,۱۸شکل:دبهرني بارلاندې ګاډر

څلورم څپرکی

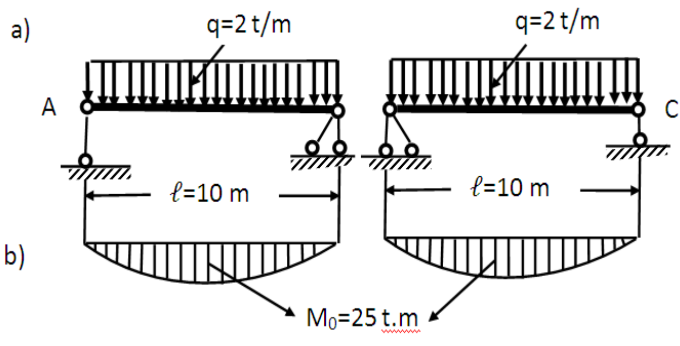
ستاتيکي ټاکلي وايه لرونکي ګاډرونه

۴,۱د ستاتيکي ټاکلو د وايه لرونکو ګاډرونو د جوړښت بنسټيز پرنسيپ

دستاتيکي ټاکلی نه بدلون موندونکي سيستم ،چې دخووايه يزو ګاډرونو څخه،چې هغوی په خپلوکې دغوټوپه ذريعه نښلول شوي دي،دستاتيکي ټاکلي وايه ډوله او ياغوټې لرونکي وايه ډوله ګاډرونو په نوم سره ياديږي.

ډيرځلې څو وايه لرونکي ګاډرونه نظريو وايه يزګاډرته ګټوردی، چې د دې مطلب دروښانه کولوله پاره دغه مثال ګورو.اټکلوو،چې دAB او BC دوه ګاونډي ګاډرونه،چې د هريو يې لس متره اوږدوالی لري د هغوي د نښلولو له پاره غوښتنه شوي ده:که چيرې د يو له پاسه $q = 2\ t/m$ منظم ويشلي باروي،نو د هريو ګاډرله پاره په ځانګړي ډول(۴. a۱شکل)کوږوالي مومنت قيمت په منځنۍ برخه کې دی :

$$M_0 = \frac{ql^2}{8} = 2\frac{(10)^2}{8} = 25\ t.m$$



a,b.۴ ۱ شکل: دوه وايه ډوله ګاډر

اوس دواړه ګاډرونه ديوې غوتې په ذريعه نښلوواويا دواړه وايې سره نښلوو(c.۴ ۱ شکل)اود دې ګاډرپه څوعرضي مقطعو کې د کوږوالي مومنتونه شميرو:

$$M_1 = q\frac{ql^2}{8} = \frac{(8)^2}{8} = 16\ t.m$$

او:

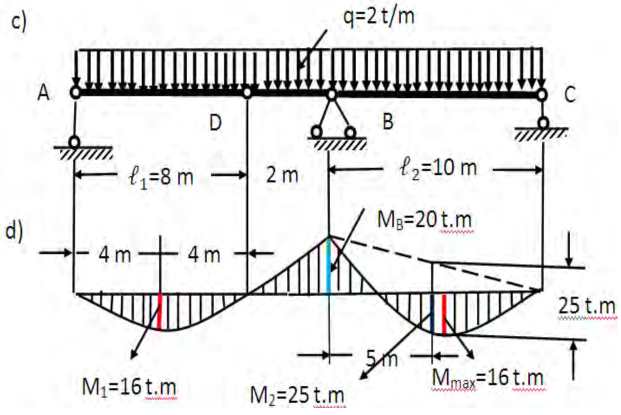
$$M_D = 0$$

او همدارنګه:

$$M_B = -\frac{ql_1}{2}a - \frac{qa^2}{2} = -\frac{2 \times 8}{2} \times 2 - 2\frac{2^2}{2} =$$

$$= -16 - 4 = -20\ t.m$$

$$M_2 = -\frac{q_2^2}{8} - \frac{M_B}{2} = \frac{2(10)^2}{8} - \frac{20}{2} = 15\ t.m$$



c,d.۴ ۱ شکل:دويشلي بارلاندې مفصلي ګاډر

د(۴.b,d ۱)شکلونو څخه کتل کيږي،چې د کوږوالي مومنت قيمت په دوه وايه ډوله ګاډرکې لږدی،نظريووايه ډوله ګادرته(۴.b ۱شکل).

په همدې بنسټ دوه وايه ډوله ګاډرونه نظريو وايه يزګاډرته هم ډير اقتصادي دي.

همدارنګه نه شليدونکي(غيرمنقطع)ټاکلي ستاتيکي اودکوږوالي مومنت کمونکي دي اودغه لانديني ګټورتوب لري:

۱. دوه وايه ډوله ګاډرد لنډوګاډرونو لرونکي دي اوپه کارخانوکې يې جوړول اومنتاژکاري ډيره اسانه اومناسبه ده.

۲. د ننه عوامل په کې ټاکلي ستاتيکي اود اتکاءګانوپه کيناستلو(نشت) پورې اړه نه لري.

په پايله کې دغوټوڅووايه ګاډرونه رواجي ډيرکارول کيږي.

غوټې لرونکی ګاډرکيدای شي دنه شليدونکی(غيرمنقطع)له لارې لاسه ته راشي(۴,۲شکل)،يعنې دغه رنګه ګاډرنا ټاکلی ستاتيکي اودڅوغوټو لرونکی دی.

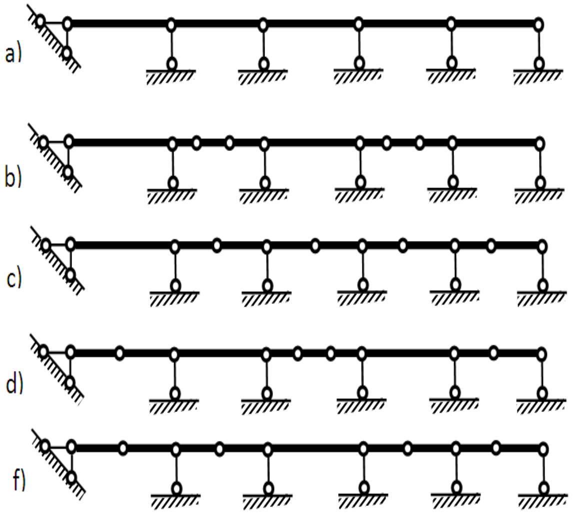
د دې ډول ګاډرونود نا ټاکلي توب حد د لانديني رابطې څخه په لاس راځي:

$$n = S_0 - 3 \quad (3-1)$$

په دې رابطه کې:

n – د اضافي نا معلومو شميريا د نا ټاکلي توب حد. S_0 – د اتکاءيزو ميلو شمير.

3 . د قوود سطحي سيستم لپاره دستاتيک درې تعادلي معادلې.



۴,۲ شکل:دوه وایه ډوله ګاډر

د (3-1) فورمول د هغه ګاډرلّه پاره چې په (۴. a۱)شکل کې ښودل شوی دی کارول ګیږي،په دې ګاډرکې داتکاءیزومیلوشمیر 7 میلې دی، نوځکه په لاس راوړوچې:

$$n = 7 - 3 = 4$$

د ګاډرد میله یز سیستم په وایو کې هره یوه نښلول شوې غوټه دنه شلیدونکي ګاډرد اتکاء له پاسه یوه اضافي ستاتیکي معادله ورکوي:

$$\sum_{L.S} M = 0;$$

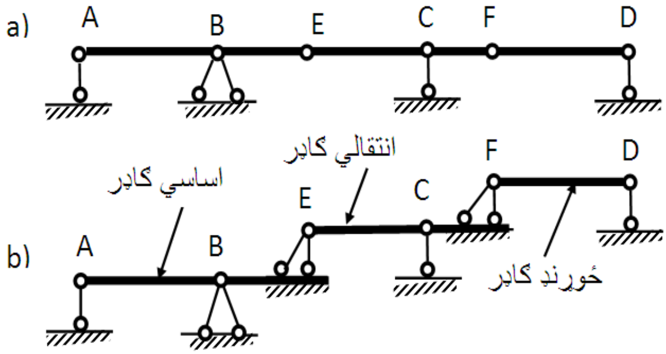
او:

$$\sum_{R.S} M = 0$$

له دې ځایه څرګندیږي،چې په غوټه کې دکوږوالي مومنت قیمت صفر

دی،نوځکه بايدد دغه رنګه ګاډرونودستاتيکي ټاکلي توب لپاره په سيستم کې 4 ميلې ځای پرځای شي(۴-۲ شکل).په ګاډرکې کې غوټې بايد داسي ځای پرځای شي،ترڅوچې ميلې دګادرپه ټولوبرخوکې هندسي شکل نه بدلون موندونکی ستاتيکي وي.

د ځووايه ډوله ګاډرد ناټاکلي توب دمئسلې دحل لپاره اويا د هغه څخه



a,b.۴ ۳شکل: ځوغوټې يز(مفصلي) ګاډر

ګټې اخيستنې د فعاليت د تصورد روښانه کولو په موخه دپوړيزې شيما څخه کاراخلو دغه شکل ته وګورئ (۴-۳ شکل).

۴-۲ په ټاکلي ستاتيکي ځووايه يزوګاډرونوکې د ثابت بار له اغيز څخه ددننه قوو ټاکنه

د دغه ډول ځو وايه يزو ګاډرونو شميرنه د پوړيزې(طبقه يزې) شيما له مخې کيږي،چې د شميرنې ترتيب يې په لانديني مثال کې کتلی شو.

۴,۱مثال

د ABCDEF څو وايه يزګاډرد P=5 tons متمركزباراو د q=2 t/m ويشلي منظم بار تراغيزلاندې واقع دی،د دې ګاډر(۳a.۴ شکل) په بيلا بيلوعرضي مقطعوکې دعرضی قوو او د کوږوالي مومنتونو قيمتونه وشميرئ اوديګرامونه يې په جداګانه توګه اوهم په عمومي ډول رسم کړئ.

حل

۱. دګاډرپوړيزه شيماجوړوو(b.۴ ۳شکل) يعنې څوړندګاډرله پاسه بيا لاندې انتقالي ګاډراوپه لاندينۍ برخه کې اساسي ګاډرترتيبوو.

۲. د BC ګاډرشيمرنه د دې ګاډرد اتکاءيزوعکس العملونونه پيلوو:

$$R_B = R_C = \frac{ql^2}{2} = \frac{2.4}{2} = 4\ tons$$

$$M_{max} = \frac{q_{l_2}^2}{2} = \frac{2.4}{8} = 4\ tons$$

۳. اوس د AB ګاډرشميرنه ترسره کوو:

$$M_B = 0.$$

$$R_B = -4 \times l_1 = -4 \times 3 = -12\ t.m$$

$$Q_A = Q_B = 4\ tons$$

۴.له دې وروسته د CF ستنې شميرنه ترسره کوو:

$$M_C = 0.$$

$$M_D = -4 \times a = -4 \times 15 = -6\ t.m.$$

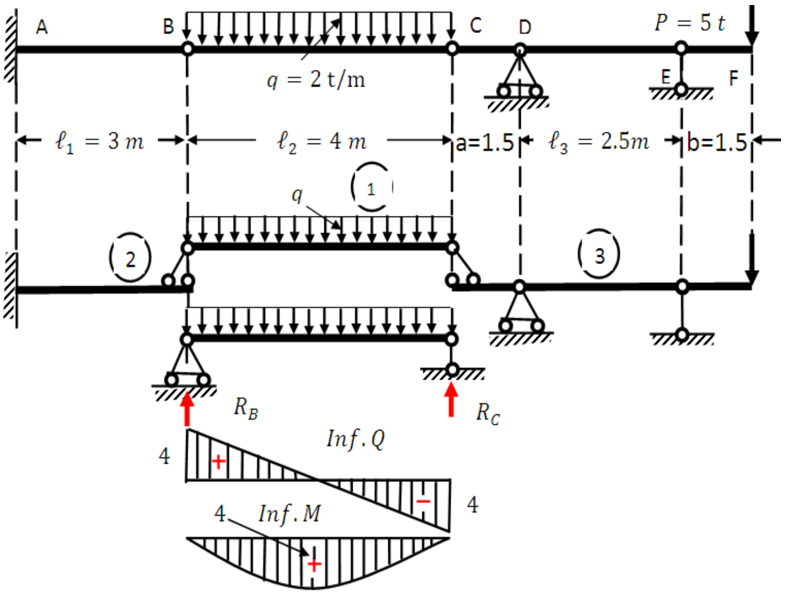
$$M_F = 0.$$

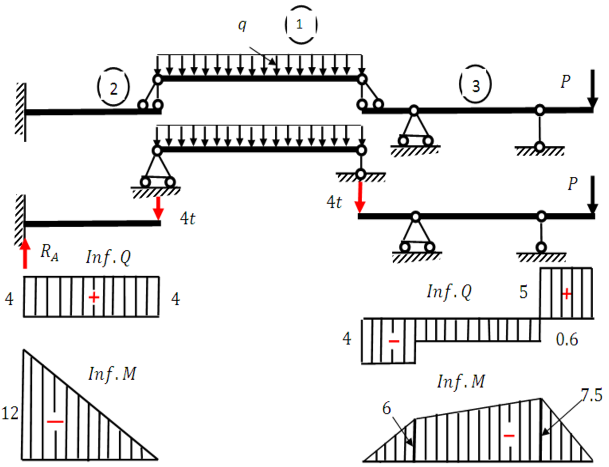
$$Q_E = Q_F = P = 5\ tons.$$

دعرضي قوو Q دشميرنې لپاره لومړی د R_D او R_D اتکاءيزعکس العملونه پيداکوو:

$$\sum M_E = 0;\ -4(a + l_3) + R_D \times l_3 +$$

$$+P \times b = 0$$

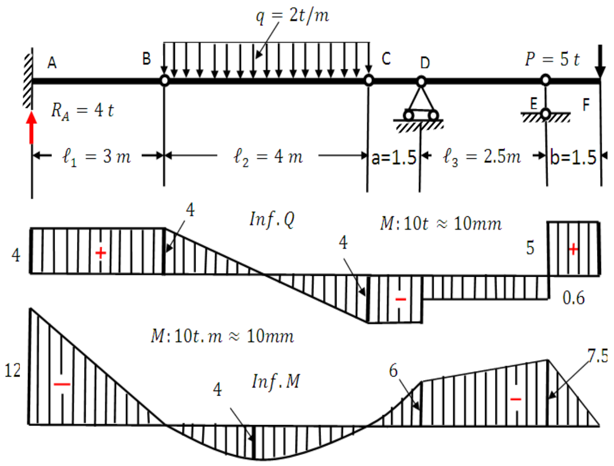




۴,۳ شکل: غیرمنقطع ګاډر

$$\sum M_D = 3.4\ t.m$$

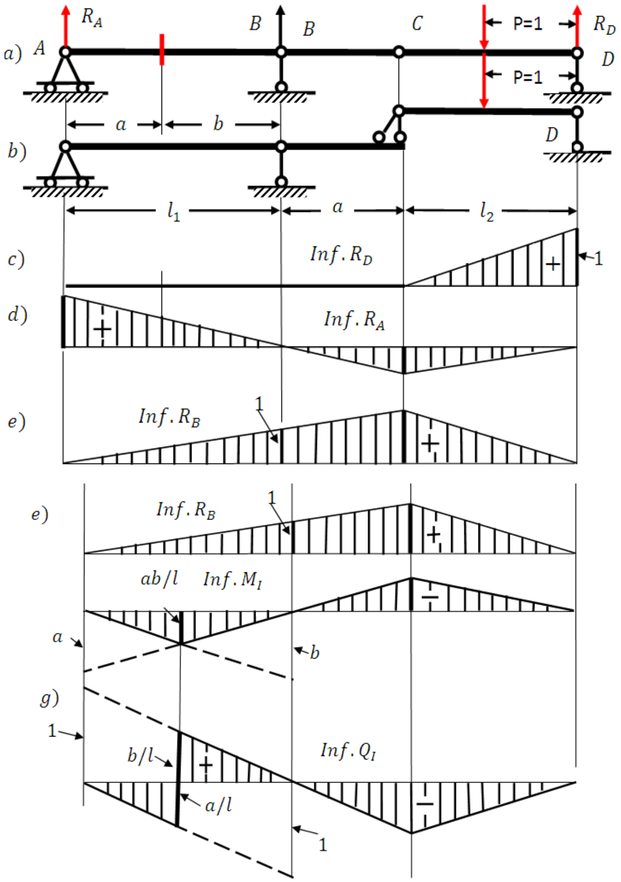
دعرضي قوو اودکوږوالي مومنتونود قیمتونود پیداکولونه وروسته په یوټاکلي مقیاس کې د عرضي قوواود کوږوالي مومنتونو لومړی دهریو ګاډر له پاره اوبیا په ټوله کې عمومی دیاګرامونه رسموو(۴,۳ شکل).



۴,۳ شکل: دخارجي بارونولاندې ځووایه یزګاډر

۴,۳ د ټاکلی ستاتيکي څووايه يزګاډرونو د دننه قوود تاثير کرښې

د ټاکلي ستاتيکي څووايه يزمفصلي ګاډرد دننه قوود تاثيرد کرښو درسمولولپاره لومړی د ګاډرپوړيزه ياطبقه يزه شيما جوړو او بيا د ساده انتقالي ګاډرد R_D عکس العمل له پاره د تاثيرکرښه رسمو(۴c.۴شکل).

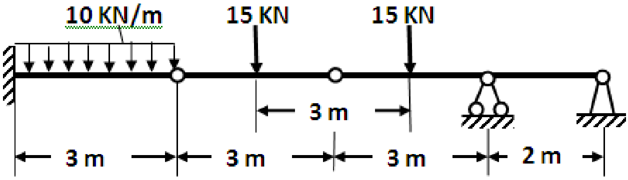


۴,۳ شکل:څووايه يزټاکلي ستاتيکي ګاډر

په اتکاءگانوکې د M_I او Q_I اردينات دواړه صفردي،نوځکه په غوټوکي اردينات دصفري نقطوسره نښلووار په ټوله کې د Q_I اود M_I تاثيرکرښې په لاس راځي.

پوښتنې

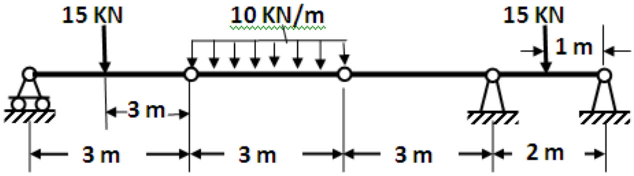
۴,۱ پوښتنه: ځووايه ډوله ګاډرددوومتمرکزاويوويشلي بارلاندې واقع دی(۴,۴ شکل) اتکاءيزعکس العملونه يې پيداکړئ.



۴,۴ شکل:ځووايه ډوله ګاډر

۴,۲ پوښتنه

ځووايه ډوله ګاډرد دوومتمرکزاويوويشلي بارلاندې واقع دی(۴,۵ شکل) اتکاءيزعکس العملونه يې پيداکړئ.

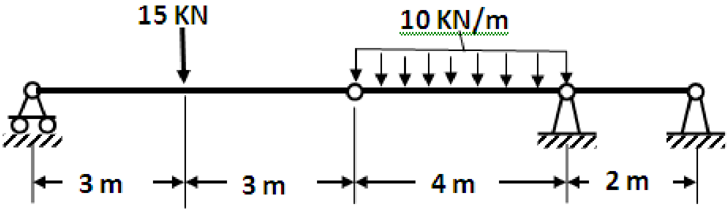


۴,۵ شکل:ځووايه ډوله ګاډر

۴,۵ پوښتنه

ځو وايه ډوله ګاډر د دوومتمرکزاو يو ويشلي بار لاندې واقع دی

(۴,۶ شکل)اتکاءيز عکس العملونه يې پيداکړئ.



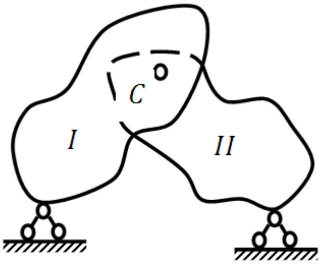
۴,۶ شکل:څو وايه ډوله ګاډر

پنځم څپرکی

د دريوغوټوکمانونه

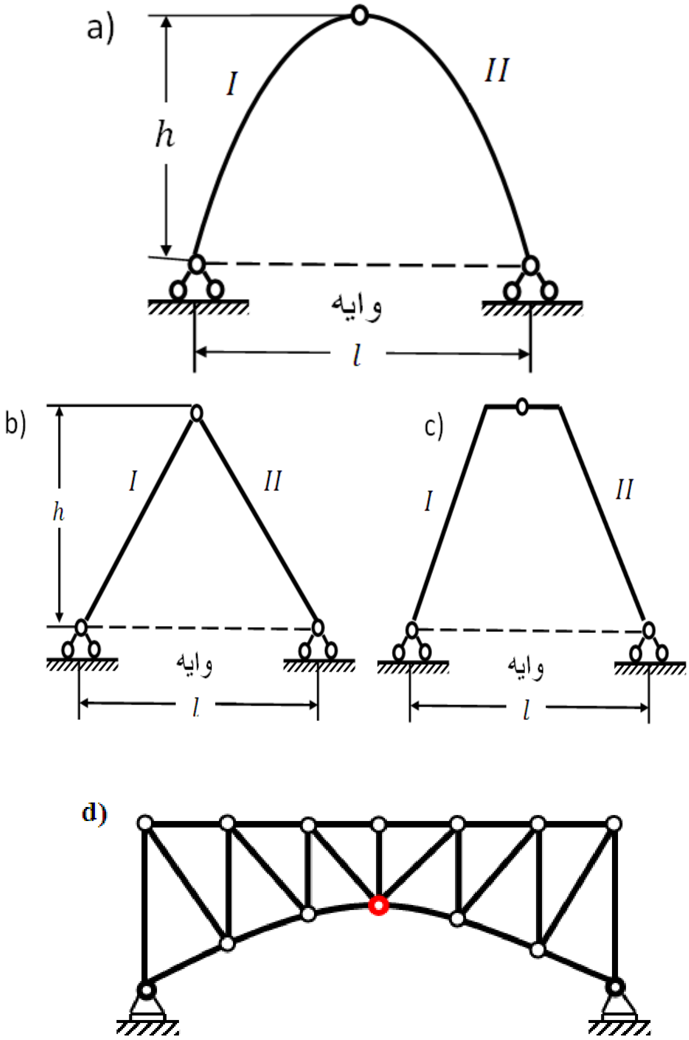
۵-۱ درې غوټيزسيستم

د دريوغوټولرونکی سيستم هغه دی چې دوه ديسکونه (descs) په خپلو دکې ديوې اويا د دووغوټوپه ذريعه له ځمکې سره نښلول شوي وي،نو ځکه ځمکه هم د درېم ديسک جوړښت په څيرپه پام کې نيول کيږي او دا يودرې غوټيزشکل(۵ . ۱ شکل)ځانته غوره کوي،چې درې ديسکونه په خپلوکې ددريوغوټوسره نښلول شوي وي اودمستقيمې کرښې په امتداد



۵,۱ شکل:ددريوديسکونوغوټه يزسيست نه وي واقع شوي،همدغه ډول سيستم هندسي غيرمتغيره يا نه بدلون موندونکي سيستم دی.

کله چې د I او II ديسکونو ميلومحورونه منحني وي،نود دغه ډول ديسکونوسيستم ته (a,d.۵ ۲شکل) کمان (Arch) ويلي شو.اوکه چيري دميلو محورونه يې مستقيمې کرښې وي،نودغه سيستم(b,c.۵ ۲شکل)



۲شکل:درې غوټې يزسيستم [5:250] a,b,c.۵

فرم ويل کيږي.

د درې غوټېزکماني عنصرپه عرضي مقطعو کې دکوږوالي مومنتونو اوعرضي قوو قيمتونه نظرهغو قيمتونوته چې په وايه دوله ګاډرونوکې منځ ته راځي کوچني دي،نوځکه په ستروخ وايزوګاډري نښتنوکې درې

غوټيز کمانونه کارول کيږي اونسبت ګاډري ته ډيراقتصادي دي.

۵,۲ په درې غوټيزکمان کې د اتکاءيزوعکس العملونو ټاکنه

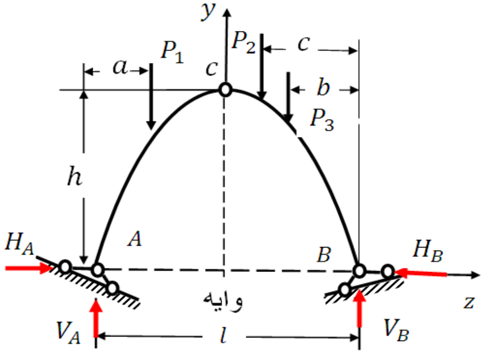
د دري غوټيزکمان(۵-۳شکل) په دواړو اتکاء ګانوکې د بهرني بار له اغيزڅخه دوه دوه اتکاءيزعکس العملونه H_A، V_A،H_B او V_B منځته راځي.داچې افقي عکس العمل $H = 0$ دنوځکه دريې غوټي کمان ته د قووسيستم هم ويل کيږي.

په دغه ډول سيستم کې د اتکاءيزوعکس العملونود پيدا کولوله پاره لاندينۍ معادلې کاروو:

$$\sum M_A = 0; \sum M_B = 0; \sum F_z = 0;$$

او څلورمه معادلې له دې اصل له مخې چې په غوټه کې د کوږوالي مومنت صفردي کارولی شو:

$$\sum\nolimits_{L.S}^{M} C = 0; \sum\nolimits_{R.S}^{M} C = 0;$$



۵-۳ شکل:درې غوټيزکمان د متمرکزوبارونولاندې

د دې معادلودحل په پايله کې څلورمجهول قيمتونه پيدا کولی شو د ستاتيک تعادلي معادلې بايد داسې ترتيب شي،چې په هره يوه معادله

کې دوه دوه مجهول قیمتونه شامل وي:

$$1)\ \sum M_B = 0;\ V_A \times l - P_1(l-a) - P_2 \times c - P_3 \times b = 0;$$

$$2)\ \sum M_C = 0;\ V_A \times \frac{l}{2} - H_A \times h -$$

$$-P_2\left(\frac{l}{2} - a\right) = 0.$$

د ۱ معادلې څخه اود۲ معادلې څخه په لاس راوړو:

$$V_A = \frac{P_1(l-a) + P_2 \times c + P_3 \times b}{l}$$

$$H_A = \frac{V_A \frac{l}{2} - P_1(\frac{l}{2} - a)}{h}$$

همدارنګه:

$$3)\ \sum M_{\mathrm{A}} = 0;\ V_B \times l - P_1 \times a - P_2(l-c) -$$

$$-P_3(l-b) = 0;$$

$$4)\ \sum\nolimits_{R.S}^{M} C = 0;\ -V_B \times \frac{l}{2} + H_B \times h +$$

$$+P_2\left(\frac{l}{2} - a\right) + P_3\left(\frac{l}{2} - b\right) = 0.$$

له دې ځایه په لاس راوړوچې:

$$V_B = \frac{P_1 \times a + P_2 \times (l-c) + P_3 \times (l-b)}{l}$$

$$H_B = \frac{V_B \frac{l}{2} - P_3\left(\frac{l}{2} - b\right) - P_2(\frac{l}{2} - c)}{h}$$

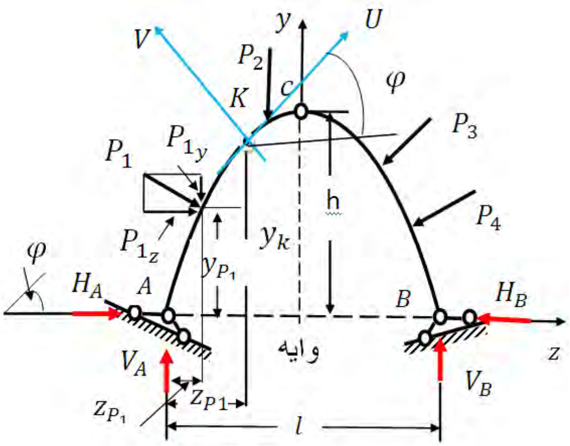
د دغولاس ته راغلوقيمتونوکنترول په لاندې ډول کوو:

$$\sum F_z = 0;\ H_A - H_B = 0;$$

$$\sum F_y = 0;\ V_A + V_B - P_1 - P_2 - P_3 = 0;$$

۵. ۳ په درې غوټيزکمان کې د دننه قوو ټاکنه

په درې غوټيزکمان کې دننه عوامل عرضي قوه Qد کوږوالي مومنت M نارملي قوه N دي،چې د بهرنيو قوولـه اغيزڅخه د کمان په عرضي مقطعوکې(۵,۴ شکل) پيښيږي.



۵,۴ شکل:دبهرنيوقوولاندې درې غوټې يزکمان

د کمان په عرضي مقطعوکې د دننه عواملودپيژندني قواعد د ساده ګاډرپه څيردی.مګرپه فشارکې د نارملي قوې قيمت مثبت ګنل کيږي.

هغه محورونه چې دهغې له پاسه بهرنۍ قوې مرتيسم کيږي بايد داسې وي،چې د V محورعمود او U محورورباندې مماس وي او د هغوي مرتسيمونه د $\mathcal{U}$ او $\mathcal{V}$ له مخې ښودل کيږي.

د کمان په بيلا بيلوعرضي مقطعو کې دعرضي قوو او د کوږوالي مومنت د لاندينيو فورمولونوله مخې پيدا کوو:

$$Q = \sum_{L.S} V = -\sum_{R.S} V$$

$$N = \sum_{L.S} \mathcal{U} = -\sum_{R.S} \mathcal{V}$$

$$M = \sum_{L.S} M = -\sum_{R.S} M$$

د لاندينيو معادلو په مرسته د درې غوټيزکمان په بيلا بيلوعرضي مقطعوکې د نارملي قوو،عرضي قوواود کوږوالي مومنتونود ټاکنې له پاره کاروو:

$$Q = \sum_{L.S} V = V_A \times cos\varphi - H_A \times sin\varphi -$$

$$-P_{1_y} \times cos\varphi - P_{1_z} \times sin\varphi = 0$$

$$N = \sum_{L.S} \mathcal{U} = V_A \times \sin\varphi + H_A \times \cos\varphi -$$

$$-P_{1_y} \times \sin\varphi + P_{1_z} \times \cos\varphi = 0;$$

$$M = \sum_{L.S} M = V_A \times z - H_A \times y -$$

$$P_{1_y}(z - z_{p_1}) - P_{1_z}(y_k - y_{P_1}) = 0.$$

هرکله چې په درې غوټيزکمان باندې بهرني بارونه عمودي واقع شي (۵،۵ شکل)،نو په دې مهال کې افقي مرکبې صفر کيږي $P_z = 0$ او عمودي مرکبه $P_y = P$ کيږي اوپه ټوله کې افقي مرکبې يا ريکوس يو له بله سره برابريږي $H_A = H_B = H$ نوځکه د دننه عواملود پيداکولو له پاره لاندينۍ معادلې کاروو:

$$N = (V_A^{L.S} - \sum P)sin\varphi + H \times cos\varphi$$

$$Q = (V_A - \sum P)cos\varphi - H \times s\ in\varphi$$

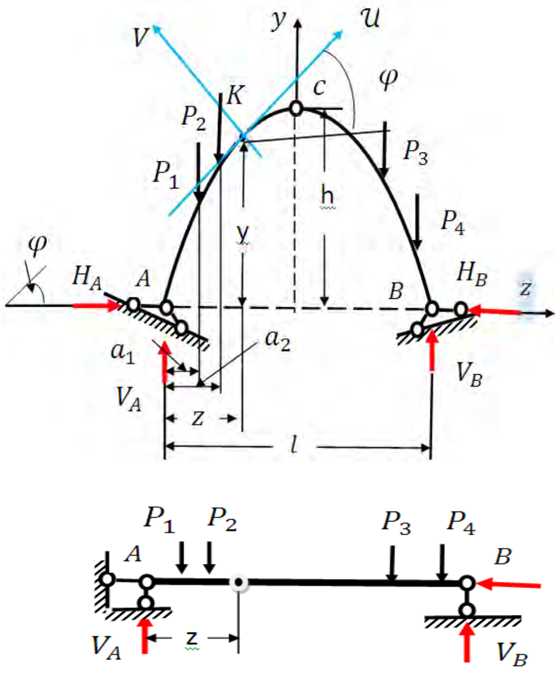
$$M = V_A \times z - \sum_{L.S}^{P}(z - z_{P_i}) - H \times y$$

په پورتنيومعادلوکې د$\left(V_A \times z - \sum_{L.S}^{P}(z - z_{P_i})\right)$ د ساده ګاډر د عرضي قوې مفهوم څرګندوي.د پورتنيو قيمتونو په پام کې نيولوسره د کمان په بيلا بيلو عرضي مقطعوکې د نارملي قوو،عرضي قوواود کوږوالي مومنتونود ټاکنې له پاره دغه فورمولونه کارول کيږی:

$$N_k = Q_k^0 sin\varphi + H \times cos\varphi$$

$$Q_k = Q_k^0 cos\varphi - H \times sin\varphi$$

$$M_k = M_k^o - H \times y$$



۵,۵ شکل:دعمودي بهرنيوبارونولاندې کمان په دې معادلوکې :

Q_k^0- د کاډرې عرضي قوې قيمت دی.

M_k^0- دګاډري کوړوالي مومنت قيمت په نوم سره يادوي.

دپورتينومعادلوپه مرسته ددرې غوټيزکمان په بيلاعرضي مقطعوکې دننه عوامل پيدا کولی شواوپه يو ټاکلي مقياس کې يې خپل دياګرامونه رسمولی شو.

د $M = M_k^0 - H \times y$ رابطه په درې غوټې يز کمان کې د کوړوالي مومنت قيمت دکموالي قيمت نظرساده ګاډرته راښيي.

۵,۴ دخوځنده بارله اغيزڅخه ددرې غوټيزکمان شميرنه

الف.دکمان د اتکاءيزعکس العملونو دتاثير کرښې.د دې له پاره د کمان له پاسه د z په فاصله خوځنده بار P=1 واقع کوو او نسبت A او B نقطوته دمومنتي رابطوله مخې د تاثيرکرښې ترتيبوو:

$$\sum M_B = 0;\ V_A \times l - 1 \times (l - z)$$

$$\sum M_A = 0;\ -V_B \times l - 1 \times (l - z)$$

د لومړۍ معادلې څخه د V_A قيمت پيداکوو:

$$V_A = \frac{1(l-1)}{l}\ 0 \le z \le l$$

$$V_B = \frac{z}{l}$$

د V_A او V_B د پيدا کولو له پاره معادلې د ساده ګاډرد اتکاء يزعکس العملونود معادلوسره سمون خوري،نوځکه د دوي(۵b,c.۵شکل)دتاثير کرښې هم يوله بله سره ورتوالی لري .

د افقي مرکبې د تاثيرکرښې د رسمولو لپاره لاندينۍ رابطه کاروو:

$$\sum_{L.S} M_c = 0;\ V_A \times l - 1(l_1 - z) - H \times h = 0$$

څرنګه چې $V_A \times l - 1(l_1 - z) = M_c^0$ رابطه نسبت C

غوټې ته د ګاډرد کوږوالي مومنت رابطه ده،نو ځکه:

$$H = \frac{M_c^0}{h}$$

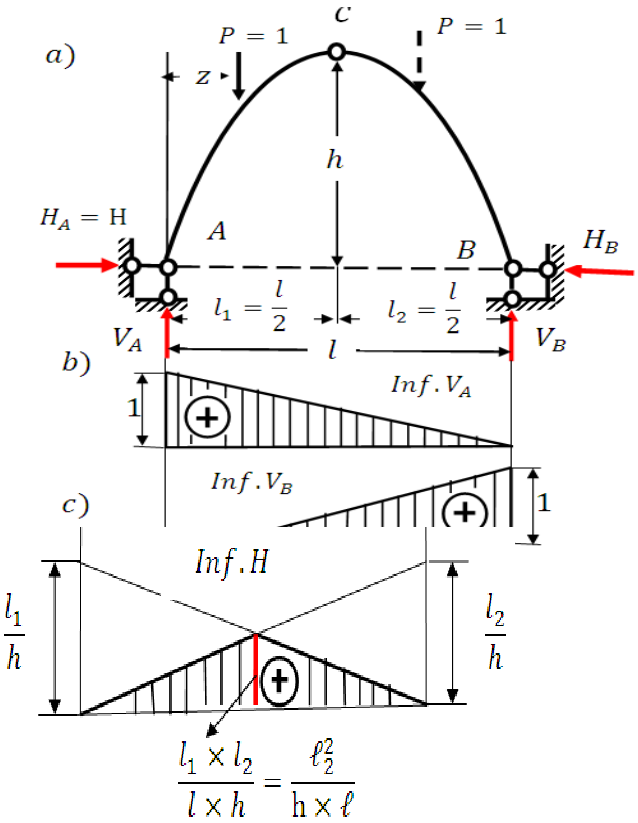
د پورتني فورمول څخه کتل کيږي،چې د H د تاثير کرښه د ساده ګاډر د M_c^0 د تاثيرکرښې سره ورته ده او يوازنی توپيريې د 1/h قيمت په زياتوالي کې دی (۵شکل d.۵).کله چې $l_1 = l_2 = \frac{l}{2}$ وي،د C غوټې لاندې به يې اردينات $\frac{l}{4h}$ وي.

ب – دنارملي قوېN ،عرضي قوېQ او د کوږوالي مومنت M د تاثير کرښې

۵,۵ د تاثيرد کرښې دصفرې نقطې ځای ټاکنه

دهرڅه نه د مخه دګرافيکي طريقه په مرسته دخوځنده بار$p = 1$ له اغيز څخه په غوښتل شوې عرضي مقطع k کې د کوږوالي مومنت عرضي قوې او نارملي قوې په دياګرامونوکې د صفرنقطې دځای ټاکو يا په بل عبارت د کوږوالي مومنت M_k ،عرضي قوې Q_k،نارملي قوې N_kد تاثيردکرښود صفرې نقطود ځای د ټاکنې ارينات مطالعه کوو،چې دغه نقطې د A اوB د اتکاءګانودي.

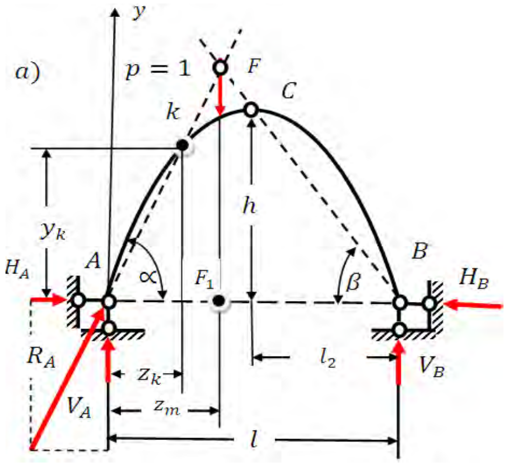
د نوروصفري نقطود پيدا کولولپاره د M_k ،Q_k او N_k دياګرامونه ګورو(۶شکل a.۵) اود AFF_1 او BFF_1 مثلثونوله کتلوڅخه په لاس



۵. ۶ شکل:دعمودي خوځنده بارلاندې کمان د تاثيرکرښې

راوړوچې:

$$tan \propto = \frac{FF_1}{AF_1} = \frac{FF_1}{z_m}$$



۶a.۵ شکل:دخوځند ه بارلاندې کمان

او همدارنګه :

$$tan\varphi = \frac{y_k}{z_k}$$

د دواړوله ورتوالي څخه په لاس راوړوچې:

$$\frac{FF_1}{z_m} = \frac{y_k}{z_k} \Longrightarrow FF_1 = \frac{z_m \times y_k}{z_k}$$

د BFF_1 مثلث څخه پيداکووچې:

$$tan\beta = \frac{h}{l_2} \text{ او } tan\beta = \frac{FF_1}{l - z_m}$$

اويا:

$$\frac{FF_1}{l - z_m} = \frac{h}{l_2} \Longrightarrow FF_1 = \frac{h \times (l - z_m)}{l_2}$$

اوس دواړه معادلې سره پرتله کوو:

$$\frac{z_m \times y_k}{z_k} = \frac{h \times (l - z_m)}{l_2}$$

له دې ځايه په لاس راوړوچې:

$$z_m \times l_2 \times y_k = h \times (l - z_m) \times z_k =$$

$$z_m \times y_k \times l_2 = h \times l \times z_k - h \times z_m \times z_k$$

$$z_m \times y_k \times l_2 = z_k(h \times l - h \times z_m) = 0$$

$$z_m(y_k \times l_2) = z_k \times l \times h - z_k \times h \times z_m$$

$$z_m(y_k \times l_2 \times z_k \times h) = z_k \times l \times h$$

له دې فورمول څخه د فاصله پيداکوو:

$$z_m = \frac{z_k \times l \times h}{y_k \times l_2 \times h \times z_k} = \frac{h \times l \times z_k}{y_k \times l_2 \times z_k}$$

$$z_m = \frac{h \times l \times z_k}{y_k \times l_2 \times z_k}$$

د تشکيل شوې متوازی الضلاع څخه دR_{A} محصله پيدا کوواود K نقطې څخه يې تيروو او بيا د C نقطه د B اتکاءسره نښلووواو امتداد ورکوو،چې د دوي د يو ځای کيدو F نقطه په لاس راځي،چې په دې نقطه کې $p = 1$ او يا F_{m} واقع کيږي.

دکوړوالي مومنت دټاکنې لپاره دټولوقوودمومنتونوالجبري مجموعه نسبت k نقطې ته نيسو:

$$M_k = \sum_{L.S} M_k = R_A \times 0 = 0.$$

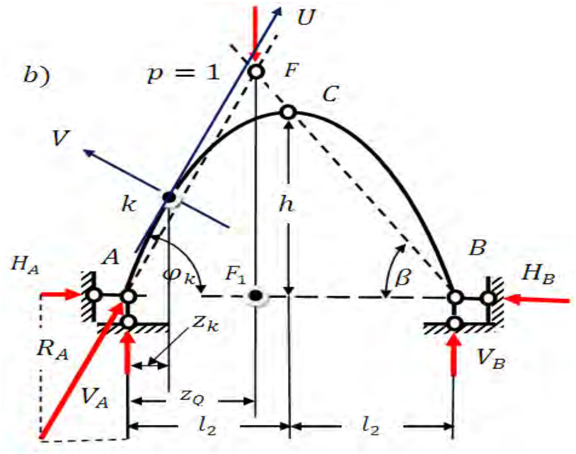
د Q_k د تاثيرکربښې (۶b.۵شکل) درسمولو له پاره د AFF_1 اود BFF_1 مثلثونودورتوالي څخه په لاس راوړېچې:

$$tan\varphi_k = \frac{FF_1}{z_Q} \text{ او } tan\beta = \frac{FF_1}{l-z_Q}$$

اويا:

$$FF_1 = z_Q \times tan\varphi_k$$

$$FF_1 = (l - z_Q) \times tan\beta$$



۶b.۵ شکل:دخوځنده بارلاندې کمان

دغه دواړه پورتني فورمولونه سره پرتله کوو:

$$z_Q \times tan\varphi_k = tan\beta \times l - tan\beta \times z_Q$$

$$z_Q(tan\varphi_k + tan\beta) = tan\beta \times l$$

$$z_Q = \frac{tan\beta \times l}{tan\varphi_k + tan\beta}$$

د عرضي قووو Q_k د ټاکنې له پاره د ټولو قوو د مرتسیمونو الجبري مجموعه نسبت k نقطې ته نیسو:

$$Q_k = \sum_{L.S} V = 0.$$

د نارملي قوې N_k د ټاکنې له پاره د ټولو قوو دمرتسیمونو الجبري مجموعه نسبت U محورته نیسو:

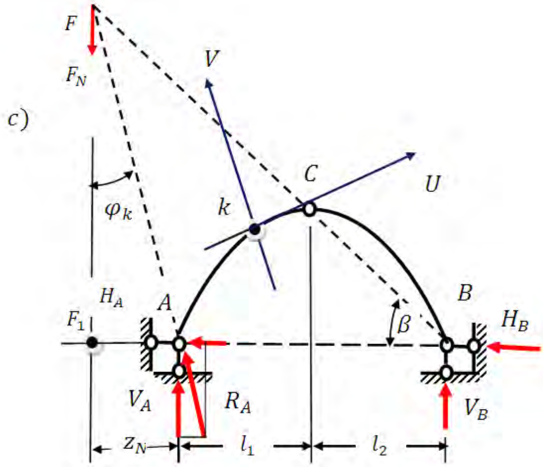
$$N_k = \sum_{L.S} U = 0.$$

د N_k تاثیر لپارد FF_1B مثلث (۶c.۵ شکل)څخه پیدا کوو چې:

$$tan\beta = \frac{FF_1}{-z_N + l + l_2} \Rightarrow$$

$$FF_1 = tan\beta(-z_N + l + l_2)$$

$$ctan\varphi_k = \frac{FF_1}{z_N} \Rightarrow FF_1 = ctan\varphi_k \times z_N$$



۶c.۵ شکل:دخوځنده بارلاندې کمان

ځرنګه چې:

$$-tan\beta \times z_N + tan\beta \times l_1 = ctan\varphi_k \times z_N$$

$$z_N(tan\beta - ctan\varphi_k) = tan \times \beta \times l$$

$$z_N = \frac{tan \times \beta \times}{tan\beta - ctan\varphi_k}$$

۶,۵ د تاثیرد کرښو د صفري نقطوپه مرسته ددننه عواملو د تاثیر

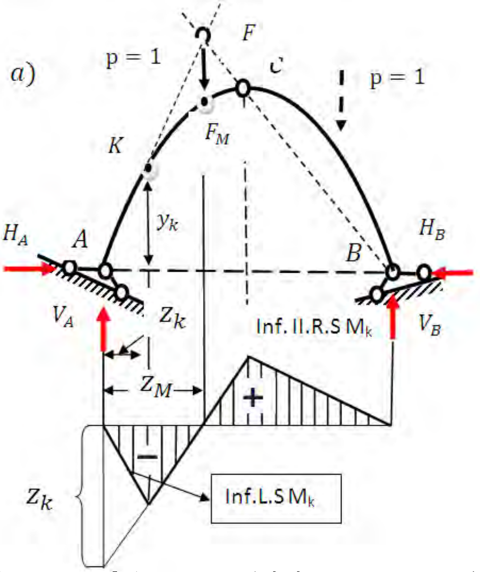
د کرښو ټاکنه

الف. د درې غوټې یزکمان د k په نقطه کې د کوږوالي مومنت دتاثیر کرښه دساده ګاډرد ټولو کوږوالي مومنتونودتاثیردکرښودمجموعې او افقي مرکبې H ا و د هغې د اردینات ($-y_k$) د ضرب حاصل څخه لاس ته راځي:

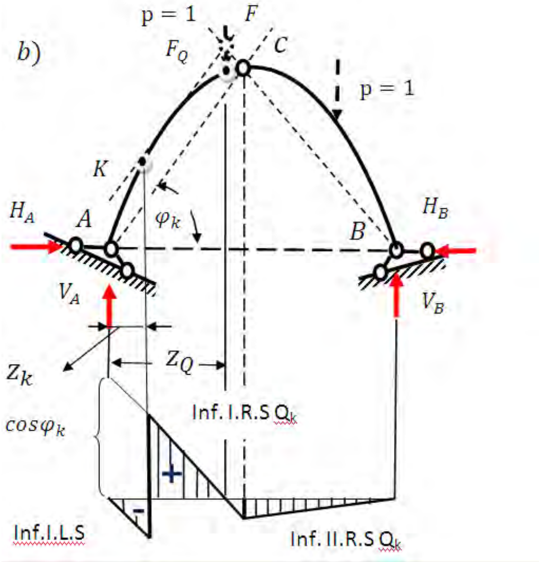
$$M_k = M_k^0 + H \times (-y_k)\ (a)$$

د درې غوټیزکمان د A غوټې لاندې د تاثیرکرښې د رسمولو له پاره ترهرڅه دمخه د z_k په اندازه اردینات را بیلوواود صفرې کرښې سره سره یې نښلوواود C ترنقطې پورې ورته امتداد ورته کوچې په پایله کې دښې خوا دتاثیر لومړۍ کرښه جوړیږي.اوکه د k عرضي مقطعې لاندې کرښه د A نقطې سره ونښلوو،نود ګینې خوا د تاثیر کرښه ترې جوړیږي.د M_k د تاثیر دویمه کرښه که د C غوټه د B د نقطې سره و نښلووپه لاس راځي(۵.a۷شکل).

پورتنۍ معادله دګاډرد تاثیر Q_k^0 اود $cos\varphi_k$ دضرب حاصل اودافقي مرکبې H اود $sin\varphi_k$ دضرب حاصل دالجبري مجموعې څخه عبارت ده.



د Q_k دښي خوادI تاثيركرښي درسمولولپاره د Aنقطي په مطابق په دياگرام كې د $cos\varphi_k$ په اندازه اردينات بيلوواود صفري كرښي سره يي نښلووواود Cنقطې پورې ورته امتداد وركووواودغه نقطه د B نقطې سره نښلوپه پايله كې د II تاثيركرښه په لاس راځي.بيا د A نقطې له



۵.۷b شكل:دخوځنده بارلاندې كمان

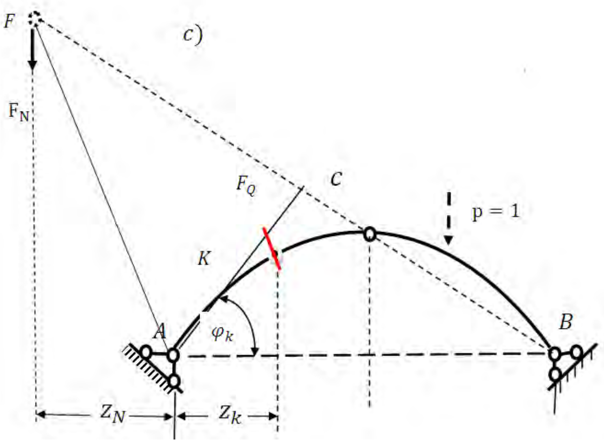
مخې د Q_{k} د I تاثیرکرښې سره موازي مستقیمه کـــرښه رسموواود K په نقطې کې د $cosQ_k$ اردینات بیلووپه پایله کې دعرضي قوې د Q_{k} تاثیرکرښه جوړیږي.

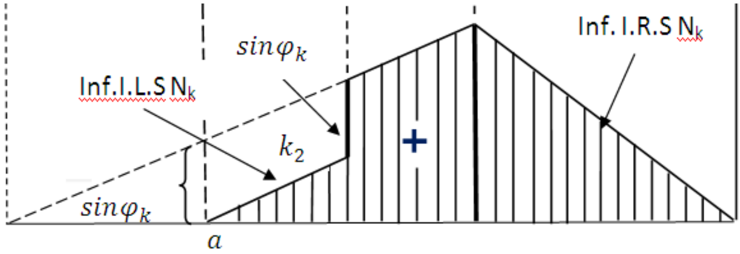
د نارملي قوې د تاثیرکرښې لپاره لاندینۍ معادله کارول کیږي:

$$N_k = Q_k^0 sin\varphi_k + Hcos\varphi_k \ \ (c)$$

دغه معادله دعرضي قوې د تاثیر کرښې Q_k^0 او $sin\varphi_k$ د ضرب حاصل اودافقي مرکبېH اود$cos\varphi_k$ حاصل ضرب دالجبري مجموعې څخه عبارت ده.

د N_{k} د ښې خوا د I تاثیرکرښې درسمولولپاره د Aنقطې په مطابق په دیاګرام کې د $sin\varphi_k$ اردینات بیلوواود C نقطې پورې ورته امتداد ورکوواودغه نقطه د صفري خطسره نښلووپه پایله کې دN_{k} د I تاثیر کرښه یعني k_1c_1 مستقیمه کرښه په لاس راځي .بیا د a له نقطې څخه د دې کرښې سره موازې کرښه رسمووااود k_1 او k_2 نقطې سره نښلوو.دګینې خوا دتاثیرکرښه او c_1 او Bنقطود نښلوو څخه د ښې خوا تاثیر II کرښه جوړیږي(۵.c۷ شکل).



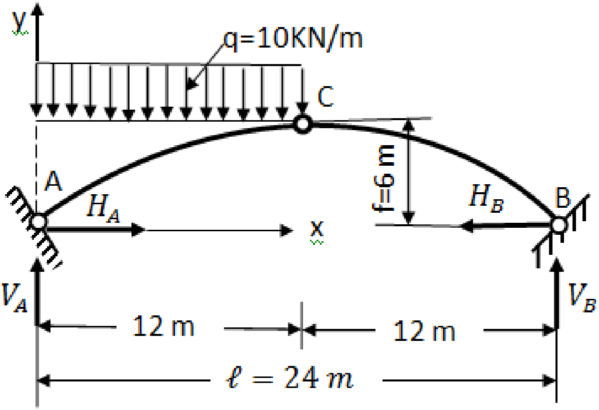


۵. c ۷ شکل:دخوځنده بارلاندې کمان

۵,۱ مثال

يو کمان(۸,۵شکل)را کړل شوی دی.د کمان اتکاء ګانو V_A ، V_B ، H_A

او H_B اتکاءيزعکس العملونه پيدا کړئ.



۵- ۸ شکل:دويشلي منظم بارلاندې کمان

حل

د کمان په دوو اتکاءګانو کې افقي H_A او H_B او عمودي V_A او V_B اتکا، يزعکس العملونه را منځ کيږي.چې د ستاتيک د لاندينيو تعادلي معادلو په مرسته يې پيداکولی شو:

$$\sum M_{\mathrm{A}} = 0;\ V_{\mathrm{B}} \times l - q \times 12\frac{12}{2} = 0\ \Rightarrow$$

له دې ځایه په لاس راوړو:

$$V_B = 30\ KN$$

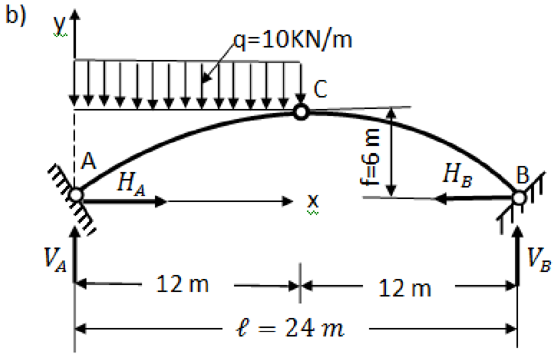
$$\sum M_{\mathrm{B}} = 0;\ V_{\mathrm{A}} \times l - q \times 12\left(\frac{12}{2} + 12\right) = 0$$

له دې ځایه په لاس راوړو:

$$V_B = 90\ K$$

اوس افقي عکس العملونه پیداکوو:

$$\sum F_x = 0;\ H_A - H_B = 0 \Rightarrow\ H_A = H_B = H$$



۸ b.۵ شکل:دويشلي بارلاندې درې غوټې يزکمان

نسبت C غوټې ته تعادلي معادله ترتيبوو:

$$\sum M_C = o;\ V_B \times 12 - H_B \times f = 0$$

له دې ځایه په لاس راوړو:

$$H_B = \frac{30 \times 12}{6} = \frac{360}{6} = 60\ KN$$

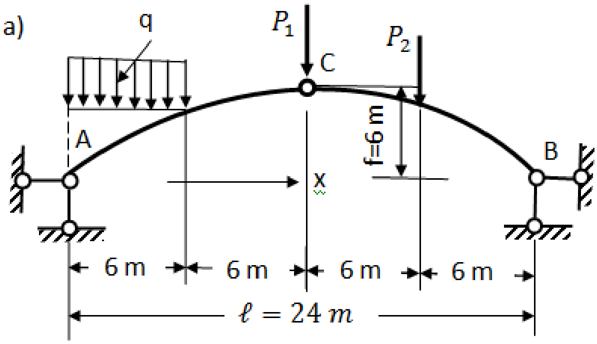
که د Cغوټې دګينې خواتعادل وګوررونوليکو:

$$\sum M_C = o;\ V_A \times 12 - H_A \times f = 0$$

$$H_A = 60\ KN$$

۲-۵ مثال

د يو کمان (۵ . ۹a شکل) له پاره دعرضي قوو Q اونا رملی قوې N او د کوږوالي مومنتونو M دياګرامونه رسم کړئ.



۵. ۹a شکل:دبارلاندې درې غوټې يز کمان

حل

لومړی د ستاتيک د تعادلي معادلو په مرسته V_A، V_B، H_A او H_A اتکاء ګانو(۵. ۹b شکل) اتکاءيزعکس العملونه د پيداکوو:

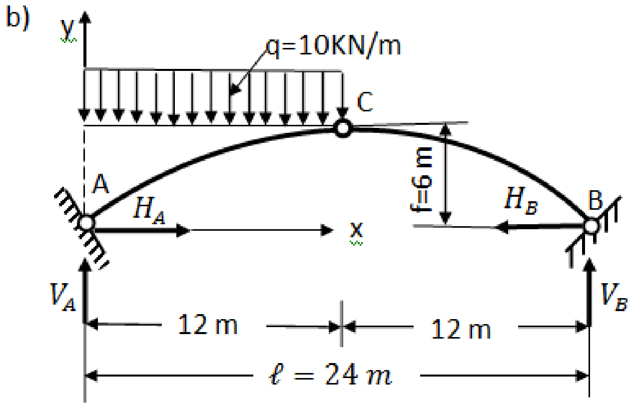
$$\sum M_A = 0;\ V_B \times l - P_2 \times \frac{3}{4} l - P_1 \frac{l}{2} - -q \frac{1}{4}\frac{l}{8} = 0.$$

له دې ځايه V_B په لاس راوړو:

$$V_B = 14.75\ KN$$

$$\sum M_B = 0;\ V_A \times l - P_2 \times \frac{1}{4} l - P_1 \frac{l}{2} -$$

$$-q\frac{1}{4}\left(\frac{l}{8} + \frac{3l}{4}\right) = 0;$$



b.۵۹شکل:د بارلاندې درې غوټيز کمان

له دې ځايه د اتکاءيزعکس العمل V_A په لاس راوړو:

$$V_A = 23.25\ KN$$

اوس افقي عکس العملونه H_A او H_B پيداکوو:

$$\sum F_x = 0;\ H_A - H_B = 0.\ H_A = H_B = H.$$

$$\sum_{C}^{R.S} = 0;\ V_B \frac{l}{2} - P_2 \frac{l}{4} - H \times f = 0$$

له دې ځايه H په لاس راوړو:

$$H = 19.5\ KN$$

او همدارنګه:

$$\sum_{C}^{L.S} = 0;$$

د کمان په بيلا بيلوعرضي مقطعو(۱۰,۵ شکل)کې د نارملي قوو، عرضي قوو اود کوږوالي مومنتونو د پيدا کولو لپاره د کمان په بيلا بيلو I-I ، II-II او III-III عرضي مقطعو کې نارملي قوه N_x^0 عرضي قوه Q_y^0 او M_z^0 اودکوږوالي مومنت قيمتونه پيدا کوو:

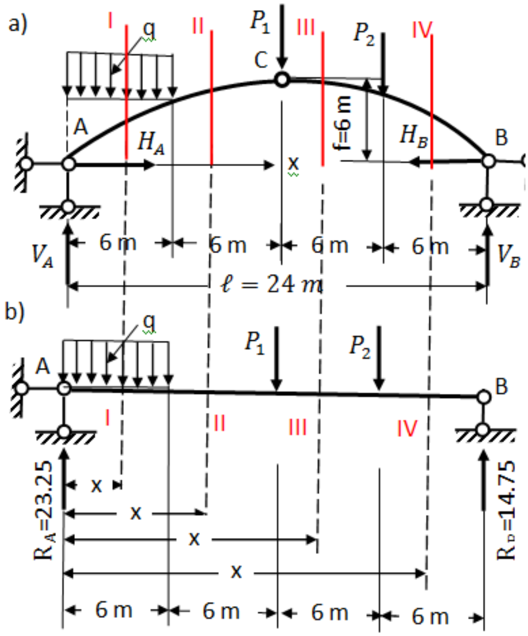
$$N_x = -(N_x^0 \times sin\varphi + H \times cos\varphi);$$

$$Q_y = Q_y^0 \times cos\varphi - H \times sin\varphi \quad (5.1)$$

$$M_z = M_z^0 - H \times f$$

د I-I عرضي مقطع $(0 \le x \le 6\ m)$تيروو:

$$Q_{y_I}^0 = V_A - q.x = 23.25 - 3x;$$



۹,۵ شکل: دقوولاندې درې غوټې يزکمان

$$M_{\mathrm{I}}^{0} = V_A \times x - q\frac{x^2}{2} = 23.25 \times x - 1.5x^2;$$

د II-II عرضي مقطع $(6 \le x \le 12\ m)$تيروو:

$$\mathrm{Q}_{y_{\mathrm{II}}}^{0} = V_A - q.\frac{l}{4} = 5.25;$$

$$\mathrm{M}_{\mathrm{II}}^{0} = V_A \times x - ql\frac{(x - \frac{l}{8})}{4} = 5.25 \times x + 54;$$

د III-III عرضي مقطع $(12 \le x \le 18\ m)$تيروو:

$$Q_{y_{\mathrm{III}}}^{0} = V_A - q.\frac{l}{4} - P_1 = -4.75;$$

$$\mathrm{M}_{\mathrm{III}}^{0} = V_A \times x - ql\frac{(x - \frac{l}{8})}{4} - P_1\left(x - \frac{l}{2}\right) =$$

$$= -4.75 \times x + 174;$$

IV-IV عرضي مقطع $(18 \le x \le 24\ m)$تيروو:

$$\mathrm{Q}_{\mathrm{IV}}^{0} = V_A - q.\frac{l}{4} - P_1 - P_2 = -14.75;$$

$$\mathrm{M}_{\mathrm{IV}}^{0} = V_A \times x - ql\frac{(x - \frac{l}{8})}{4} - P_1\left(x - \frac{l}{2}\right) -$$

$$-P_2\left(x - \frac{3l}{4}\right) = -14.75 \times x + 354$$

د حاصل شووقيمتونوله مخې يې دياګرامونه رسموو(۵.c,d۹شکل).

له دې نه وروسته دکمان لوړوالی f پيداکوو:

$$y = f = -R + \sqrt{R^2 - (x - l/2)^2} \ (5.2)$$

د کمان قوس پيداکوو:

$$R = \frac{l^2}{8f} + \frac{f}{2} = \frac{24^2}{8 \times 6} + \frac{6}{2} = 15\ m$$

په متر،مترکې دy قيمت د پيداکولونه وروسته د$\tan\varphi$، $\cos\varphi$ او $\sin\varphi$ قيمتونه پيدا کوواوپه جدول کې يې درج کوو:

$$tan\varphi = \frac{dy}{dx} = \frac{\frac{l}{2} - x}{\sqrt{R^2 - (x - l/2)^2}}$$

$$cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + tan^2\varphi}} \ (5.3)$$

$$sin\varphi = tan\varphi \times cos\varphi$$

په پای کې (5.3)فورمول له مخې دکمان په ميلوکې د دننه عوامل په لاس راوړولکه x=0 مقطع کې:

$$y = 0, Q_y^0 = 23.25KN;\ M_z^0 = 0,$$

$$\sin\varphi = 0.8;\ cos\varphi = 0.6;\ H = 19.5KN.$$

د ۵,۱ فورمول په مرسته په ميلوکې دننه قوې پيداکوو:

$$\mathrm{M_z}(x = 0) = 0;\ -9.5 \times 0 = 0;\ \mathrm{Q_y}(x = 0) =$$

$$= 23.25 \times 0.6 - 19.5 \times 0.8 = -1.65\ KN;$$

$$N(x = 0) = -(23.25 \times 0.8 + 19.5 \times 0.6 =$$

$$= -30.3\ KN;$$

دغه لاس ته راغي قيمتونه ۵,۱ جدول کې ليکو او قدم په قدم دغه قيمتونه کنترولوو.

په ميلوکې د دننه قوود ټاکنې لپاره بايد د متمرکزو واقع شووبارونو پرځای د Q_y او N قيمتونه په پام کې ونيول شي،لکه $X = 12\ M$

۵,۱جدول:ددننه حواملوقيمتونه

x_1 M	M_z^0 KN.M	Q_y^0 KN	y_1 M	$Tan\varphi$	$cos\varphi$	$sin\varphi$	M_z kN.M	Q_y N	N_z KN
0	0.00	3.25	0.0	1.33	0.60	0.80	0.00	-1.65	-30.3
1	21.75	20.25	1.2	1.08	0.68	0.73	-1.61	-0.53	-28.1
2	40.50	17.25	2.2	0.90	0.47	0.67	-2.02	-0.14	-26.0
3	56.25	14.25	3.0	0.75	0.80	0.60	-2.25	-0.30	-24.2
4	69.00	11.25	3.69	0.63	0.85	0.53	-2.93	-0.88	-22.5
5	78.75	8.25	4.27	0.53	0.88	0.47	-4.45	-1.80	-21.1
6	85.50	5.25	4.5	0.44	0.92	0.40	-7.08	-2.99	-20.0
7	90.50	5.22	5.14	0.35	0.94	0.33	-9.52	-1.55	-20.1
8	96.00	5.22	5.46	02.8	0.96	0.27	-10.4	-0.14	-20.2
9	101.2	5.22	5.70	0.20	0.98	0.20	-9.84	1.24	-20.2
10	106.0	5.22	4.87	0.13	0.99	0.13	-7.89	2.60	-20.0
11	111.7	5.22	6.00	0.07	0.99	0.07	-4.60	3.93	-9.5
12	117.0			0.00	1.00				
13	112.2	-4.75	5.97	-0.07	0.99	0.00	0.00	5.25	-19.5
14	107.5	-4.75	5.85	-0.13	0.99	-0.07	-4.10	-3.44	-19.8
15	102.7	-4.75	5.70	-0.20	0.98	-0.13	-6.89	-2.11	-20.1
16	98.00	-4.75	4.46	-0.28	0.96	-0.28	-8.34	-0.75	-20.1
17	93.25	-4.75	5.14	-0.35	0.94	-0.35	-8.41	-0.62	-20.0

دجدول ادامه

x_1 M	M_z^0 KN.M	Q_y^0 KN	y_1 M	$Tan\varphi$	$cos\varphi$	$sin\varphi$	M_z kN.M	Q_y N	N_z KN
18	88.5	-14.7	4.75	-0.44	0.92	-0.40	-4.08	-5.72	-23.7
19	73.75	-14.7	4.27	-0.53	0.88	-0.47	-9.45	-3.45	-24.1
20	59.00	-14.7	3.69	-0.63	0.85	-0.53	-12.9	-3.21	-24.4
21	24.25	-14.7	3.00	-0.75	0.80	-0.60	-14.3	-0.10	-24.5
22	29.50	-14.7	2.00	-0.90	0.74	-0.68	-13.0	2.00	-24.4
23	14.75	-14.7	1.20	0.10.8	0.68	-0.73	-8.61	4.27	-24.1

مقطعې لپاره د C نقطه کې،کوم چي دهغوي قيمتونه يې جدول کې دي مګرپه $x = 12 - 0$ مقطع کې هم مهاله درې برخې واقع کيږي، نوځکه Q_y او N په لاس راوړواود 5.1 فورمول په مرسته په مقطعي کې پيداکووچې :

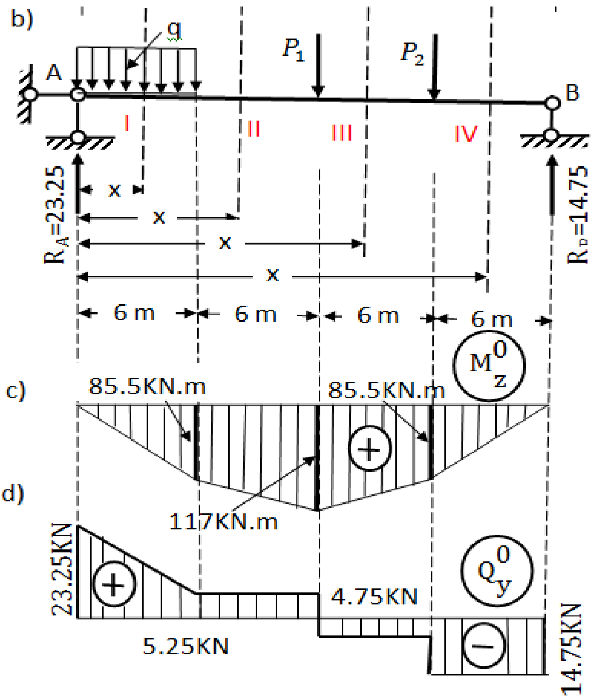
$$Q'(x = 12) = -4.75 \times 1 - 19.5 \times 0 =$$

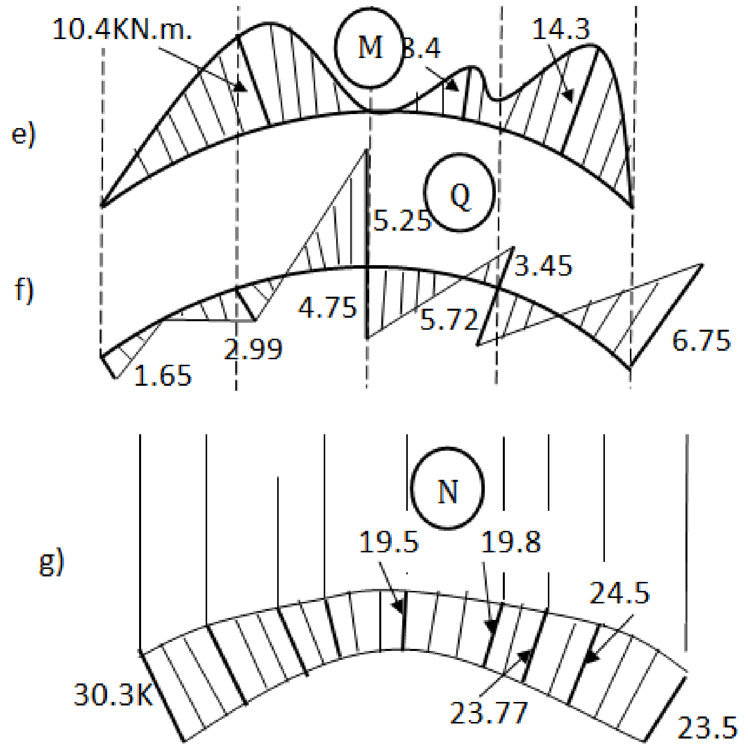
$$= -4.75\ M$$

$$N(x = 12) = -(-4.75 \times 0| + 19.5 \times 1) =$$

$$= -19.5\ KN$$

په همدې ډول ور ته د x=18 M مقطعې له پاره اړوند قيمتونه په لاس راوړواودعرضي قوې Q_y اودکوړوالي مومنت M_z دياګرامونه





۹,۵ شکل: بارونولاندې کمان

يې رسموو،ددیاګرام نه لیدل کي کیږي،چې دکوږوالي مومنت ډیرخطر ناکه حالت په x=21 Mمقطع کې دی:

$$M_{max} = 14.3\ KN.M \text{ او } N = -24.5\ KN$$

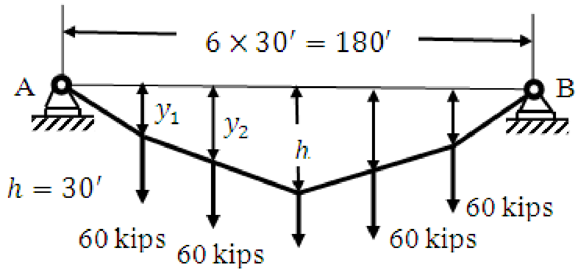
له دې نه دامعلومیږي،چې نسبت ګاډرونوته په درغوتې یزوکمانونوکې دغه دننه عوامل ډیرلږدي[2: С. М. К. ст. 163 – 177]

۵,۳ مثال

یو کیبل دوله کمان د متمرکزو بارونو لاندې واقع دي(۱۰,۵ شکل)چې لوړوالی یې 36′ دي.د دې کمان له پاره د عرضي قوو او د کوږوالي مومنتونو دیاګرامونه رسم کړئ.

حل

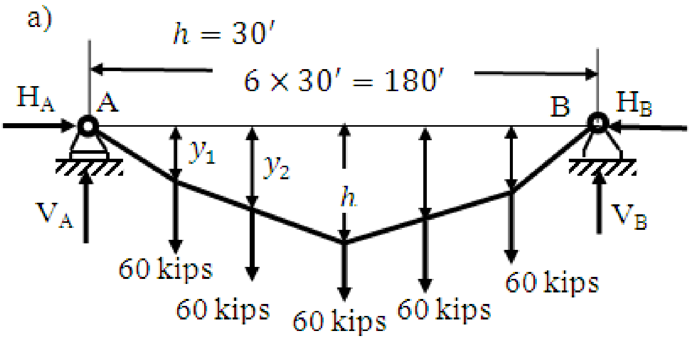
لومړی د اتکاءګانو پرځای اتکاءيزعکس العملونه عوض کوواو د ستاتيک د تعادلي معادلوپه مرسته يې عددي قيمتونه پيدا کوو:



۵,۱۰ شکل: دعمودي بارونولاندې کيبل

$$\sum M_B = 0;\ \ V_A \times 180 - 60 \times 150 - 60 \times 120 -$$

$$-60 \times 90 - 60 \times 60 - 60 \times 30 = 0$$



$$V_A = \frac{9000 + 7200 + 5400 + 3600 + 1800}{180} =$$

$$= \frac{27000}{180} = 150kips$$

$$\sum M_A = 0;\ -V_B \times 180 + 60 \times 5 + 60 \times 4 +$$

$$+6 \times 90 + 60 \times 60 + 60 \times 30 = 0$$

له دې ځايه په لاس راوړوچې:

$$V_A = \frac{9000 + 7200 + 5400 + 3600 + 1800}{180} =$$

$$= \frac{27000}{180} = 150kips$$

کنترول:

$$\sum F_y = 0;\ 150 - 60 \times 5 + 150 = 300 - 300 = 0$$

اوس دکمان په منځنی برخه کې دکوږوالي مومنت پيداکوو:

$$M = h \times y$$

h - دکيبل لوړوالی دی.

H- دکيبل اتکاءيزعکس العمل دی.

M – دکيبل په منځنی برخه کې دکوږوالي مومنت دی.

داچې دکيبل په منځنی برخه کې دکوږوالي مومنت 8100 kip.ft دی،نوځکه افقي عکس العمل قيمت به په لاندې ډول وي :

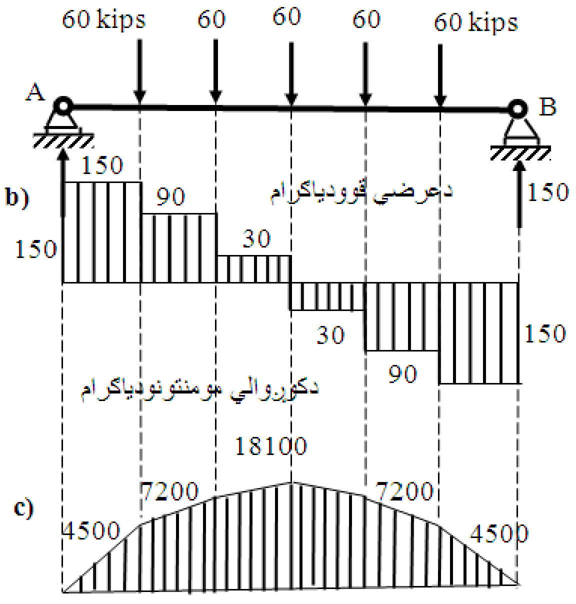
$$H = \frac{M}{y} = \frac{810}{36} = 225kip$$

دy_1 اوy_2 فاصلې پيداکوو:

$$y_1 = \frac{M}{H} = \frac{4500}{225} = 20'$$

او : [5:251]

$$y_2 = \frac{M}{H} = \frac{7200}{225} == 32'$$

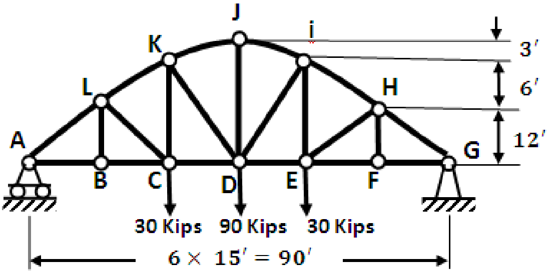


۵,۱۰ شکل: متمرکزوبارنولاندې کمان

پوښتنې

۵,۱۵ پوښتنه

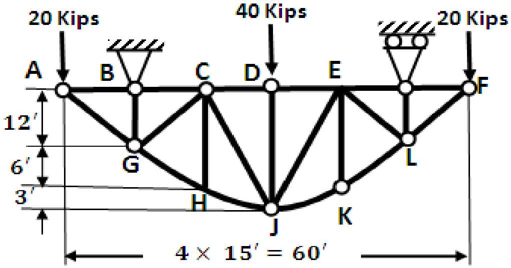
دېرې کونې د طريقې له مخې دکمان(۵,۱۱شکل) په ټولوميلوکې دننه عوامل پيداکړئ او بيايې دتاثيرکرښې رسم کړئ.



۵,۱۱شکل:دمتمرکزبارونولاندې کمان

۵,۲ پوښتنه

دپرې کونې دطريقې له مخې دکمان په ټولوميلوکې ددنه عوامل پيدا کړې اوبيايې دتاثيرکرښې رسم کړئ.



۵,۱۲شکل:دمتمرکزبارونولاندې کمان

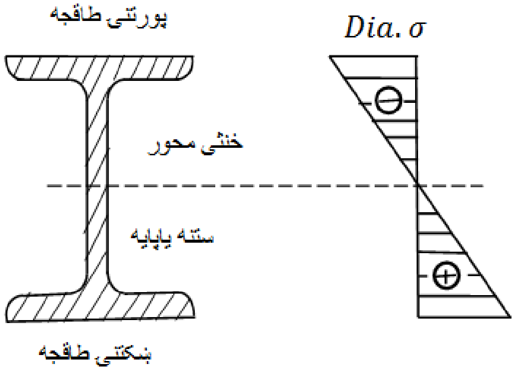
شپږم څپرکی

مستوي ډوله ټاکلي ستاتيکي

فرمونه (چوکاټونه) اوقيچي ګانې

۶,۱ د فرم مفهوم

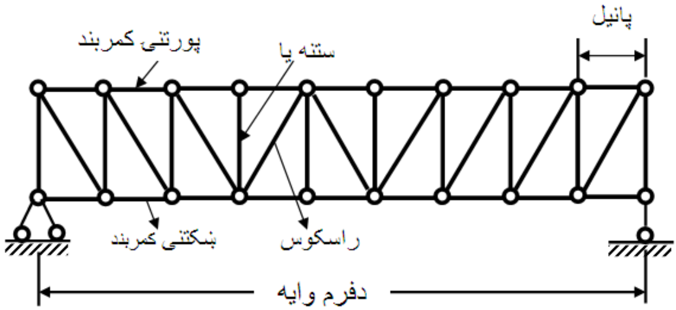
فرم د هغه ساختماني جوړښت څخه عبارت دی،چې د میلو سیستم یې داسي جوړشوی.که سیستم د سختي نښتنې په غوټو باندې راو ړول شي، نو سیستم هماغسې په خپل حال هندسي نه بدلون موندونکي پاتې کیږي. فرمونه دستروواپه يزوپنډوګاډرونولکه دI ډوله عرضي مقطعې له پارهګټورنه وي کارول کيږي.ددې ډول سیستم دګاډر(۶,۱شکل) په عرضي مقطعوکې نارملي تشنجات خطي قانون دي،نوځکه د ديوالونو موادو نه پرله پسې توګه ګټه نه اخيستل کيږي اود پنډو وايه يزوګاډرونو کارول ډيرګټيو يا اقتصادي نه دي.
په همدغو حالتونوکې د میلودغه ډول سیستم يوازې په کشش او يا فشارکې فعالیت کولی شي.همدغه لامل دی،چې د فرم د موادوکارول نسبت يو ډول وايه يزګاډرته غوره دی.



۶,۱ شکل: دګاډرعرضي مقطع

۶,۲مستوي ډوله فرم

دا ډول فرم هغه فرم ته ويل کيږي،چې محورونه يې په يوه سطحه کې واقع شوي وي(۶,۲ شکل).



۲,۶ شکل:مستوي ډوله فرم

د اتکاءگانو د محورونو ترمنځ فاصلوته وايه(Sfine)وايي.هغه ميله چې د کنتورنه بهرواقع کيږي د کمربندپه نوم يې يادوي اود دووغوټوپه منځ کې فاصلې ته پانيل paniele ويل کيږي.هغه ميلې چې کمربندونه يوله بله سره نښلوي او جالی جوړوي دعمودي ستنو اومايلې ميلې يې د رسکوس په نوم سره يادوي.

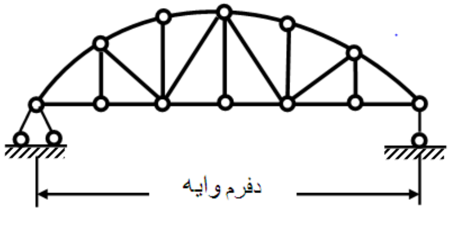
۶,۳ د فرم ډله بندي

فرمونه د نښوله مخې په پنځوډلوويشل کيږي.

۱.دبهرني کنتوريامحيط د رسمونې دځانګړتيا له مخې.

۲.دجالی د ډول له مخې.

۳. د اتکاء د ډول له مخې.



۴.دګټې اخیستنې دځانګړتیا

له مخې. ۶. ۳ شکل:دکمان ډوله فرم

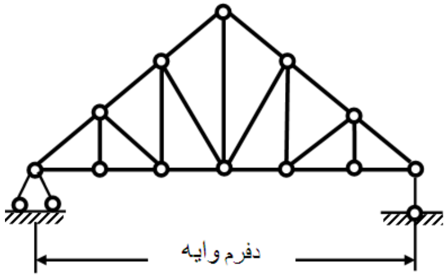
۵.دتیرېدنې یا عبوري سطحې له مخې.

د بهرنې کنتوردرسمونې د ځانګړتیا له مخې فرم په درې ډوله دی:

۱.د موازي کمربندونوفرم(۶,۲شکل).

۲. پولي کونې فرم(۶,۳ شکل).

۳.مثلثي فرم(۶,۴ شکل).



۴,۶ شکل:مثلث ډوله فرم

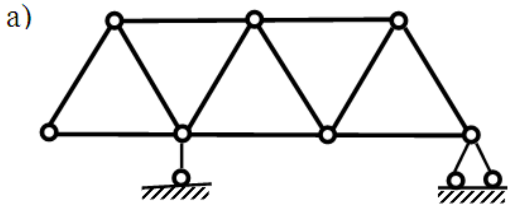
د جالۍ د ځیرې له مخې فرم په لاندې څلورو ډلو ویشل کیږي:

۱.مثلثي جاله یزفرم(۶-۵ شکل).

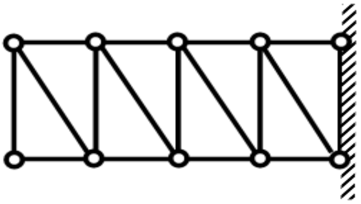
۲.جالۍ داره دمایلولرونکی فرم (۶,۵ شکل).

۳.جالۍ داره معین ډوله یا رمبیک فرم(۶,۷ شکل).

۴.پیچلی فرم.



۶,۵ شکل:مثلثي جالۍ داره فرم



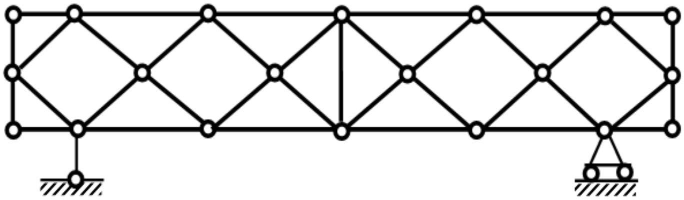
۶. ۶ شکل:کنسولي فرم

د اتکاء له مخې فرم په څوګروپونوويشل کيږي:

۱.ساده ګاډري فرم (۶,۶،او۶,۷ شکلونه).

۲.د سختي اتکاءکنسولي فرم(۶,۵ شکل).

۳.کنسولي فرم(۶,۵شکل).



۷,۶ شکل:معين ډوله يارمبيک فرم

د ګټې اخيستنې د طرزله مخې په لاندې څو ګروپونو ويشل کيږي:

۱.د ودانيزيا ساختماني فرم.

۲. کرين ډوله فرم.

۳.برجي کرين ډوله فرم.

۴.پل ډوله فرم.

د تيرېدنې يا عبوري سطحې له مخې فرم په څوډلو ويشل کيږي:

۱.دلاندې تيرېدنې فرم.

۲.دپورتنۍ تيرېدنې فرم.

۳.دمنځنۍ تيرېدنې فرم.

۶,۳ د ساده فرم په ميلوکې ددننه عواملو ټاکنه

ساده فرم هغه فرم ته ويل کيږي،چې دوه ميلې يې دمثلث په څير،چې د يوې مستقيمې کرښې له پاسه نه وي پرتې اودغوټوپه ذريعه يوله بله سره نښتې وي.دغه ډول فرم ټاکلی ستاتيکي هندسي نه بدلون موندونکی فرم دی.

د دې ډول فرمونو شميرنه د اتکاء يزوعکس العملونونه پيليږي چې د هغوي د ټاکنې لپاره د ستاتيک درې تعادلې بايد ترتيب شي او د ميلو د بيلا بيلو برخو د دننه عواملو د ټاکنې له پاره بايد د غوټو په شا وخوا عرضي مقطعې په پام کې ونيول شي.ددې موخې لپاره بايد د بهرنی بار د 2k-3 په اندازه معادله ترتيب کړی شي ،چې دلته k د غوټوشميررا په ګوته کوي.

د دننه عواملود ټاکنې له پاره دوه طريقې شتون لري:

الف.دمقطعې طريقه.

ب. دفرم دغوټوطريقه

لومړۍ مقطعې طريقه: اټکلوو،چې په 6-4 ،5-4 او 5-3ميلوکې د

دننه عواملوټاکنه غوښتل شوې ده:

۱. دفرم اتكاءيزعكس العملونه پيداكوو:

$$\sum M_B = 0;\ R_A \times 4d - P \times 3d -$$

$$-P \times 2d - P \times d =$$

له دې ځايه دR_A قيمت په لاس راوړو:

$$R_A = \frac{6d}{4} = 1.5\,P;\ \Rightarrow\ R_A = 1.5\,P$$

$$\sum M_B = 0;\ -R_B \times 4d + P \times 3d +$$

$$+P \times 2d + P \times d = 0$$

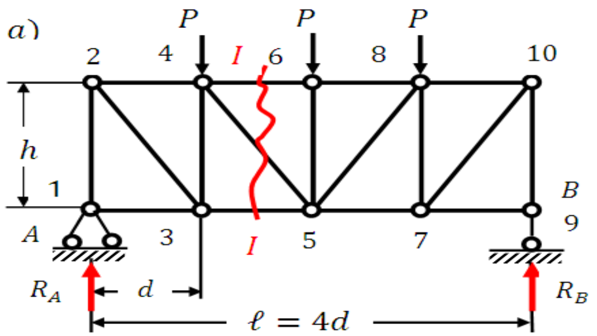
له دې ځايه دR_B قيمت په لاس راوړو:

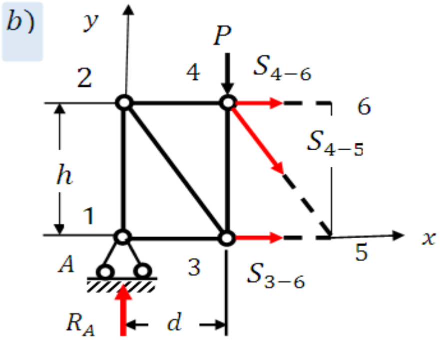
$$R_B = \frac{6d}{4} = 1.5\,P;\ \Rightarrow\ R_B = 1.5\,P$$

د لاس ته راغلوقيمتونودكنترول لپاره دغه معادله كاروو:

$$\sum F_y = 0;\ R_A + R_B - P - P - P = 0;$$

$$3P - 3P = 0 \Leftrightarrow 0$$





۶. ۸ شکل:دبهرني بارلاندې فرم

۲. فرم په يوځای کې پرې کووا و د پرې شوې برخې د ګينې خوا تعادل يې ګوروا ود حل لپاره يې د ستاتيک تعادلې معادلې ترتيبوو:

$$\sum M_5 = 0;\ R_A \times 2d - P \times d + S_{4-6} \times h = 0.$$

له دې ځايه S_{4-6} په لاس راوړوچې:

$$S_{4-6} = \frac{-R_A \times 2d + P \times d}{h} = -\frac{2P.d}{h}(cm)$$

$$\sum M_1 = 0;\ R_A \times d - S_{3-5} \times h = 0.$$

دې ځايه S_{3-5} په لاس راوړوچې:

$$S_{3-5} = \frac{1.5 \times Pd}{h} = -\frac{1.5.P.d}{h}(tons)$$

د 4او5 نقطې دمومنتي نقطوپه نوم سره ياديږي.

د S_{4-5} قوه دلاندينی معادلی څخه پيداکوو:

$$\sum F_y = 0;\ R_A - P - S_{4-5} \times sin\alpha = 0$$

له دې S_{4-5} ځایه د قیمت په لاس راوړو:

$$S_{4-5} = \frac{R_A - P}{sin\alpha} = \frac{1.5\ P}{sin\alpha}$$

د دې طریقې په مرسته دفرم په هره یوه میله کې د ننه قوې پیدا کولی شو.

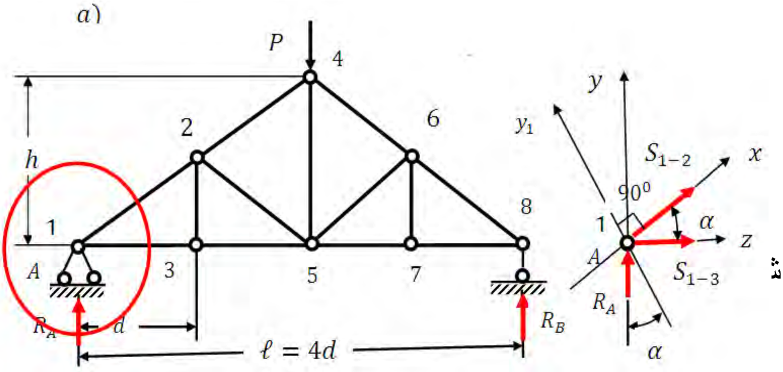
۴,۶ دغوټې طریقه

د دې طریقې له مخې د دننه قوې په هغوغوټوکې پیدا کولی شو،چې په غوټه کې لږ تر لږه دوه میلې سره نښتې وي(۶,۹ شکل).

د S_{1-2} او S_{1-3} دننه قوو دټاکنې لپاره د A غوټې پرشا وخوا میلې دایروي پرې کوواو له دې دووبرخوڅخه دیوې خوا تعادل یې ګورواود ستاتیک تعادلې معادلې کاروو:

$$\sum \mathrm{F_y} = 0;\ R_A + S_{1-2} \times sin\alpha = 0$$

$$S_{1-2} = -\frac{R_A}{sin\alpha}\ (ton)$$



۶,۹ ش

= 0

$$S_{1-3} = \frac{R_A \times cos \propto}{sin \propto} = R_A \times cotan \propto$$

په نورو ميلو کې د دننه قوو د ټاکنې له پاره دهرې يوې غوټې لکه 2،3، 4 ، 5،7او 8اتمې غوټولپاره ميلې پرې کوو.

۵,۶ دفرم دنه بدلون موندونکي حالت څېړنه

د درې غوټې يزفرم د نه بدلون موندونکي حالت لپاره بايد د استقلاليت حد Wصفروي:

$$W = 2k - S - S_0 = 0.$$

په دغه فورمول کې:

S - دفرم ددننه ميلوشميردی.

S_0- دفرم داتکاءيزوميلوشميردی.

پورتنی شرط د فرم دهندسي نه بدلون موندونکي حالت د قضاوت په موخه حتمي مګربشپړنه دی اودساختمانونوپه سينماتيکي څېړنه کې به يې وګورو.

۶,۶ دساده فرم په ميلوکې ددننه قوودتاثيرکرښې

د فرم په ميلوکې د دننه قوودتاثيرکرښې هغه ګراف ته ويل کيږي،چې د P=1 خوځنده باردموقعيت په پام کې نيولوسره د فرم په ميلوکې د دننه قوود بدلون قانون ځانګړی کوي.

د P=1 خوځنده بارد فرم د پورتني اوښکتني کمربندونو په غوټو کې واقع کوو،چې د فرم په غوټوکې د انتقالي بارد حالت شرطونه په لاس راوړو.په دې ترتيب دفرم په ميلوکې د دننه قوود تاثيرکرښې د ستاتيکي اويا سينما تيکي طريقوپه مرسته ترسره کيږي.

۷,۶ ستاتيکي طريقه

دغه طريقه هغې ته ويل کيږي،چې په کيفي غوټوکې د P=1 خوځنده باړواقع کوواود دننه قوود ټاکنې له پاره دستاتيک تعادلي معادلې ترتيبوو چې دغه هم د تاثيردکرښومعادلې دي.

له دې سره ورته طريقه د فرم په ميلوکې دثابت بارله اغيز نه د دننه قوود ټاکنې له پاره کولی شو،چې دميلودپرې کونې اويا دغوټوپه شاوخوا کې د ميلو د پرې کونې طريقې وکاروو،مګرغوره دا ده،چې هغه طريقه بايد وکاروو،چې له هغوي څخه د تاثيردکرښوساده معادلې په لاس راشي.

د فرم داتکاءيزوعکس العملونود تاثيرکرښې د ګادرسره ورته دي،چې د فرم د دننه ساختمان پورې کومه اړه نه لري،مګرد اتکاء ګانود موقعيت پورې اړه لري.

د فرم د ميلو د تاثيرکرښوپه ترتيبولوکې اټکلوو،چې د اتکاء ګانو د تاثير کرښې معلومې دي.

د فرم په ميلوکې د تاثيرد کرښود ترتيبولولپاره لانديني مثال ګورو.

۶,۱ مثال

د يوفرم(۶,۱۰شکل) په پورتني کمربند کې P=1 خوځنده بار واقع دی د فرم د R_{A} اتکاء او په 9-7، 9-6 او 7-6 ميلوکې د تاثيرکرښې رسم کړئ.

ترهرڅه د مخه لومړی د R_{A} عکس العمل د تاثيرکرښه پيدا کوو:

$$\sum M_B = 0;\ R_{\mathrm{A}} \times \ell - \mathrm{P} \times \mathrm{z} = 0.$$

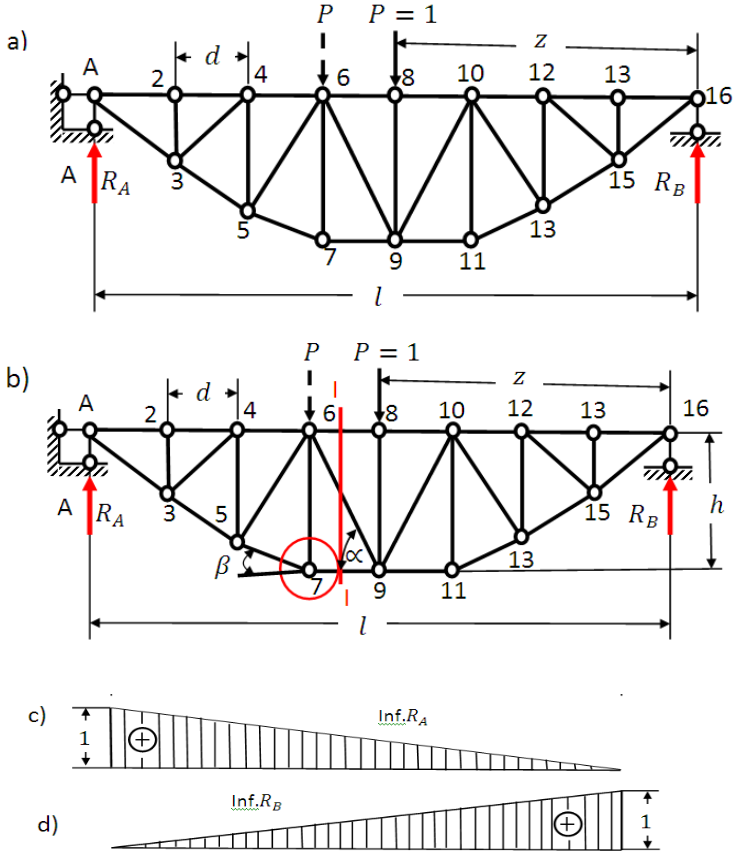
له دې ځايه R_{A} په لاس راوړو:

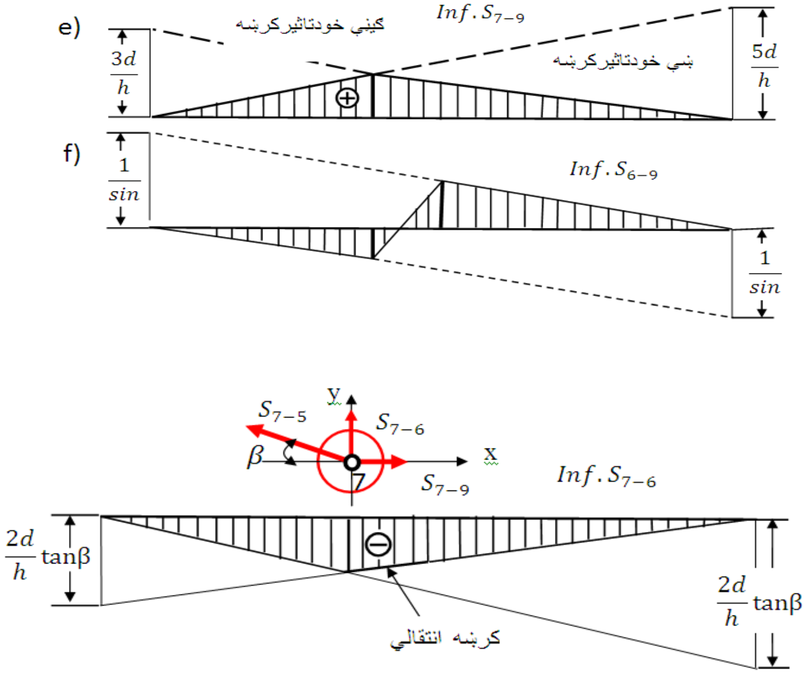
$$R_{\mathrm{A}} = \frac{\mathrm{z}}{l}\ 0 \le z \le l$$

کله :

$$z = 0;\ \ R_{\text{A}} = \frac{0}{l} = 0 \ \Rightarrow \ R_{\text{A}} = 0$$

$$z = l;\ \ R_{\text{A}} = \frac{l}{l} = 1 \ \Rightarrow \ R_{\text{A}} = 1$$





۶,۱۰ شکل:دځوځنده بارلاندې بار

په همدې ډول ورته R_B د تاثیرکرښه هم رسمولی شو.

له دې نه وروسته دمقطعې اودغوټې طریقې دواړه هم مهال کاروو

(b.۶‌۱۰شکل)اوپه شکل کې د قطعې له مخې په میلوکې د قطع دواړو خواو ته د ننه قوې S_{6-8} ، S_{6-9} او S_{7-9} ښیواو پورتنی شکل په لاندې ډول ښشیړوو.

د S_{7-9} د تاثیرکرښه

د S_{7-9} قوې د تاثیرد کرښې د رسمولو لپاره نسبت 6غوټې ته مومنتي معادله ترتیبوواود دې لپاره دP=1 خوځنده باردمقطعې په ښې خواکې واقع کوواود فرم ګینه خواګورو:

$$\sum M_6 = 0;\ R_A \times 3d - S_{7-9} \times h = 0$$

$$S_{7-9} = \frac{R_A \times 3d}{h}$$

دغه معادله دS_{7-9} دتاثیرکرښې ښې خوامعادله ده.

دګینې خوا دتاثیرد کرښې د معادلې دلاس ته راوړلولپاره P=1خوځنده بار ګینې خواکې واقع کوواود فرم ښې خوا ته نسبت 8 غوټې ته مومنتي معادله ترتیبوو:

$$\sum M_8 = 0;\ -R_B \times 5d + S_{7-9} \times h = 0$$

$$S_{7-9} = \frac{R_B \times 5d}{h}$$

دغه معادله د S_{7-9} تاثیرکرښې د ګینې خوا معادله ده د تاثیرکرښې رسموو(e.۶۱۰شکل).

د S_{6-9} د تاثیرکرښه

د دې قوې د تاثیرد کرښې درسمولولپاره P=1 ځوځنده بارد مقطعې په ښې خوا کې واقع کوواو نسبت y محورته تعادلي معادله ترتیبوو او د فرم ګینه خواګورو:

$$\sum_{L.S} F_y = 0;\ R_A - S_{6-9} \times sin \propto = 0$$

$$S_{6-9} = \frac{R_A}{sin \propto}$$

دغه معادله دS_{6-9} دتاثیرکرښې د ښې خوامعادله ده.

دS_{6-9} قوې د تاثيرد کرښې دمعادلې دلاس ته راوړلوله P=1خوځنده بارد مقطعې په کينه خوا کې واقع کوو اونسبت y محورته تعادلي معادله ترتيبوو:

$$\sum_{R.S} F_y = 0;\ R_B + S_{6-9} \times sin \propto = 0$$

$$S_{6-9} = -\frac{R_B}{sin \propto}$$

دغه معادله د S_{6-9} تاثيرکرښې دګينې خوامعادله ده.

د S_{7-6} تاثيرکرښه

دS_{6-9} قوې د تاثيرکرښې د رسمولو لپاره غوره ده،چې د غوټې طريقې نه کاراخلو،د 7غوټې په شاوخوکې ميلې پرې کوواونسبت y او $y^{/}$ دواړو محورنوته معادلې ترتيبوو:

$$\sum y^{/} = 0;\ S_{7-6} \times cos\beta + S_{7-9} \times sin\beta = 0$$

$$S_{7-6} = -\frac{S_{7-9} \times sin\beta}{cos\beta} = -S_{7-9} tan\beta$$

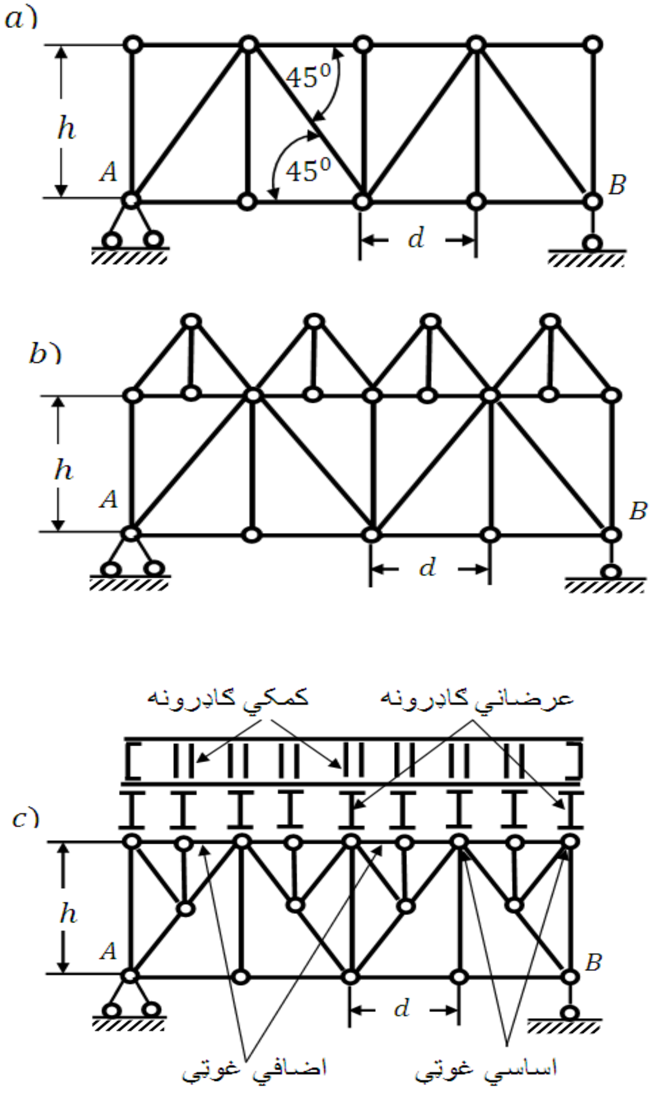
دغه معادله دS_{7-6} قوې د تاثيرکرښې دګينې خوامعادله ده.اويا په بل ډول:

$$S_{7-6} = -\frac{R_A \times 3d}{h} \times tan\beta$$

۷,۶ شپرنګلي فرمونه

لکه چې د فرم په موضوعګانوکې مو وکتل،په فرم کې دننه قوې دهغه دلوړوالي h سره متناسبې دي.يعنې هرڅومره چې د فرم لوړوالی ډيروي، نوپه هماغه اندازه په ميلوکې دننه قوې لږې وي.له همدې امله دفرم جالۍ ګانې داسې بايد جوړې شي ترڅوچې دعمودي اومايلو ميلو ترمنځ زاويې45^0 درجې وي(۶.a۱۱شکل).نوځکه د پانيل فا صل د فرم دلوړوالي سره بايد برابر وي h=d.

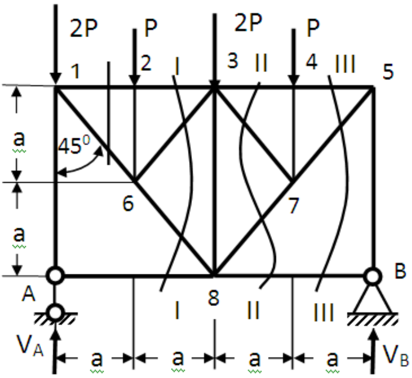
د فرم د لوړوالي د لوړیدومسئله داسې حلیږي،چې د فرم په هرپاینل کې باید اضافي عناصرچې دشپرنګل په نوم سره یادیږي ور باندې زیاتیږي (۶.b۱۱شکل).



۶.a,b,c۱۱شکلونه:شپرنګلي فرم

۶,۲ مثال

د ميله يزفرم(۱۲,۶شکل)په ميلوکې د بهرنيومتمرکزو قوو له اغيزڅخه دننه امتدادي قوې پيدا کړئ اوبيا د ميلولپاره د تاثيرکرښې رسم کړئ.



۶,۱۲ شکل:دبهرنيومتمرکزوقووتراغيزلاندې فرم

حل

لومړی اتکاءيزعکس العملونه د ستاتيک دتعادلي معادلوپه مرسته پيدا کوو:

$$\sum \mathrm{M_A} = 0;\ P.a + 2P.2a + P.3a -$$

$$-V_B.4a = 0$$

$$\sum \mathrm{M_B} = 0; V_A.4a - 2P.4a - P.3a -$$

$$2P.2a - Pa = 0$$

د لومړی معادلې نه $\mathrm{V_B}$ پيدا کوواو د معادلې نه $\mathrm{V_A}$ پيدا کوو:

$$V_B = \frac{P.a + 2P.2a + P.3a}{4a} = \frac{8aP}{4a} = 2P$$

$$V_A = \frac{2P.4a + P.3a + 2P2a + pa}{4a} =$$

$$= \frac{16aP}{4a} = 4P$$

د اتكاءيزعكس العملونود ټاكنې نه وروسته د فرم په ښې خوا كې ميلې پرې كوو(۱۲b.۶شكل)او د ګينې خواهرې يوې پرې شوې برخې لپاره تعادل يې په ځانګړې توګه ګورو او د ستاتيک تعادلې معادلې كاروو.

د اتكاءيزوعكس العملونود پيدا كولونه وروسته دهغوي كنترول كوو:

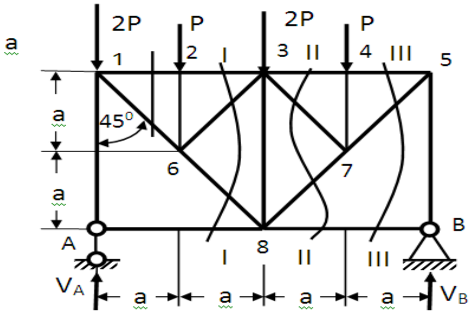
$$F_y = 0;\ V_A + V_B - \ 2P - P - 2P - p =$$

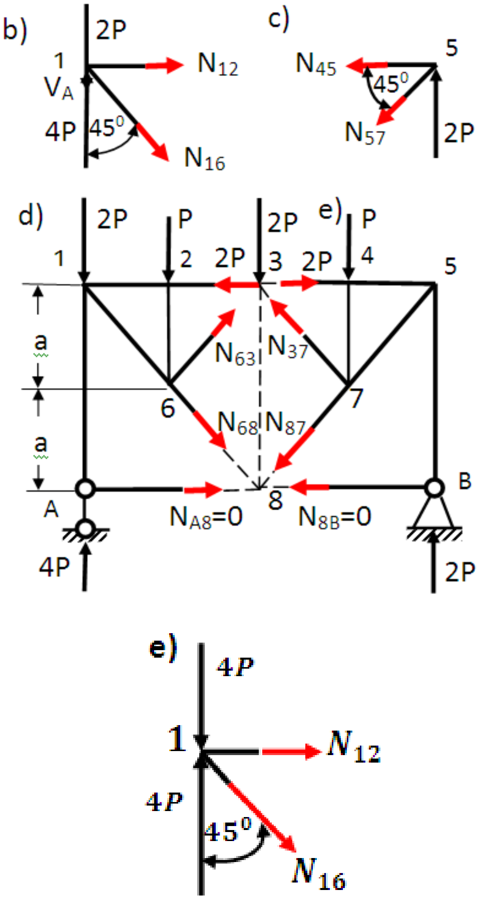
$$= 4P + 2P - 6P = 6P - 6P = 0 \Leftrightarrow 0$$

له دې نه وروسته د فرم د A غوټې په شاوخوا په ميلو كې دغوټې د طريقې په مرسته دننه امتدادي قوې پيداكوو:

$$F_y = 0;\ N_{A1} + 4P = 0\ \Rightarrow\ N_{A1} = -4P$$

$$F_x = 0;\ N_{A8} = 0$$





۶,۱۲ شکل:دمتمرکزقوولاندې فرم

له دې نه وروسته د فرم د 1 غوټې په شاوخوا ميلوکې دغوټې دطريقې په مرسته دننه امتدادي قوې پيداکوو:

$$F_y = 0;\ N_{A1} - 2P - N_{16}.cos45^0 = 0$$

$$F_x = 0;\ N_{12} + N_{16}.cos45^0 = 0$$

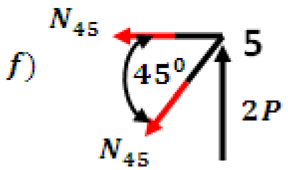
$$N_{16} = -\frac{4P - 2P}{cos45^0} = \frac{2P}{0.707} = 2.82P$$

$$N_{12} = 2.82P \times 0.7.7 = 1.99P \approx 2P$$

له دې نه وروسته د فرم د B غوټې په شاوخوا په میلوکې دغوټې د طریقې په مرسته دننه امتدادي قوې پیداکوو:

$$\mathrm{F_y} = 0;\ N_{B5} + 2P = 0\ \Rightarrow\ N_{A1} = -2P$$

$$\mathrm{F_x} = 0;\ N_{B8} = N_{BA} = 0$$



له دې نه وروسته د فرم د 5 غوټې په شاوخوا میلوکې د غوټې د طریقې په مرسته دننه امتدادي قوې پیداکوو:

$$\mathrm{F_y} = 0;\ 2P - \mathrm{N}_{57}.\,cos45^0 = 0$$

$$\mathrm{F_x} = 0;\ N_{54} + N_{57}.\,cos45^0 = 0$$

$$\mathrm{N}_{57} = \frac{2P}{0.707} = 2.82P$$

$$N_{54} = 2.82 \times 0.707 = -1.99P \approx -2P$$

اوس په میلوکې د دننه قوود ټاکنې لپاره د فرم لومړی قطع ګورو او د ستاتیک تعادلي معادلې کارو:

$$\sum M_3 = 0;\ (4P - 2P)2a - Pa -$$

$$-N_{68}.\,l_{36} = 0$$

د l_{36} قيمت د پيداکولولپاره لاندينۍ معادله کاروو:

$$a^2 + b^2 = l_{36}^2$$

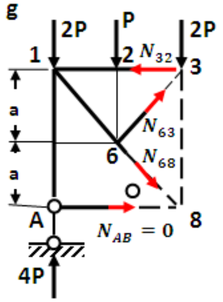
له دې ځايه په لاس راوړوچې:

$$l_{36} = \sqrt{2a} = 1.414a$$

اوس په 6-8 ميله کې N_{68} دننه قوه پيداکوو:

$$N_{68} = \frac{(4P - 2P)2a - Pa}{l_{36}} = \frac{8Pa - 5Pa}{1.414a} =$$

$$= \frac{3Pa}{1.414a} = 2.12P$$



همدارنګه په 6-3 ميله کې N_{63} دننه قوه

پيداکوو:

$$M_8 = 0;\ (4P - 2P)2a - Pa$$

$$+N_{63}.l_{36} - -2P.2a = 0$$

دغرنګه،چې $l_{68} = l_{63}$ نو ځکه د N_{63} قيمت په لاندې توګه پيدا

کوو:

$$N_{63} = \frac{Pa}{1.414a} = 0.707P$$

اوس کنترول کوو:

$$\sum F_x = -2.82P.cos45^0 + 0.707.cos45^0 +$$

$$+2.122P.cos45^0$$

اوس د فرم دویمه قطع ګورو،په دې قطع کې دN_{87} قوه واقع ده،چې

د ستاتیک د تعادلي معادلې له مخې یې قیمت پیداکولی شو:

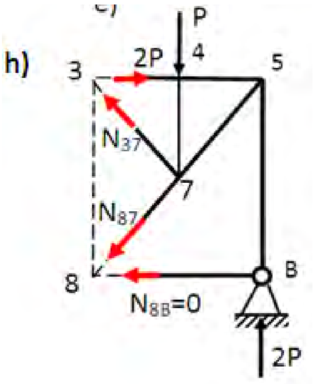
$$\sum M_3 = 0$$

$$\sum M_3 = 2P.2a - Pa - N_{87}.l_{87} = 0$$

ځرنګه چې $l_{36} = l_{37} = l_{87}$ نوځکه

له پورتني فورمول ځخه په لاس راوړو

چې:



$$N_{87} = \frac{2P.2a - Pa}{1.414a} =$$

$$= \frac{3Pa}{1.414a} = 2.122P$$

همدارنګه:

$$\sum M_8 = 2P.2a - Pa - N_{37}.l_{87} -$$

$$-2P.2a = 0$$

$$N_{37} = \frac{2P.2a - Pa - 4Pa}{1.414a} = \frac{-Pa}{1.414a} =$$

$$= 0.707P$$

له دې وروسته د فرم په میلوکې د دننه قوود تاثیرکرښې رسموو (۶,۱۲شکل).

لومړۍ د پخوا په څیرد اتکاءګانو (۱۲b,c.۶شکل) د تاثیر کرښې رسموو.

په میلوکې د تاثیرد کرښودرسمولولپاره دI-I مقطعې په ښې خوا کې واحدي بار P=1 واقع کوو (۱۲a.۶شکل)،اود مقطعې ګینه ګورو،نود میلې لپاره نسبت نقطې ته) (1 تعادلي معادله ترتیبوو:

$$\sum M_1 = 0;\ N_{63}.\,l_{16} = 0, \Rightarrow N_{63} = 0;$$

بیا واحدي بارد I-I مقطې په ګینه خواکې واقع کوواود ښې خوا تعادل یې ګورو:

$$\sum M_1 = 0;\ N_{63}.\,l_{16} - V_B.\,4a = 0$$

$$\Rightarrow\ N_{63} = \frac{V_B \times 4a}{1.414a} = 2.82V_B = 5.657P;$$

د 3-6 میلې دتاثیرکرښې(۱۲d-۶شکل) لپاره :

$$N_{63} = 0.707\ \mathrm{P}$$

د1-2 میلې د تاثیرکرښې لپاره هم د I-I مقطع کاروو.په ګینه خوا کې بار واقع دی دی اود ښې خواتعادل یې ګورو:

$$\sum M_6 = 0;\ \ V_A.\,a + N_{23}.\,a = 0$$

$$N_{23} = -V_A$$

دا چې واحدی باردمقطعې په ګینه خواکې واقع دی،نوځکه د I-I

مقطعې ښې خواګورو:

$$\sum M_6 = 0;\ V_B.\,3a + N_{23}.\,a = 0;$$

$$N_{23} = -3V_B.$$

دN_{23} د تاثیرکرښه رسمووڅ(۶.e۱۲شکل).

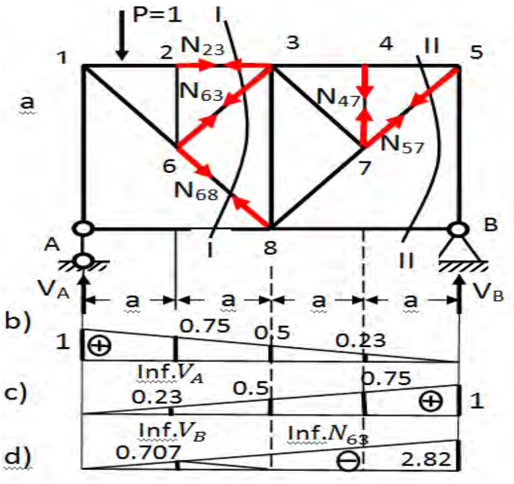
د N_{23} قوې د تاثیر کرښه رسمووڅ(۶-f۱۲شکل)شکل ته وګورئ او فرم په بهرني باربارووڅ:

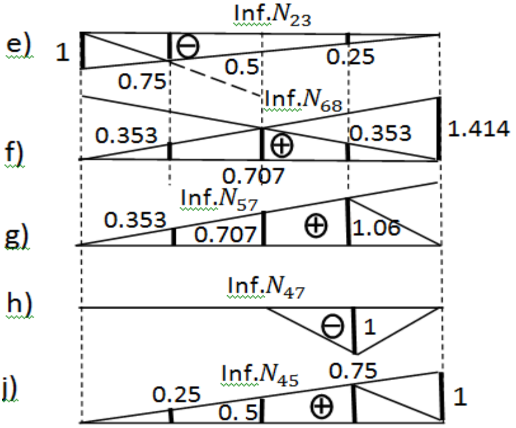
$$N_{23} = P(-0.75) + 2P(-0.5) + P(-0.25) = 2P$$

اود N_{68} قوې د تاثیرکرښه رسمووڅ،اتکلووچې واحدي قوه د I-I

مقطعې په ښي خوا کې واقع ده.نوهغه مهال د مقطې د ګینې خوا تعادل ګورو:

$$\sum M_3 = 0;\ V_A.2a - N_{68}.l_{36} = 0.$$





۶,۱۲شکل :دفرم په ميلوکې دتاثيرکرښې

$$N_{68} = \frac{V_A.2a}{l_{36}} = \frac{V_A.2a}{1.414a} = 1.414.V_A$$

که چيرې واحدي قوه د I-Iمقطعې په ګينه خوا کې واقع شی،نود I-I مقطعې دښې خواتعادل ګورو:

$$\sum M_3 = 0;\ V_B.2a - N_{68}.l_{36} = 0.$$

$$N_{68} = \frac{V_B.2a}{l_{36}} = \frac{V_B.2a}{1.414a} = 1.414.V_B$$

د لاس ته راغلوقيمتونوله مخې دN_{68} قوې(۶.f۱۲شکل) د تاثيرکرښه رسمووأود لاس ته راغلي تاثيرکرښی باندې يې باروو:

$$N_{68} = P.0.353 + 2P.0.707 + P.0.353 =$$

$$= 2.122P$$

له د ې ورسته II-IIمقطع په پام کې نيسواو واحدي بارد مقطعې په ګينه خوا کې واقع کوواو د ښې خواتعادل يې ګورو.د دې لپاره چې دN_{57} قوې د تاثيرکرښه رسم کړو،نود لاندېنی معادلې نه کاراخلو:

$$\sum F_y = 0;\ V_B - N_{57}.cos45^0 = 0.$$

$$N_{57} = 1.414V_B$$

د V_B دتاثيرکرښې ټول اردينات په 1.414 قيمت کې ضربووداوغه برخه چې د II-II مقطعې په ګينه خوا کې(۶.g۱۲شکل) کرښې کرښې کوو،ځکه چې واحدي باردمقطعې په ګينه خواکې واقع دی.

اوس اټکلووچې واحدي بارپه 5 نقطې کې واقع دی.اود فرم د ښې خوا برخې لپاره چې د II-II مقطعې په ښې خواکې واقع ده معادله ترتيبوو:

$$\sum F_y = 0;$$

نوپه لاس راځي چې دننه قوه $N_{57} = 0$ ده .د قوې د رسم شوي تاثير کرښه په متمرکزې قوې باندې باروو(۶.a۱۲شکل):

$$\mathrm{N}_{57} = 2P.0 + P.0.353 + 2P.0.707 + +P.1.06 =$$

$$= 2.82P$$

په بارشوي 7-4شپرنکل کې د N_{47} قوې د تاثيرکرښې د رسمولو له پاره بايد د P=1 واحدي قوې دوه حالتونه په پام کې نيسو:

لومړی واحدقوه 4 په غوټه کې يعنې ($N_{47} = -1$)او په دويم حالت کې د فرم په نورو غوټو(۶. h۱۲شکل).کې $N_{47} = 0$ او په پای کې د N_{45} قوې دتاثيرکرښه رسموو،د دې لپاره د II-II مقطع کارووواو واحدي قوه د مقطعې په ګينه خواکې واقع کوواو د ښې خوا تعادل يې ګورو په لاس راوړو چې:

$$\sum M_8 = 0;\ N_{45}.2a + V_B.2a = 0.$$

$$N_{45}. = -V_B = 4P$$

بارپه 5نقطه کې دی د فرم د ښې خوا د تعادلي شرايطو څخه په لاس راوړوچې:

$$\sum F_y = 0;\ 1 - 1 - N_{45}.cos45^0 = 0,$$

$$N_{45} = 0,$$

او:

$$\sum F_x = 0, N_{45} = 0,$$

د 5نقطې له پاره بايددننه قوه حتمی صفروي(۶.j۱۲شکل) د 4 نقطې لاند ې د اردينات په 0.75 اندازه يوه منکسره کرښه رسموو،چې د 5 نقطې سره سمون لري اوپه هغې کې قوه صفر ده.

د فرم د N_{45} قوې دتاثيرپه بهرنی باربارو:

$$N_{45} = P.0.25 + 2P.0.5 + P.0.75 = 2P$$

۶,۳ مثال

د درې غوټې يزفرم (۶,۱۳ شکل)له پاسه متمرکزې قوې اغيزې کوي.د فرم په ميلوکې امتدادي قوې پيداکړئ اودفرم د ميلولپاره دتاثيرکرښې که دبهرنيوقوود تاثيرکرښې و کاروئ رسم کړئ.

حل

لومړی د ستاتيک دتعادلي معادلوپه مرسته اتکاءيزعکس العملونه پيداکوو:

$$\sum \mathrm{M_A} = 0;\ P.a + 2P.2a + 2P.3a +$$

$$+P.4a - V_B.5a = 0$$

$$V_B = \frac{P.a + 2P.2a + 2P.3a + P.4a}{5a} = 3P$$

$$V_B = 3\ P$$

$$\sum \mathrm{M_B} = 0;\ -P.4a - 2P.3a - 2P.2a -$$

$$-P.a + V_A.5a = 0$$

$$V_A = \frac{-P.4a - 2P.3a - 2P.2a - P.a}{5a} = 3P$$

$$V_A = 3\ P$$

$$\sum M_C^{R.S} = 0;\ P.a + H.2a - V_B.2a = 0.$$

$$H = 25\ P$$

د Aاو Bغوټې دغوټې دطريقې له مخې پرې کوو:

$$N_{A4} = N_{B8} = -3.536\ P$$

$$N_{A1} = N_{B7} = -0.5\ P$$

د 1او 7غوټې دغوټې دطريقې له مخې پرې کوو:

$$N_{14} = N_{78} = -3.536\ P$$

$$N_{A1} = N_{12} = -0.5\ P = N_{67}$$

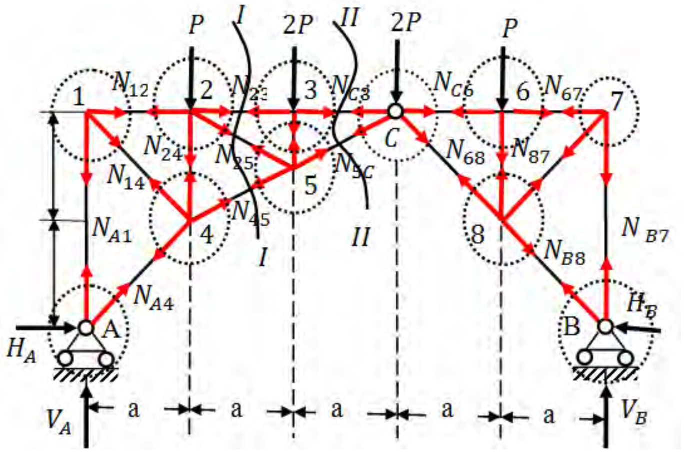
اوس د غوټې تعادل ګورو:

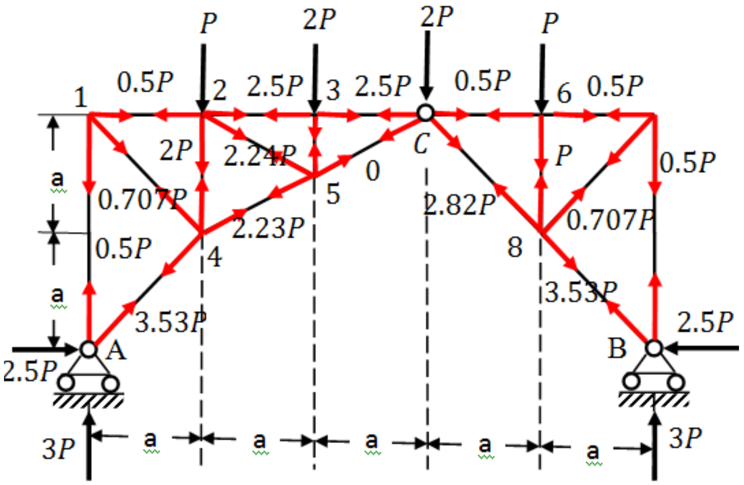
$$N_{86} = -P.N_{C6} = -0.5\ P$$

د 4 غوټې تعادل ګورو،لومړی د C-4-2مثلث څخه په لاس راوړو چې:

$$tan\beta = \frac{2a}{a} = 2;\ \beta = 63.4^0$$

$$sin\beta = 0.894;\ cos\beta = 0.446.$$





۶,۱۳شکل: دبهرنيوقوولاندې فرم

له دې نه وروسته ليکوچې:

$$\sum F_x = 0;\ 3.356Psin45^0 - 0.707Psin45^0 +$$

$$+N_{45}.sin\beta = o,$$

$$N_{45} = -2.237P.$$

$$\sum F_y = 0;\ 3.356Pcos45^0 + 0.707Pcos45^0 +$$

$$+N_{24} - 2.237P.cos\beta = o$$

$$N_{42} = -2\ P$$

ميلې د I-I په امتداد کې پرې کوو اود فرم پرې شوې برخې تعادل يې ګورو:

$$\sum M_5 = 0;\ 2.5P\ - 1.5P - 3P.2a -$$

$$-N_{23}.\frac{a}{2} + P.a = 0,$$

$$N_{23} = -2.5\ P,$$

د 3غوټې په شاوخوا کې ميلې پرې کوواو تعادل ګوروو نو په لاس راوړوچې:

$$N_{C3} = -2.5\ P, N_{35} = -2\ P,$$

د 2غوټې په شاو خوا کې ميلې پرې کوواو تعادل ګورو، نوپه لاس راوړوچې:

$$\sum F_y = 0;\ -P + 2P - N_{25}.cos\beta = 0.$$

$$N_{25} = 2.24\ P$$

د $\sum F_y = 0$ شرايط د کنترول له پاره کارول کيږي.د فرم ميلې په II-II امتداد کی پرې کووا‌و د يوې خوا تعادل يې ګورو،د معادلې څخه او د ښې يا ګينې خوادتعادل څخه په لاس راوړو:

$$\sum F_y = 0;\ N_{5C} = 0.$$

د فرم ميلې د III_III په امتداد کې پرې کووا‌و د تعادل څخه يې په لاس راوړوچې:

$$N_{CB} = -2.282\ P.$$

په همدې ډول ورته په ټولوميلو(۶،۱۳ شکل)کې امتدادي قوې پيدا کولی شو.

د فرم د ميلو د دننه قوو د تاثير د کرښو رسمولو په موخه لومړي د عمودي اتکاءيزعکس العملونو(۶. ۱۳b,c شکل)دتاثيرکرښې رسموو د تاثيردغه کرښه باروواوپه لاس راوړوچې:

$$H_A + H_B = P.0.8 + 2p.0.6 + 2P.0.4 + P.0.2 = 3P$$

له دې نه وروسته د راسپور $H_A + H_B = H$ د تاثيرکرښې رسمولو ته ورتيريږو.اټکلووچې واحدي بارد غوټې په ګينه خوا کې واقع دی،نو د فرم دښې خواتعادل ګورو:

$$\sum M_C = 0;\ V_B.2a - H.2a = 0.H = V_B$$

که بارد Cغوټې په ښې خواکې واقع شي،نودفرم د ګينې خوا تعادل يې ګورو:

$$\sum M_C = 0;\ V_A.3a - H.2a = 0.H = 1.5V_A$$

د راسپورد تاثير کرښه رسموو(۶.c ۱۳شکل) اودغه د تاثيرکرښه باروو اوپه لاس راوړوچې:

$$H = P.0.2 + 2P.0.4 + 2P.0.6 + P.0.3 = 2.5P$$

دN_{A1} د تاثيرکرښې دسمولولپاره دI-I مقطع په پام کې نيسو.که چيرې P=1 واحدي بار د مقطعې په ښې خوا کې واقع کوواود فرم د ګينې خوا تعادل ګورو:

$$\sum M_1 = 0;\ H_A.2a + N_{A4}.l_{14} = 0.$$

$$N_{A4} = \frac{H_A.2a}{l_{14}}$$

ځرنګه چې : $l_{14} = \sqrt{2a^2} = 1.414a$ دی،نوځکه:

$N_{A4} = -1.414.H$ دی،يعنې دH د تاثيرکرښې اردينات په ضربوو اود N_{A4} دتاثيرکرښه رسموو(۶.d۱۳شکل).

دN_{A4} د تاثير د کرښې د نورو برخولپاره،اتکلوو چې واحدي بارد 1 په نقطه کې واقع دی نوځکه دتعادلي شرايطوله مخې يعنې $\sum M_C = 0;$

ځخه $V_A = 1$ او$H_A = 0$ په لاس راځي .بيا د Aغوټې په شاوخوا کې ميلې پرې کوواو تعادل يې ګوروپه لاس راوړو چې $N_{A4} = 0$ د فرم د 1 نقطې لاندې دN_{A4} تاثيرکرښې باندې دغه اردينات ځای پرځای کوو.

لدې نه وروسته انتقالي کرښه تيروود C نقطې سره د 0 او0.282 نقطې سره نښلوواود N_{A4} د تاثيرکرښه په بهرني باربارو:

$$N_{A4} = P(-0.282) + 2P(-0.565) +$$

$$+2P(-0.848) + P(-0.424) = -3.53P$$

فرم په II-II کې پرې کوواوواحدي باردمقطعې په ښۍ خواکې واقع کوو ګينې خوا تعادل يې ګوروا وله هغې ځخه د N_{5C} قوې د تاثيرکرښه رسموو(۶.e۱۳شکل):

$$\sum F_y = 0;\ V_B - N_{5C}.\sin\beta = 0,$$

$$N_{5C}=1.119$$

د تاثيردغه کرښه په بهرني متمرکزباربارو:

$$N_{5C} = P.0.223 + 2P.0.447 +$$

$$+2P(-0.447) + P(-0.223) = 0$$

د II-II مقطع دN_{3C} قوې د تاثيرکرښې درسمولو لپاره هم مناسبه ده.

اټکلوو چې واحدی بارد مقطعې په ښي خوا کې دی نوځکه:

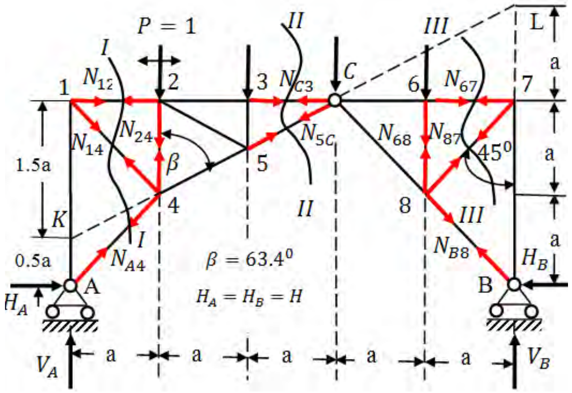
$$\sum M_K = 0;\ H_A(2a - l_{1K}) - N_{3C}.l_{1K} = 0,$$

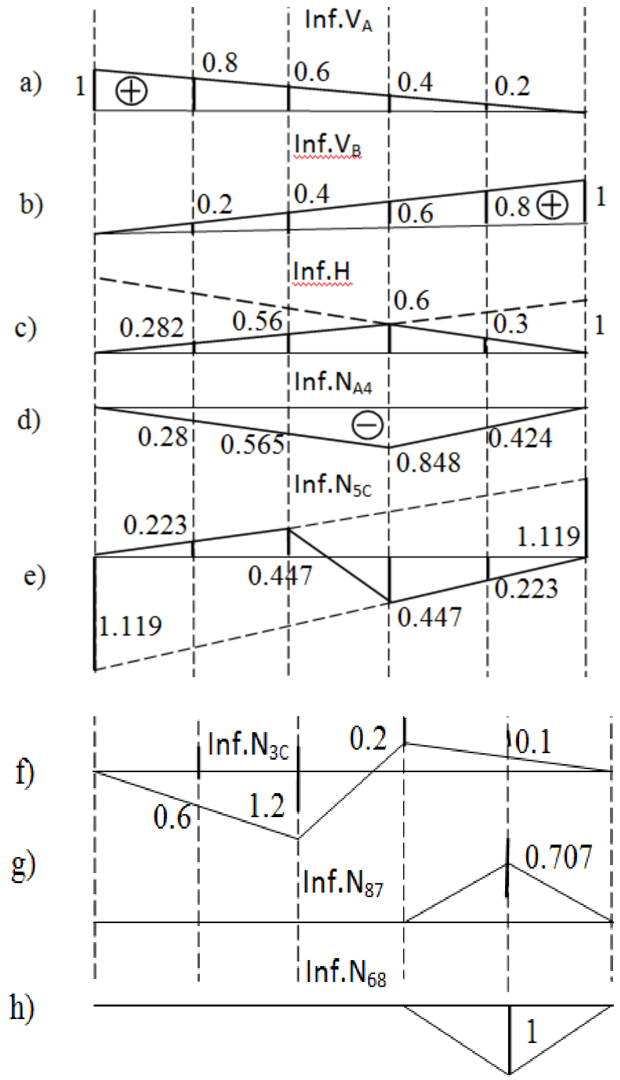
دلاندينی مثلثاتي رابطې څخه په لاس راوړو:

$$tan\beta = \frac{3a}{l_{1K}} \Rightarrow l_{1K} = \frac{3a}{tan\beta} = \frac{3a}{2} = 1.5\,a$$

په همدې ډول په لاس راوړو:

$$N_{3C} = \frac{2a - 1.5a}{1.5a} H_A = 0.333H$$





۶ .۱۳ شکل: دبهرنیوقوولاندي دري غوټې يزفرم

واحدی بارد مقطعې په کينه خواکې واقع کوواود بنې خوا تعادل يې ګورو:

$$\sum M_L = 0;\ H_B.3a + N_{3C}.a = 0,$$

$$N_{3C} = -3H$$

د تاثيردغه په بهرني باربارورو(۶. f ۱۳۵شکل):

$$N_{C3} = P(-0.6) + 2P(-0.2) + 2P.2a +$$

$$+P.0.1 = -2.5P$$

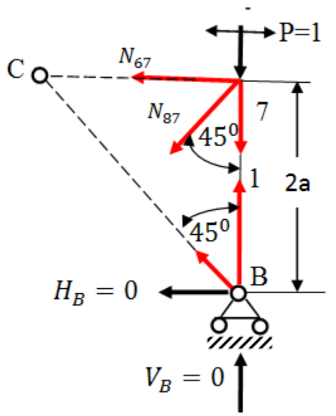
فرم په III-II کې پرې کوو(۶،۱۴شکل)که واحدي بارد مقطعې په ګينه خواکې واقع شي،نودN_{87} قوې تاثيرکربنه د رسمولوله پاره فرم د ښي خواتعادل ګورو:

$$\sum \mathrm{M_C} = 0;\ H_B.2a - V_B.2a + N_{87}.l_{8C} = 0,$$

$$N_{87} = 2a\frac{V_B - H}{l_{C8}} = (V_B - H)1.414.$$

په دې فورمول کې $l_{8C} = \sqrt{2a}$ سره برابردی.په دې ډول د N_{87}

د تاثيرکربښې د رسمولو له پاره (۶.g ۱۳شکل) بايد د V_B تاثيرکربښې اردينات څخه دH دتاثيرکربښې اردينات تفريق کړی شي.



د 6-7 په څنډوکې د انتقالي کربښې

درسمولولپاره اتکلووچې $P=1$

باردفرم ديورتنۍ تسمې د 7په

نقطه کې واقع دی.

د III-IIIمقطعې د ښي خوا د

تعادل له مخې 0او $V_{B=1}$ پيدا

۶،۱۴ شکل:د فرم يوه برخه

کوواو د وراکس $H = \sum M_C = 0$ تعادلي شرط له مخې N_{87} پيدا کوو.

په همدې ډول پو هيږوکه واحدي بارپه 7 نقطه واقع کړو،نودفرم په 7-8

ميله کې دننه قوه N_{87} صفرکيږي اودا د N_{87} په تاثيرکرښه کې ښودلى شو دغه کرښه باروو:

$$N_{87} = P.0.707 = 0.707P$$

دN_{68} تاثيرکرښې د رسمولوله پاره د واحدي باردوه حالتونه وګورو.

لومړى بار په 6نقطه کې د 6نه بهرواقع کوو.دN_{68} د تاثيرکرښه په (h.۶ ۱۳شکل) کې ښودل شوې ده.

۶,۴ مثال

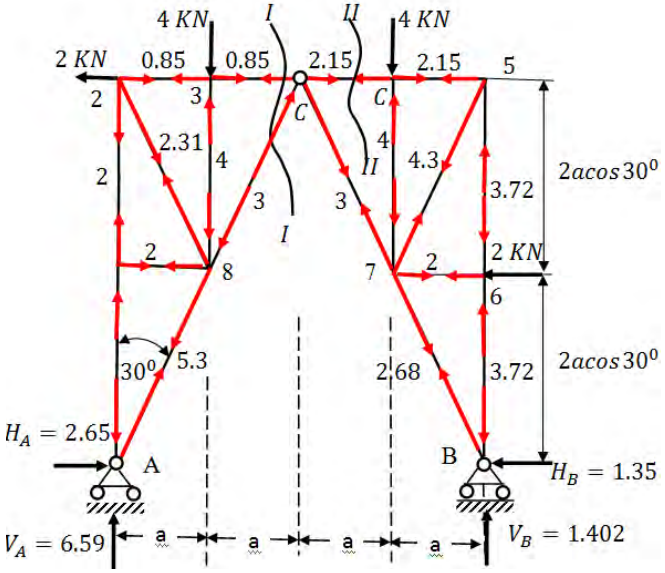
يودرې غوټيزفرم(۱۵,۶ شکل)دافقي اوعمودي متمرکزلاندې واقع دى اتکاءيزعکس العملونه اودننه قوې يې په پيداکړئ.

حل

د دغه پوښتنې حل د فرم د H_A،V_B،V_A او H_B تکاءيزوعکس العملونو له پيداکولونه پيل کوو.بيا په پرله پسې توګه دفرم د A،1،2 او3 غوټې پرې کوواو دهرې يوې هرې يوې برخې تعادل يې ګورو،چې له هغوې څخه د فرم په ميلوکې امتدادي قوې په لاس راځي.
له دې نه ورسته فرم د I-I اوII-II په مقطعوکې پرې کوواوپه ميلوکې N_{CB} ، N_{C7} اوN_{C4} پيدا کوو.دلاس ته راغلو قيمتونود کنترول لپاره د C غوټه پرې کوواودهغې له پاره تعادلې معادلې$\sum X = 0$ او$\sum Y = 0$ ترتيبوو.بيا 4غوټه پرې کوواوپه ميلوکې N_{45}= N_{C4}اوN_{47} پيدا کوو.

له دې نه وروسته د Bغوټه‌پرې کوواودهغې له پاره هم تعادلې معادلې ترتيبوو.

بیا د 5غوټې تعادل ګورو $(\sum X = 0)$ اود N_{57} قیمت پید ا کوو.د
کنترول لپاره د 7غوټه په پام کې نیسواوتعادلي معادلي $\sum X = 0$
او$\sum Y = 0$ ترتیبوو.



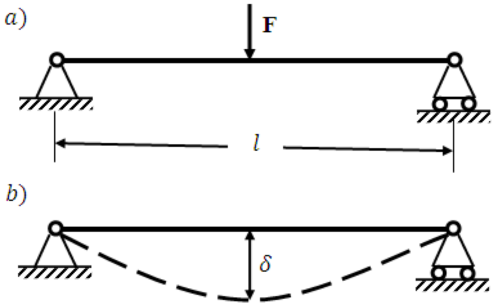
۶,۱۵شکل:دبهرنیوقوو لاندې فرم

۶,۱۵ شکل :فرم د بهرني بار لاندې

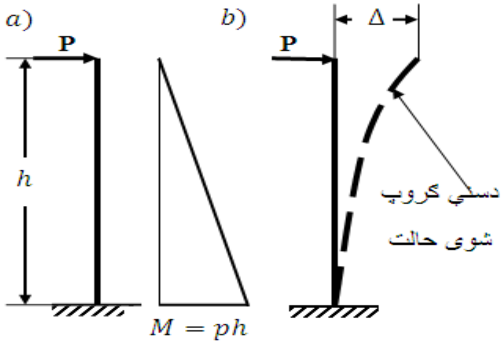
۶,۸ د ګاډراوفرم د ګروپیدنې ښودنه

د ګاډر له پاسه چې کوم بهرنی بار اغیزه کوي،په پایله کې په هغې کې د شکل بدلون یعنې ګروپیدنه رامنځته کوي(۶,۱۷ شکل). دشکل نه کتل کیږي،چې د ګاډرډیره لویه ګروپیدنه د ګاډرپه منځنی برخه کې ده.

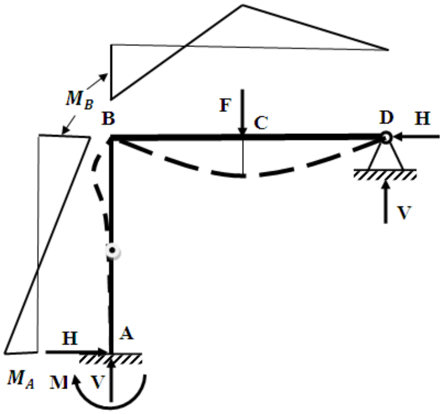
همدارنګه که مونږ یوه ستنه یا پایه په پام کې ونیسو(۶.a ۱۸ شکل)،نو دغه ستنه هم دشکل بدلون یعنې ګروپیدنه حاصلوي(۶.b ۱۸ شکل).



۱۷,۶ شکل:دبهرني بارلاندې ګاډر

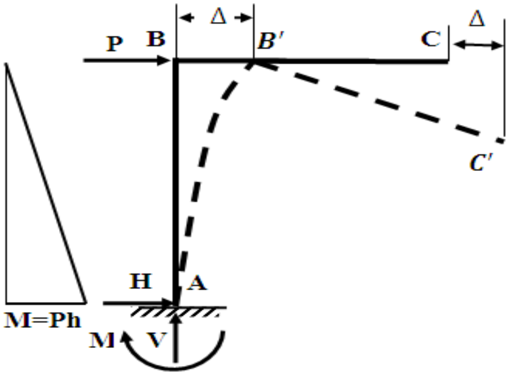


۱۸,۶ شکل:دبهرني بارلاندې ستنه یا پایه

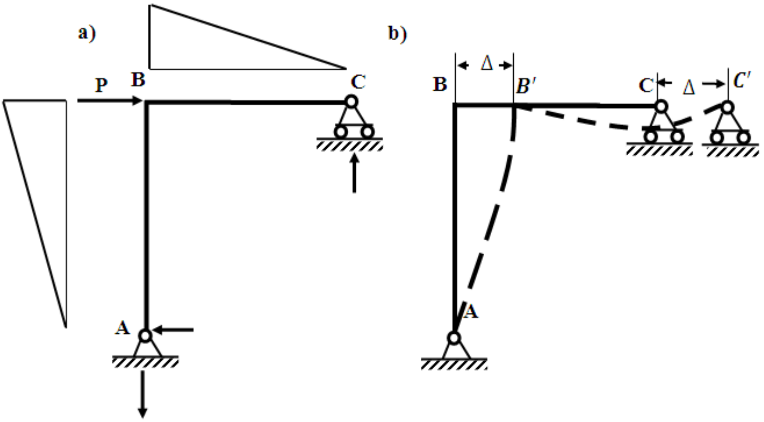


۱۹,۶ شکل:دبهرني بارلاندې ستنه یا پایه

د فرم بل ډول په پام کې ونيسو(۲۰۶او۲۱,۶ شکلونه) نودغه فرم هم شکل بدلون يعنې ګروپيدنه حاصلوي.



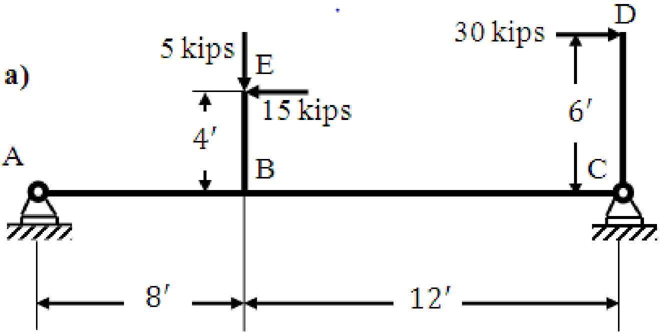
۲۰,۶ شکل:دبهرني بارلاندې ستنه يا پايه



۲۱,۶ شکل:دبهرني بارلاندې ستنه يا پايه

۵,۶ مثال

د يو فرم (۲۲,۶ شکل)له پاره د اتکاءيزعکس العملونود پيدا کولو نه وروسته دعرضي قوو اوکوږوالي مومنتونو دياګرامونه رسم کړئ.



۲۲,۶ شکل: دبهرني بارلاندې فرم

حل

لومړی نسبت نقطې ته د ټولوقوود مومنتونوالجبري مجموعه په پام کې نیسو:

$$\sum M_A = 0;\ 5 \times 8 - 15 \times 4 +$$

$$+30 \times 6 - R_C \times 20 = 0$$

$$R_C = \frac{40 - 60 + 180}{20} = \frac{160}{20} = 8\ kips$$

نسبت y محورته ستاتیکي معا دله ترتیبوو:

$$\sum F_y = 8 - 5 + R_{AY} = 0$$

$$R_{AY} = 3\ kips$$

نسبت x محورته ستاتیکي معا دله ترتیبوو:

$$\sum F_x = 30 - 15 - R_{Ax} = 0$$

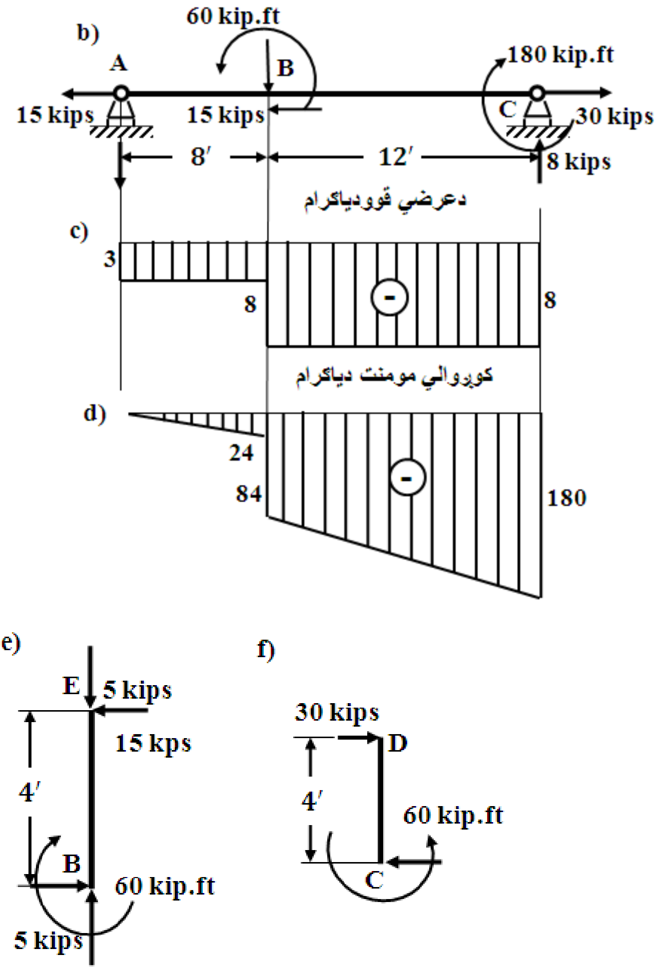
$$R_{Ax} = 15\ kips$$

اوس عرضي قوې پيداکوواوډياګرام يې رسموو:

$$Q_A = -3\ kips;$$

$$Q_B = -8\ kips;$$

$$Q_C = -8\ kips.$$



۲۲,۶شکل:دقوو لاندې فرم

له دې نه وروسته د کوږوالي مومنتونه پيدا کوواوډياګرام يې رسموو:

$$M_A = 0;$$

$$M_B^{I.S} = -3 \times 8 = -24\ kip.ft;$$

$$M_B^{R.S} = -3 \times 8 - 60 = -84\ kip.ft;$$

$$M_C = -180\ kip.ft$$

۷,۶ مثال

د يو فرم (۲۳,۶ شکل)له پاره د اتکاءيزعکس العملونود پيدا کولو نه وروسته د عرضي قوواوکوږوالي مومنتونوډياګرامونه رسم کړئ.

حل

لومړي اتکاءيزعکس العملونود پيداکولولپاره ستاتيک معادلې ترتيبوو:

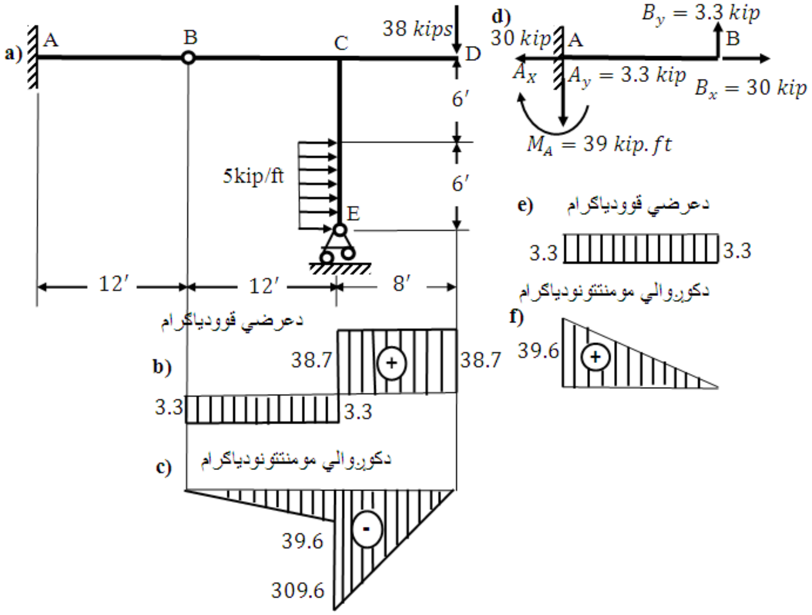
$$\sum M_B = 0;\ 38.7 \times 20 - 30 \times 9 - E_y \times 12 = 0;$$

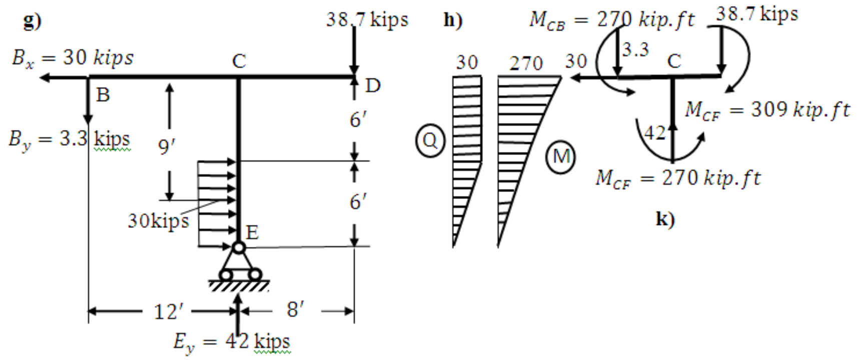
$$\sum F_x = 0;\ 30 - B_x = 0;\ B_x = 30\ kips$$

$$\sum F_y = 0;\ -B_y + 42 - 38.7 = 0;\ B_y = 3.3\ kips$$

اوس دعرضي قوواودکوږوالي مومنتونوډياګرامونه رسموو:

$$Q_B = -3.3\ kips;$$





۲۳,۶ شکل: دبهرني بارلاندې فرم[5:192-193]

$$Q_C^{L.S} = -3.3\ kips;$$

$$Q_C^{R.S} = 38.7\ kips;$$

$$Q_D^{L.S} = 38.7\ kips.$$

$$M_B = 0;$$

$$M_C^{L.S} = -39.6\ kip.ft$$

$$M_C^{R.S} = -309.6\ kip.$$

او همدارنګه په (۲۳ d.۶شکل) کې :

$$Q_A = -3.3\ kips$$

$$Q_B = -3.3\ kips$$

$$M_A = 39.6\ kip.ft;$$

$$M_B = 0\ .$$

۸,۶ مثال

دیوچوکاټ (۶,۲۴شکل) لپاره $l = 2\ M$ ، $h = 2\ M$ ، $M = 4KN.M$

او $F = 4\ KN$ راکړل شوي دي.

حل

الف. دچوکاټ کینوماتیکي څیړنه

۱.دسیستم دازادی حد پیداکوو:

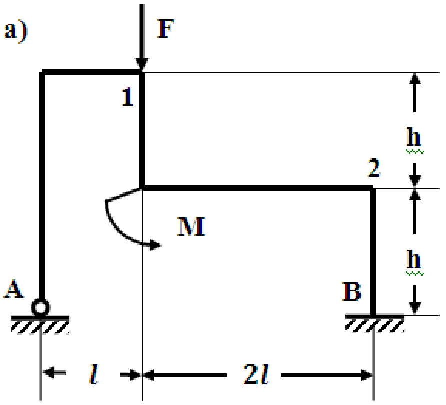
$$W = 3K - (2.S_{rec} + S)$$

W- داستقلالیت حد.

K- دسیستم دغوټوشمیر(3).

S- دسیستم دمیلوشیمر(5).

S_{rec}- داتکاءیزومیلوشمیر(2)



$$W = 3 \times 3 - (2 \times 2 + S) = 9 - 0 = 0$$

د پورتنی معادلي نه کتل کیږي ،چې دغه سیستم هندسي نه بدلون مونده‌نکی دی.

ب- دسیستم اتکاءیزعکس العملونه پیداکوو:

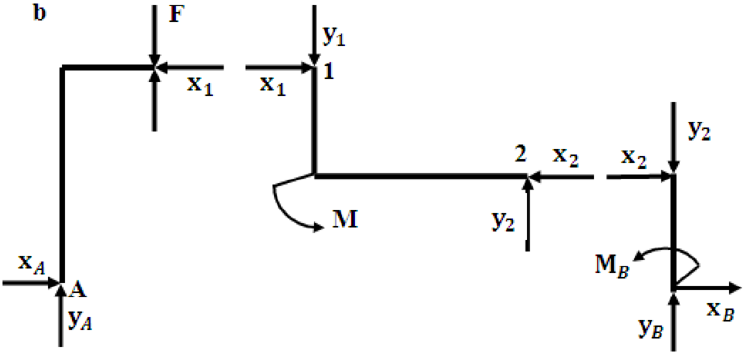
$\sum F_x = 0;\ x_A - x_1 = 0;\ y_A = 4\ KN$

د جوړښتونوتحليل

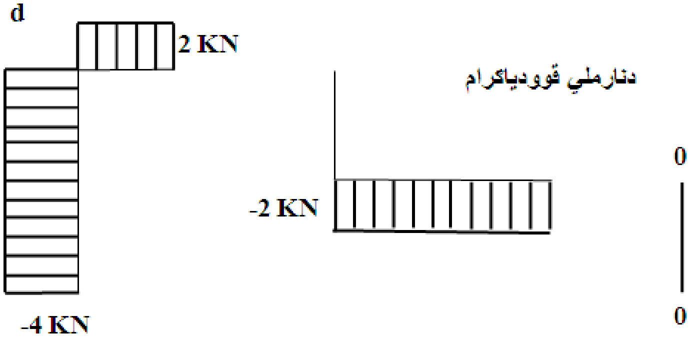
$$\sum M_A = 0;\ 4 \times 2 - x_1 \times 2 = 0;\ x_1 = 4\ KN$$

$$x_A = x_1 = -x_2 = -x_B$$

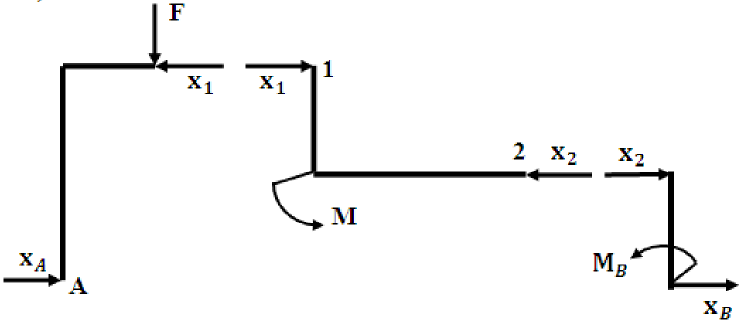
b

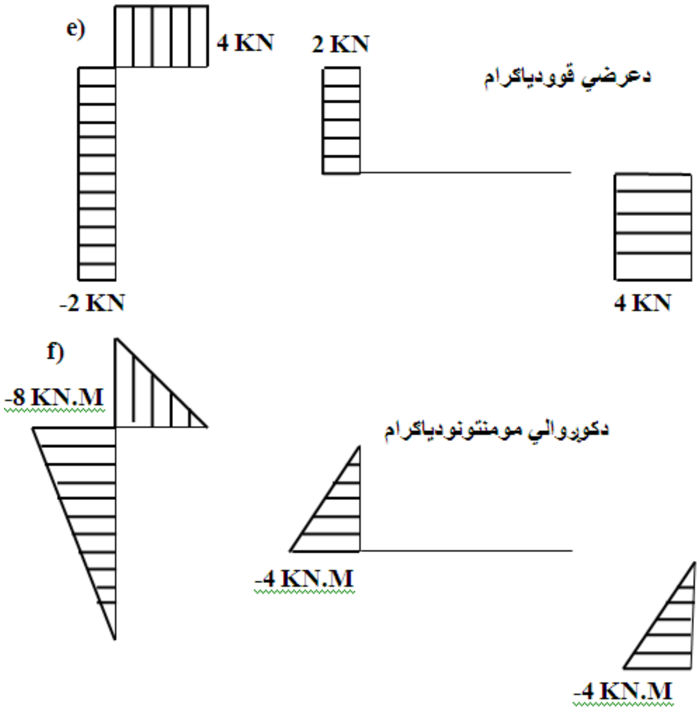


d

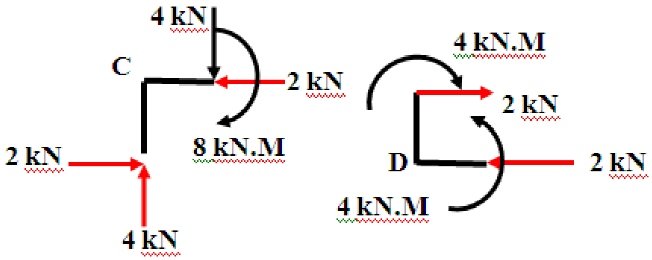


c)





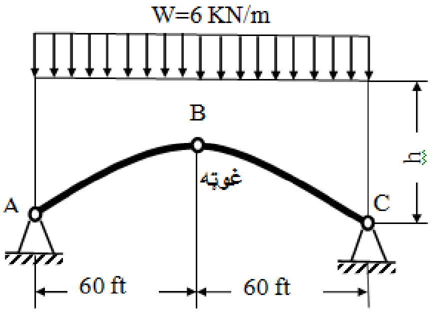
۶,۲۴ شکل:دبهرنی بارلاندې چوکاټ



۶,۲۵ شکل:دچوکاټ دغوټوپرې کونه [1.C.M Анохин.Н.Н,

پوښتنې

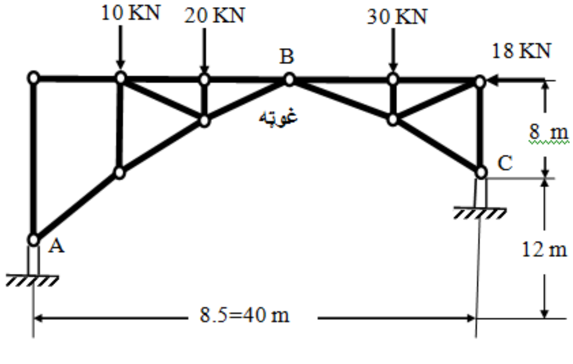
۶,۱ پوښتنه: د یو پارابولي کمان (۶,۲۶ شکل)له پاره که د کمان د وایې اوږدوالي یې 120ft او لوړوالي یې بیلا بیل قیمتونه لري ،لکه h=12,24 8 ft ولري،نوکششي قوه T پیداکړئ.



۶,۲۶ شکل: دویشلي بارلاندې درې غوټې یزکمان

۶,۲ پوښتنه

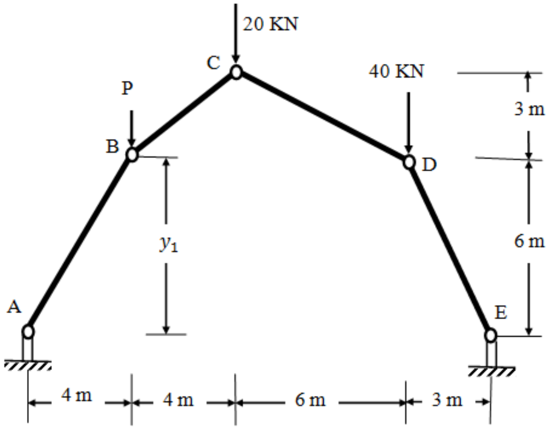
دیو پا رابولي کمان(۶,۲۷ شکل) له پاره،چې د بیلابیلومتمرکزوبارونو لاندې واقع دی.اونورې فاصلې په شکل کې ور کړل شوي دي اتکاءیز عکس العملونه یې پیداکړئ.



۶,۲۷ شکل: دمتمرکزوبارونولاندې درې غوټې یزکمان

۶,۳ پوښتنه

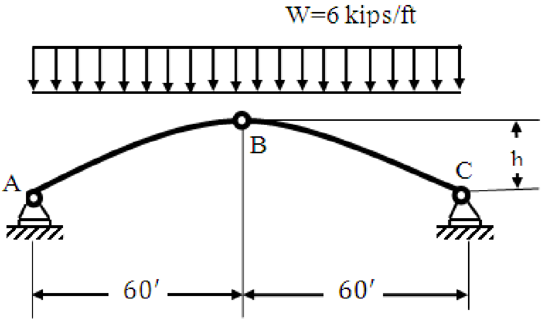
د يوپارابولي کمان(۶,۲۸ شکل)له پاره،چې د بيلا بيلومتمرکزوبارونو لاندې واقع دی.او نورې فاصلې په شکل کې ورکړل شوي دي اتکاءيعکس العملونه يې پيداکړئ.



۶,۲۸ شکل: دمتمرکزوبارونولاندې يزکمان[4: 255]

۶,۴ پوښتنه

د يوپا رابولي کمان(۶,۲۹ شکل)لپاره،چې د ويشلی منظم بارلاندې واقع ددی.اونورې فاصلې په شکل کې ورکړل شوي، اتکاءيزعکس العملونه يې پيداکړئ.

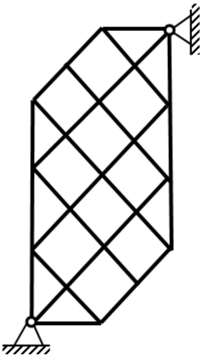


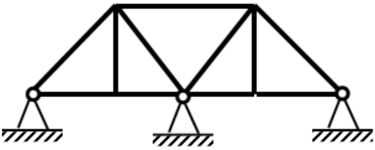
۶,۲۹ شکل: دمتمرکزوبارونولاندې يزکمان[4: 252]

۶,۵ پوښتنه

د يوقيچې ډوله جوړښتونو (۶,۳۰ شګل) او (۶,۳۱ شکل) ثاکلي او يا

نا ثاکلي ؟

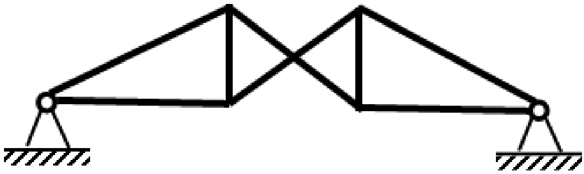




۶,۳۰ شګل ۶,۳۱ شکل

۶,۶ پوښتنه

د يوقيچې ډوله جوړښت (۶,۳۲ شګل) کوم ډول سيستم دی ثاکلي او که ناثاکلي ؟

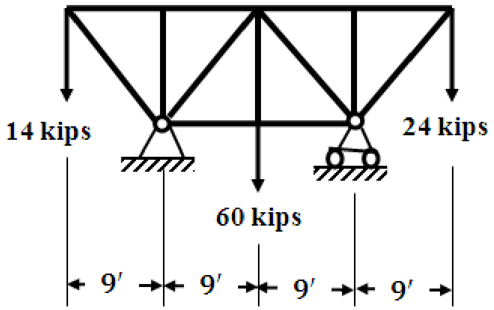


۶,۳۲شکل

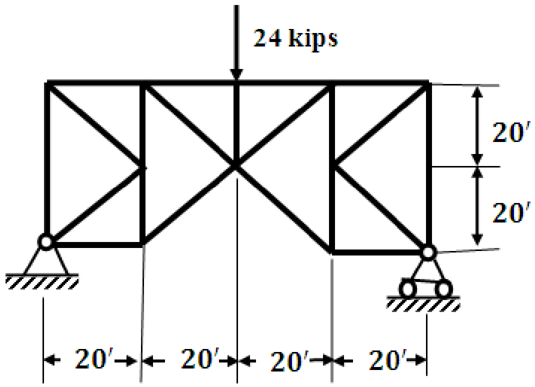
۶,۷ پوښتنه

د يو قيچې ډوله جوړښت (۶,۳۳ شګل) او(۶,۳۴ شکل) په ميلو کې

کششي اوفشاري قوې پيداکړئ.



۶,۳۳ شکل:دبارلاندې قيچي



۶,۳۴ شکل:دبارلاندې قيچي

اوم څپرکی

د قووترسره شوی کاراودځای بدلون عمومي ميتودونه

۷ .۱عمومي معلومات

د نا ټاکلو ستاتيکي سيستمونوپه شميرنه کې دستاتيک د تعادلي معادلونه برسيره د شکل بدلون يا د ځای بدلون اضافي معادله بايدترتيب شي اوله دې لارې کــولی شو دغه نا ټاکلې مسئله حل کړو.د دې ډول مــعادلې د ترتيبولوله پاره بايد د ساختمان څيړنه وشي.د ټاکلي ستاتيکي سيستمونود شميرنوپه مرسته دعناصرودشکل بدلون بايد داسې وشي،چې نه يوازې محکم بلکې بشپړه شخې هم ولري،يعنې د دې ډول ساختمان د عناصرو څخه د ګټې اخيستنې پروسه کې بايد د شکل بدلون اندازه د مجازي حد نه تجاوز ونه کړي.

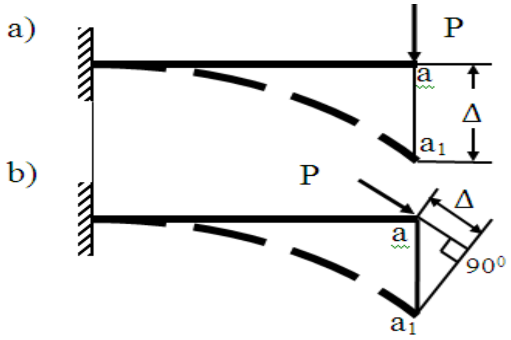
له همدې امله د ارتجاعي سيستمونو د ځای بدلون د ميتودونوڅيړنه، چې د ساختمان د انالېزيا تحليل دعمدومسئايلوڅخه ګڼل کيږي.

۷,۲ د بهرنی قوو ترسره شوی کار

د سختمان د عناصرود بارونې په پايله کې هغه د سکون حالت څخه په حرکت راځي،يعنې هغه حرکت چې سرعت اوتعجيل ولري.هرڅومره چې د اضافي بارسرعت ډېروي، نو په هماغه اندازه د سختمان د شکل بدلون زياتيږی.د دورو باروني په پايله کې انرشيايي قوې لري اويا هيڅ شتون نه لري،چې د بارونې دغه حالت ته ستاتيکي بارونه ويل کيږي د

مثال په توګه د ارتجاعي ګاډر(۱,۷ شکل)له پاسه د P قوې ترسره شوی کار وټاکئ د عنصرد شکل د لړ بدلون په پایله کې د نقطې او یا مقطعې د ځای بدلون دبارپورې مسقیماءمتناسب دی:

$$\Delta = K \times P \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (a)$$



۷,۱ شکل:دمتمرکزبار لاندې کنسولي ګاډر

په دې فورمول کې:

Δ- دبارپه استقامت کې دځای بدلون دی.

k- دتناسب ضریب دی،چې دعنصرد موادو،شیمااوابعادو پورې اړه لري.

P- واردشوی باردی.

د ډېرې کوچنی بارونې dP له زیاتیدوسره په پایله کې د ځای ډېر کوچنی بدلون $d\Delta$پیښیږي،چې په دې ځای بدلون کې دبارد واردیدو په پایله کې ډېرزیات کوچنی کار dA ترسره کیږي:

$$dA = (P + dP)d\Delta \approx P \times d\Delta$$

$$dA = P \times d\Delta \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots . (b)$$

ځرنګه چې د قيمت ډېر زيات کم دی،نوځکه له هغه نه تيرېږواوپه b معادله کې د Δ قيمت په وضع کولوسره په لاس راوړو چې:

$$dA = P \times d\Delta = K \times P \times dP \dots \dots (c)$$

د دغه معادلې دانتګرالونې په پايله کې د P قوې ترسره شوی کار A په لاس راوړو:

$$A = \int_0^P K \times P \times dP = K \int_0^P P \times dP = K \frac{P^2}{2}$$

ځرنګه چې $\Delta = K \times P$ نو له دې څخه د kقيمت په لاندې دول په لاس راوړو:

$$K = \frac{\Delta}{P}$$

د Pقوې ترسره شوی کاربه لاندينی قيمت وي:

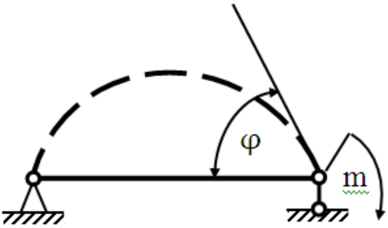
$$A = \frac{\Delta}{P} \times \frac{P^2}{2} = \frac{P \times \Delta}{2}$$

$$A = \frac{P \times \Delta}{2} \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots . (7-1)$$

په (۱) فورمول کې Δ د P قوې په امتد ادکې د ځای بدلون مرتسيم دی.

که دمتمرکزې قوې پرځای پرګاډرباندې متمرکزm مومنت وارد کړو، نوپه دې حالت کې د مومنت (۷,۲ شکل) ترشوی کارپه لاندې ډول لاس

ته راځي:



۷,۲ شکل:دمتمرکزمومنت لاندې ګاډر

$$A = \frac{m \times \varphi}{2} \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots.(7.2)$$

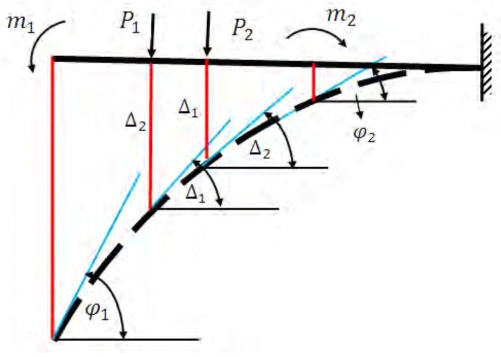
په پورتني فورمول کې:

φ - دګاډرپه هماغه مقطع کې چې دمتمرکزمومنت لاندې واقع دی.

کله چې ګاډرهم مهاله دمتمرکزوقوواومتمرکزومومنتونوتراغيز لاندې واقع شي(۳,۷شکل)،نوپه دې حالت کې د دې قوو ترشره شوی کارد دوې د حاصل شووکارونود جمع حاصل سره برابر دی:

$$A = P_1\frac{\Delta_1}{2} + P_2\frac{\Delta_2}{2} + m_1\frac{\varphi_1}{2} - m_2\frac{\varphi_2}{2}$$

په اخرنۍ افاده کې منفي علامه ښيي،چې د φ_2 دوران زاويې لوری



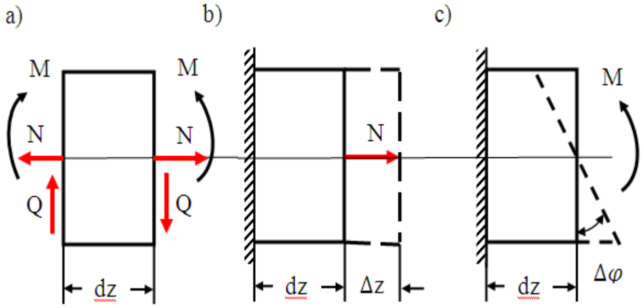
۷,۳ شکل:دمتمرکزوبارونوتراغيزلاندې ګاډر

د متمرکزمومنت m_2 پرخلاف دی.

$$A = \sum P_i \frac{\Delta_i}{2} + \sum m_i \frac{\varphi_i}{2} \ (7\text{-}3)$$

اوکله چې nشميرمتمرکزې قوې او n شميرمتمرکزمومنتونه ديوګاډر له پاسه اغيزه وکړي،نو په دې مهال د دوي ترسره شوی کار په لاندې ډول شميرل کيږي:

د خارجي قوو ترسره شوی کارکولی شوددننه عوامل نارملي قوې N عرضي قوې Q اوکږوالي M له مخې چې دګاډرپه مقطعوکې منځ ته راځي هم وټاکو.د دې موخې له پاره د ګادرڅخه ډېره کوچنۍ برخه dz (۷,۴شکل)چې د دومقطوپه منځ کې رابيلولکه چې په ټوله کې نارملي قوه ،عرضي قوه اود کږوالي مومنت د ګاډرلپاره دننه عوامل دي،مګر



۷,۴ شکل:بيلابيلې عرضي مقطعې

د بيلې شوې dzبرخې لپاره د خارجي قوو په ځيرګنل کيږي.له دې امله ترشوي کار د انتګرالي معادلې څخه په لاس راځي، يعنې دهرې د قوې اغيزه په بيلې شوې برخې کې مطالعه کوو که د پرې شوې برخې ګينه خوا ګينه خوا سخته په پام کې ونيسو،نو ښکاره ده،چې د ښې خوا Δz په اندازه د ځای بدلون ترلاسه کوي، دهوک د قانون پربنسټ يې په لاندې ډول ټاکلی شو:

$$\Delta z = \frac{N.dz}{EA}$$

په د ې فورمول کې :

EA - په کشش یافشارکې دمیلې شخې ده.

N- نارملي قوه ده.

Δz - دمقطعې دځای بدلون.

د ځای په دغه بدلون کې دنارملي قوې ترسره شوی کارپه لاندې ډول لاس ته راځي:

$$dA_N = \frac{N.\Delta z}{2} = N\frac{N.dz}{2EA} = \frac{N^2.dz}{2EA}$$

د کوږوالي مومنت له اغیزځخه ترسره شوی کارپه لاندې ډول لاس ته راځي:

$$dA_M = \frac{M.\Delta\varphi}{2} = M\frac{M.dz}{2EI} = \frac{M^2.dz}{2EI}$$

که چیرې ددننه قوه(۷,۵ شکل) یوازې عرضي قوه وي نود دې قوې له اغیزد Δy ځای بدلون منځته راځي:

$$\Delta y = \frac{Q.dz}{G.A}\eta$$

په دغه فورمول کې :

$G.A$ - په بیځایه کیدنې کې شخی ده

G - په بیځایه کیدنې کې دارتجاعیت مودول دی:

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)}$$

E - دارتجاعیت مودول دی.

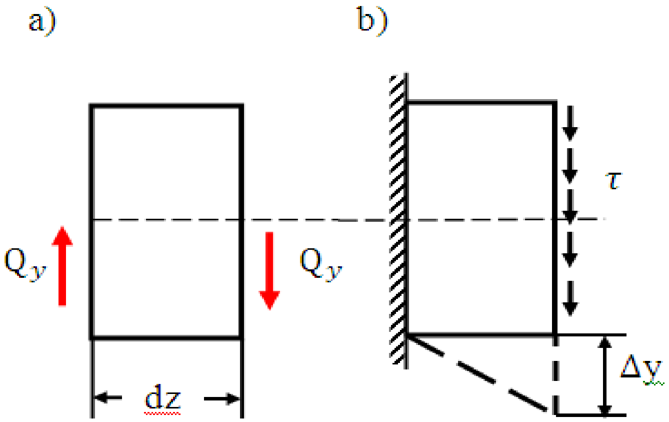
μ - دپاوسون ضریب دی$(0 \leq \mu \leq 0.5)$

η- بې واحددی اویوازې دمقطعې دفورم پورې اړه لري:

دمستطیلي عرضي مقطعې لپاره $\eta = 1.2$.

دکردې عرضي مقطعې لپاره $\eta = 1.11$.

د Iعرضي مقطعې لپاره $\eta = \frac{A}{A}$.



۷,۵ شکل:بیلابیلې مقطعې

د مماسي تشنج دټاکنې لپاره د ژوافسکي فومورمول کاروو:

$$\tau = \frac{\mathrm{Q_y}.S_x}{\mathrm{I_x}.\mathrm{b_y}}$$

دعرضي قوې ترسره شوی کارپه لاندې ډول شمیرو:

$$dA_Q = Q\frac{\Delta y}{2} = Q\frac{Q.dz}{2GA}.\eta$$

د دننه عواملوډېرکوچنى کارد دې عواملودهريوالجبري مجموعې څخه عبارت دى:

$$dA = dA_N + dA_Q + dA_M = \frac{N^2.dz}{2EA} + $$

$$+\frac{Q^2.dz}{2GA}\eta + \frac{M^{22}.dz}{2EI}$$

د دغه فورمول د انتګرالولونه وروسته عمومي کار په لاس راځي:

$$A = \frac{1}{2}\sum\int_0^l N\frac{N.dz}{EA} + \frac{1}{2}\sum\int_0^l Q\frac{Q.dz}{GA}\eta +$$

$$+\frac{1}{2}\sum\int_0^l M\frac{M.dz}{EI} \quad (7.4)$$

$$A = \frac{1}{2}\sum\left(\int_0^l \frac{N^2dz}{EA} + \int_0^l \frac{Q^2dz}{EA}\eta + \int_0^l \frac{M^2dz}{EA}\right) \ldots (7.5)$$

په دغومعادلوکې N، Q اوM دميلې په عرضي مقطعوکې دننه عوامل دي.او$\frac{N.dz}{EA}$، $\frac{Q.dz}{GA}$ او$\frac{M.dz}{EI}$ د پرې شوو برخو dz د ځاى بدلونونه دي. د 4معادلې څخه د دننه عواملو ترسره شوى کار په لاس راوړلى شو.

۷,۳ پوتنشيالي انرژي

د يوجسم په بارونې کې بهرنې قوې کارترسره کوي،چې د دې يوه برخه

د د ننه د لرې کولو او د هغه دتودوخې او مقناطيسي ځانګړتياو په موخه په مصرف سره رسيږي اودارتجاعي موادوله پاره د دغه کاراندازه ډېره

لرِه اوحتی په پام کې نه نيول کيږي.

په پايله کې ويلی شو،چې د ارتجاعي سيستمونو په پروسه کې د بهرنيو قوو ترسره شوی کارپه پوتنشيالي انرژئ باندې اوړي.

پوتنشيالي انرژي د شکل دبدلون په پام کې نيولوسره چې په جسم زيرمه کيږي ارتجاعي ځانګړتيا کې لري.

د جسم په بارونې کې پوتنشيالي انرژي د دننه قوود ترسره شوي کارپه ځيرمنځ ته راځي. د انرژئ دساتنې د قانون پربنسټ اتګل کيږي،چې دبهرنيو قوو ترسره شوی کارد جسم د شکل دبدلون د پوتنشيالي انرژئ سره برابردی يعنې:

$$A = W$$

د 4 فورمول پربنسټ پوتنشيالي انرژي په لاندې ډول لاس ته راځي:

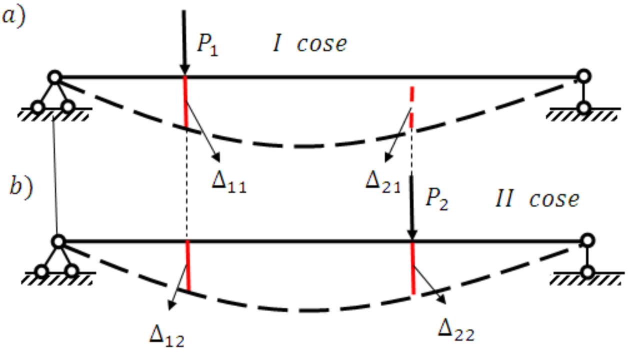
$$W = \frac{1}{2}\sum\left(\int_0^l \frac{N^2 dz}{EA} + \int_0^l \frac{Q^2 dz}{EA}\eta + \int_0^l \frac{M^2 dz}{EA}\right) \quad (7.6)$$

۷,۴ دکاردمتقابلتوب قضيه

د ارتجاعي سيستمونو دوه حالتونه ګورو،چې په هرحا لت کې په سيستم باندې ستاتيکي قوه عمل کوي(۷,۶ شکل).دسيستمونود شکل دبدلون پر مهال د ځای بدلون د Δ_{mn} حرف له مخې په نښه کوو:

د m علامه دځای بدلون لوری اوn علامه دځای بدلون لامل ښيي. دΔ_{mn} علامه ښيي،چې د ځای بدلون د n قوې له اثره د m په لوري

منځ راځي.



۷. ۶ شکل:دبار لاندې ګاډر

د nعلامه دهغې قوې ځخه عبارت ده، د چې دعدد له پاسه عمل کوي لکه د بیلګې په توګه متمرکزقوه او متمرکزمومنت او منظم ویشلي بار.

دΔ_{mn} ځای بدلون کیدای شي د بار د ځانګړتیاوو له خطي ا و یا زاویه یزوي.

دشکل له مخې:

Δ_{11} – دP_1 قوې له اثرد P_1 په لوردځای بدلون.

Δ_{12} – دP_2 قوې له اثرد P_1 په لوردځای بدلون.

Δ_{22}– دP_2 قوې له اثرد P_2 په لوردځای بدلون.

Δ_{21}– دP_1 قوې له اثرد P_2 په لوردځای بدلون.

د P_1 قوې ترسره شوی کاردA_{11} اودP_2 قوې ترسره شوی کار.

د A_{22} له مخې ښیو،یعنې A_{11} د ځای بدلون په Iحالت کې ترسره شوی کاردی اوA_{22} د IIپه حالت کې ترسره شوي کار دی.

A_{12} د P_2 قوې له اغیزځخه د را منځته شوی ځای بدلون کې د P_1 قوې ترسره کاردی .

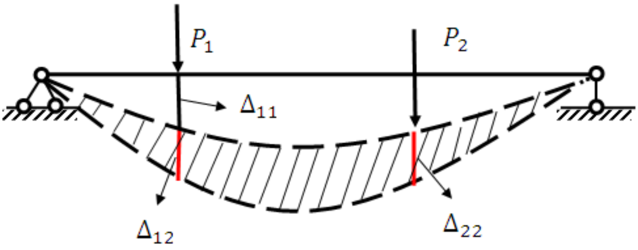
A_{21} د P_1 قوې له اغیزڅخه د را منځته شوی ځای بدلون کې دP_2 قوې ترسره کار دی چې قیمتونه یې دلاندیني فورمول په مرسته ټاکلی شو:

$$A_{22} = \frac{P_2 \times \Delta_{22}}{2} \text{ او } A_{11} = \frac{P_1 \times \Delta_{11}}{2}$$

اوس د همدې سیستم د P_1 او P_2 قوو د ستاتیکي بارونې حالت په پرله پسې توګه ګورو(۷,۷ شکل).

لومړی دسیستم له پاسه د ستاتیکي قوه واردوو اودهغه د ځای بدلون لکه د مخه موپه شکل کې وکوت،هماغه دP_1 قوې څخه د ځای بدلون Δ_{11} دی:

$$A_{11} = \frac{P_1 \times \Delta_{11}}{2}$$



۷,۷ شکل:پرله پسې بارونې حالت

بیا وروسته د P_2 ستاتیکي قوه واردوو.په پایله کې دغه قوه سیستم کې یوه اضافي قوه او ځای اضافي بدلون را منځ ته کوي چې د IIحالت د ځای بدلون او دننه قوې سره برا بردی. د P_1 قوه ثابته اوښکته خوا ته د ځای د اضافي بدلون لامل ګرځي،نو ځکه دغه قوه یو اضافي کار A_{12} ترسره کوي:

$$A_{12} = P_1 \times \Delta_{12}$$

او همدارنګه د P_2قوه هم يوکارترسره کوي:

$$A_{22} = \frac{P_2 \times \Delta_{22}}{2}$$

د پرله پسې بارونې په پايله کې بشپړکارپه لاندې ډول شميرل کيږي:

$$A = A_{11} + A_{12} + A_{22} =$$

$$= \frac{P_1 \times \Delta_{11}}{2} + P_1 \times \Delta_{12} + \frac{P_2 \times \Delta_{22}}{2} \ (a)$$

او همدارنګه دP_1 اوP_2 (۸,۷ شکل)قووترسره شوی کاردهرې قوې اودځای دبدلون دضرب حاصل په څيرپه لاس راوړو:

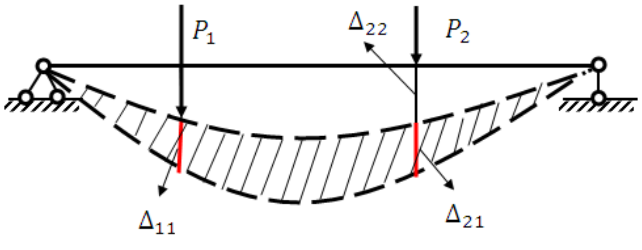
$$A = A_{11} + A_{12} + A_{22} =$$

$$= \frac{P_1 \times \Delta_{11}}{2} + P_2 \times \Delta_{21} + \frac{P_2 \times \Delta_{22}}{2}$$

د (a) او(b) فورمولونه سره پرتله کوو:

$$\frac{P_1 \times \Delta_{11}}{2} + P_1 \times \Delta_{12} + \frac{P_2 \times \Delta_{22}}{2} = \frac{P_1 \times \Delta_{11}}{2} +$$

$$+P_2 \times \Delta_{21} + \frac{P_2 \times \Delta_{22}}{2}$$



۷,۸ شکل:دقوولاندې ګاډر

له دې ځايه په لاس راوړوچې:

$$P_1 \times \Delta_{12} = P_2 \times \Delta_{21} \text{ (c)}$$

نوځکه ترسره شوي کارونه هم سره برابردي:

$$A_{12} = A_{21} \text{ (7.7)}$$

د لومړي حالت Iترسره شوی کارپه خپل لوري کې د دويم حالت II قووله اثره په خپل لوري کې ددويم حالت دترسره شوي کارسره،چې د لومړي حالت قووله اثره رامنځ ته شوی دی سره برابردی.

دغه پايلې دبيتي قضيې يا دکارمتقابلتوب قضيې په نوم سره يادوي. همدارنګه ترسره شوی کارد دننه عواملوپه مرسته هم په لاندې ډول ليکلی شو:

$$A = \sum \int_0^l M_1 \frac{M_2 . dz}{2EI} + \sum \int_0^l N_1 \frac{N_2 . dz}{2EA} +$$

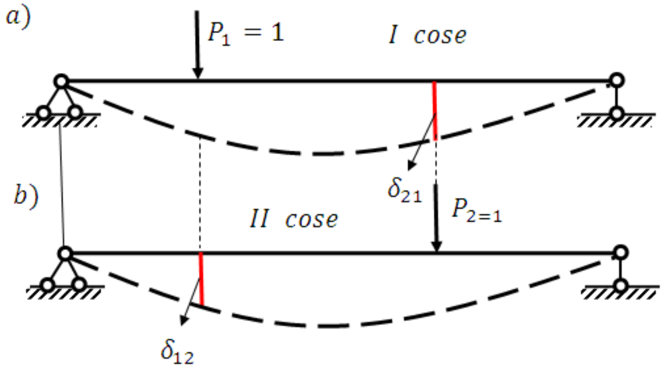
$$+ \sum \int_0^l Q_1 \frac{Q_2 . dz}{2GA} \eta \text{ (7.8)}$$

۷,۵ دځای بدلون دمتقابلتوب قضيه

د ځای بدلون دوه حالتونه ګورو.په لومړی حالت کې دسيستم له پاسه قوه او په دويم حالت کې قوه واردېږي،چې دغه حالتونه کيفي ډول واحدي نوميږي(۷,۹ شکل).

د واحدي قوې له اثره دځای بدلون د δ حرف له مخې ښيو:

δ_{21} - په لومړی حالت کې دP_2 قوې په لورد$P_1=1$ قوې له اغيزنه د ځای بدلون دی.



۷,۹ شکل :دواحدي قوې لاندې ګاډر

δ_{12}- په دويم حالت کې د P_1قوې په لورد $P_2=1$ قوې له له اغيز نه د ځای بدلون دی.

دبيتي دقضيې پربنسټ لروچې:

$$P_1 \times \delta_{12} = P_2 \times \delta_{21}$$

څرنګه چې $p_1=p_2=1$ دی،نوځکه دځای دواړه بدلونونه :

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

اويا:

$$\delta_{mn} = \delta_{nm} \quad (6\text{–}9)$$

دغه حاصل شوې رابطه دځای بدلون دمتقابلتوب ياد مکسويل قضيې په نوم سره ياديږي.يعنې ديوارتجاعي سيستم د $P_1=1$ د $P_2=1$ واحدي قوې په لورد $P_2=1$ واحدي قوې له اثره د ځای بدلون قوې په لور د$P_1=1$ له اثره دځای بدلون سره برابر دی.

کله چې $P_1 \neq 1$ او $P_2 \neq 1$ وي نو (۹) رابطه لاندينی شکل ځانته غوره کوي:

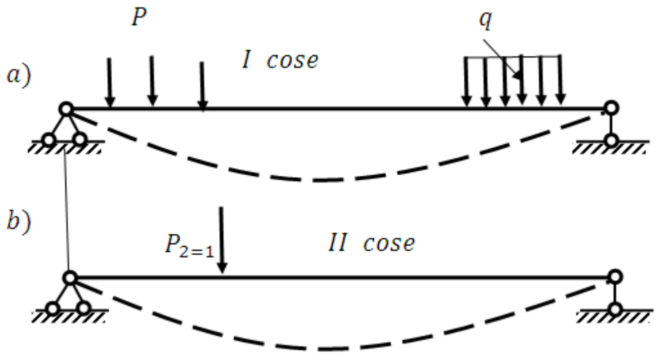
$$\Delta_{12} = \Delta_{21} \quad (6\text{–}10)$$

۷,۶ د ځای بدلون فورمول

بیاهم د سیستم دوه حالتونه په پام کې نیسو:

په لومړي حالت I کې د سیستم له پاسه هرډول بار اغیزه کوي او II په دویم حالت کې د سیستم له پاسه(۱۰,۷ شکل)یوازې واحدي $P_2=1$ بارپه پام کې نیسواودلاندینی معادلې په مرسته په لاس راوړو:

$$A_{21} = P_2 = 1 \times \Delta_{21} = \Delta_{21}$$



۷,۱۰ شکل:دبارونو لاندې ګاډر

پورتنی رابطه ددننه عواملوله مخې ساده کوو:

$$A_{21} = \sum \int_0^l \bar{M}_2 \frac{\bar{M}_1}{2EI} dz + \sum \int_0^l \bar{N}_2 \frac{N_1}{2EA} dz +$$

$$+ \sum \int_0^l \bar{Q}_2 \frac{Q_1}{2EA} dz . \eta \ (a)$$

په پورتنی معادله کې د حرف له پاسه کرښه ددې مانا لري،چې قوه په واحدي حالت کې ده. کله چې د ځای خطې بدلون وټاکل شي،نوباید قوې

پرته له واحدې څخه بايد دغه نقطې له پاسه واقع شي چې په هغې د ځای بدلون غوښتل شوی وي.که دځای بدلون زوايه يزتاکل شوی وي نو د واحدي قوې پرځای بايد واحد متمرکزمومنت عوض شي.

د واحدي حالت څخه په توپير هغه حالت چې دبهرني بارله اغيزڅخه په لاس راځي دحقيقي يا باريزحالت په نوم سره يادېږي.اود واحدي او دننه عواملو N_P، Q_P او د M_P دياګرامونه د واحدي دياګرامونو په نومونوسره يادوي.

د پورتنيومفاهيموپه پام کې نيولو سره د (a) رابطه لاندينی شکل ځانته غوره کوي:

$$\Delta_{mp}=\sum\int_0^l \bar{M}_2\frac{M_1}{EI}dz+\sum\int_0^l \bar{Q}_2\frac{Q_1}{GA}dz.\eta+$$

$$+\sum\int_0^l \bar{N}_2\frac{N_1}{EA}dz \quad (7.11)$$

په دې فورمول کېΔ_{mp} د قوې په لورد $P_m=1$ قوې له غيزڅخه د ځای بدلون دی:

$$\Delta_{mp}=\sum\frac{1}{EI}\int_0^l \bar{M}\,.\,M_P.\,dz+\sum\frac{\eta}{GA}\int_0^l \bar{Q}\,.\,Q_P.\,dz$$

$$+\sum\frac{1}{EA}\int_0^l \bar{N}\,.\,N_P.\,dz \quad (7.12)$$

د (11)او(12) فورمولونه دځای بدلون يادموئر(M0re) انتګرال په نوم سره يادوي.

کله چې د Δ_{mp}قيمت مثبت وي،نودځای بدلون دواحدي قوې په لور مطابقت لري اوکه قيمت يې منفی وي،نودغه مهال مطابقت نه لري. په عملي چاروکې دموئرانتګرال يوحدکارول کيږي لکه په کوږوالي کې :

$$\Delta_{mp} = \sum \frac{1}{EI} \int_{0}^{l} \bar{M} \, . M_P . dz$$

اوپه کشش يافشارکې :

$$\Delta_{mp} = \sum \frac{1}{EA} \int_{0}^{l} \bar{N} \, . N_P . dz$$

۷,۷ د ويرشاګين(Methods of Vershagen) ميتود

د شميرنو په ډېرو حالتونوکې د ځای بدلون د ټاکنې تخنيک ممکن په انتګرالي افاده کې د $\bar{M}$ او M_P دياګرامونود ضرب دحاصل په پام کې نيولوسره وکارول شي،نوله دې امله دغه طريقه د ډاګرامونودطريقې په نوم سره يادوي.

په دې طريقې کې ممکن دمعادلې دضرب د حاصل يوحد خطي دياګرام او بل حد منحنی اويا ماته يا منکسره کرښه وي.لکه د ګاډرپه يوه کيفي برخه (l) کې(۱۱,۷ شکل) د کوږوالي مومنت دياګرام ګورو. په دې دياګرام کې :

M_P - دبهرني بارله اغيزڅخه په دياګرام اربنات دی .

$\bar{M}$- دواحدي قوې څخه په دياګرام کې اردينات دی.

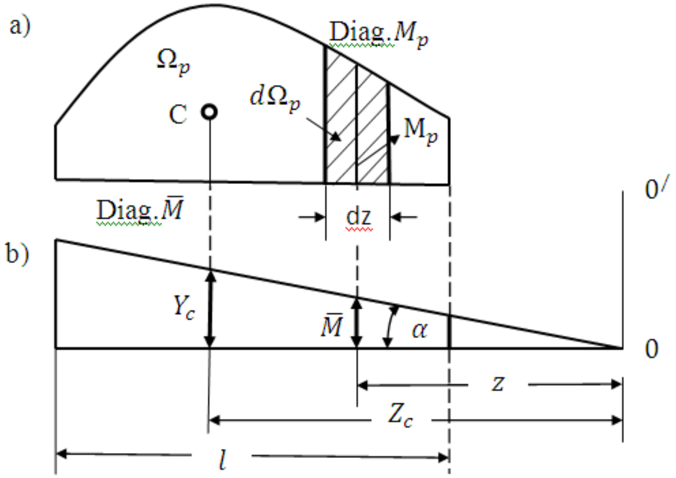
دشکل له مخې د $\bar{M}$اردينات دقيمت دپيداکولولپاره لروچې:

$$\bar{M} = z \times tan \propto \ (a)$$

دغه قيمت په انتګرالي معادله کې وضع کوو:

$$\int_0^{\ell} M_P.\bar{M}.dz = \int_0^{\ell} M_P.z \times tan \propto .dz =$$

$$= tan \propto \int_0^{\ell} M_P.z.dz$$



۷,۱۱شکل:دويرشاګين دميتوددياګرام

په فورمول کې د $M_P.dz = d\Omega_P$ دياګرام مساحت دی نوځکه:

$$tan \propto \int_0^{\ell} M_P.z.dz = \tan \int_0^{\ell} z.d\Omega_P \text{ (b)}$$

په فورمول کې $\int_0^{\ell} z.d\Omega_P$ نسبت $0 - 0^/$ محور ته د Ωسطحې ستاتيکي مومنت دی،نوځکه ليکو:

$$\int_0^{\ell} \mathrm{z} \times \ \mathrm{d}\Omega_{\mathrm{P}} = \Omega_{\mathrm{P}} \times Z_C \ (c)$$

په دې فورمول کې $\mathrm{Z_C}$ د M_{P}دیاګرام د Ω مساحت د ثقل مرکز اردينات دی،نوځکه ليکو:

$$\int_0^{\ell} \mathrm{M_P} \times \bar{\mathrm{M}} \times \mathrm{dz} = Z_C \times tan\alpha \times \Omega \ (d)$$

څرنګه چې $Z_C \times tan\alpha = Y_C$ دی،نوځکه لروچې:

$$\int_0^{\ell} \mathrm{M_P} \times \bar{\mathrm{M}} \times \mathrm{dz} = \Omega_{\mathrm{P}} \times \mathrm{Y_C} \ (13)$$

په پايله د دووتابعګانو(ددوودياګرامونو)چې له دوې څخه يوه مستقيمه کرښه ده او د $\mathrm{M_P}$ منحنی الخط دياګرام او د $\mathrm{M_P}$ دياګرام د ثقل مرکز اردينات د ضرب حاصل انتګرام انتګرال دی.د ضرب د حاصل مثبت قميت هغه وخت په لاس راځي،چې يو دياګرام د بل دياګرام د ثقل مرکز لاندې هم علامه وي اوپرته له دې نه منفی دی.

دغه ميتودپه 1925 ميلادي کال کې د روسې دمسکو داوسپنې دلارې د ترانسپورت انستيتوت محصل ويرشاګين کشف کړي دی،چې اوس دهمدې په نوم سره ياديږي.د نوموړي دعلمي څيړنو په پايله کې د ځای

بدلون د دغه فورمول په مرسته شميرل کيږي:

$$\Delta_{mp} = \sum \int_0^{\ell} \bar{\mathrm{M}} \frac{\mathrm{M_P}}{\mathrm{EI}} \times \mathrm{dz} = \sum \frac{\Omega_{\mathrm{P}}}{\mathrm{EI}} \times \mathrm{Y_C} \ \ (7.14)$$

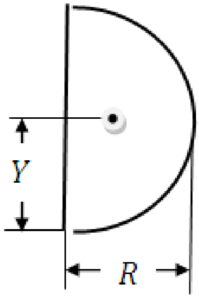
په دې فورمول کې شخی ثابته EI=const ده.

باید له دې نه یادونه وشي،چې دثقل مرکزاردینات بایددخطي دیاګرام څخه واخیستل شي.اوکله چې دواړه رسم شوي دیاګرامونه مستقم الخطه وي،نود Y_C قیمت په خپله خوښه د هریو دیاګرام څخه اخیستلی شواو په نورو حالتونوکې د لاندینیو جدولونوڅخه ګټه اخیستلی شو.همدارنګه د نیم دایرې لپاره مساحت:

$$A = \frac{\pi R^2}{4}$$

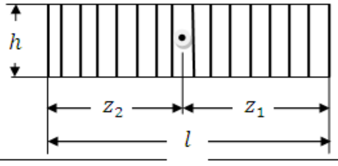
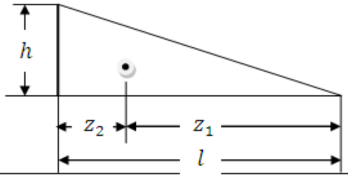
د ثقل مرکزکوردینات:

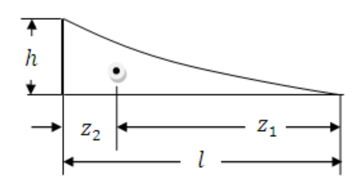
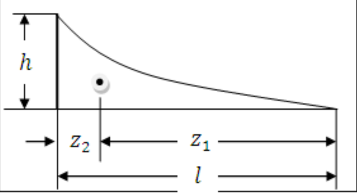
$$Y_C = \frac{4R}{3}$$

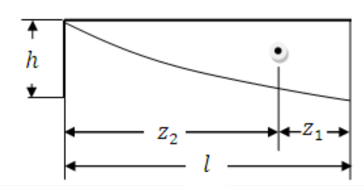
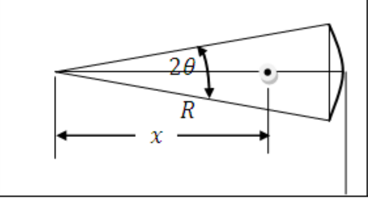


۷,۱۳ شکل:دنیم دایره

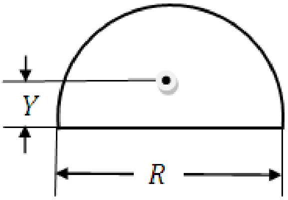
۱ – جدول

ګڼه	شکل	مساحت Ω	دثقل مرکزکوردینات Z_1	دثقل مرکزکوردینات Z_2
1		$h \times l$	$l/2$	$l/2$
2		$\frac{h.l}{2}$	$l/3$	$2/3\,l$

3		$\frac{h}{3}\times l$	$l/_4$	$\frac{3}{4}\times l$
4		$\frac{h}{4}\times l$	$l/_5$	$\frac{4}{5}\times l$

5		$\frac{2}{3}\times hl$	$\frac{3}{8}\times l$	$\frac{5}{8}\times l$
6		$\theta\times R^2$	$x=\frac{2\pi sin\theta}{3\theta}$	

او همدارنګه ددايرې مساحت:



دايره نيم :شکل ١٢.٧ $A=\frac{\pi R^2}{2}$

اودثقل مرکزکوردينات:

$$Y_C = \frac{4R}{3\pi}$$

۷,۸ د اتکاءیزوعکس العملونو په پام نیولوسره دځای بدلون

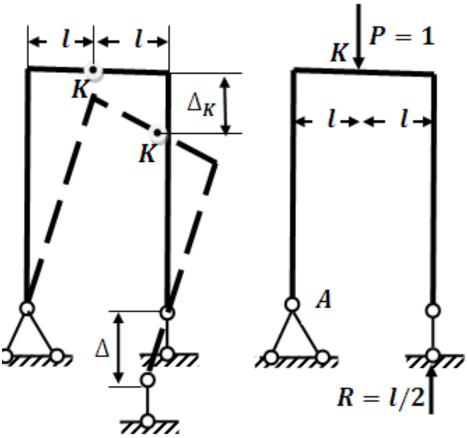
د يو چوګاټ (۱۳.a۷ شکل) په اتکاء ګانو کې د يوې اتکاء د ځای عمودي بدلون Δ رامنځته کيږي.لومړی د k نقطې د ځای بدلون پيدا کوو. د دې له پاره واحدي بار(۱۳.b۷ شکل).$p = 1$ واقع کوو.

اتکاءيزعکس په هغه اتکاءکې رامنځ ته کيږي،چې په هغې کې د ځای بدلون kپيښيږې اود دغه قيمت د ستاتيک د تعادلي معادلې په مرسته ټاکلي شو:

$$\sum M_A = 0;\ P \times l - R \times 2l = 0.$$

له دې معادلې څخه په لاس راوړوچې:

$$R = \frac{P \times l}{2l} = \frac{P}{2}$$



۷,۱۳ شکل:چوګاټ

د پورتينو دوو حالتونو له پاره د کار د مقابليت په پام کې نيولو سره ليکلی شوچې:

$$W_{12} = W_{21} \ \Rightarrow \ 0 = (P.\Delta_k - R.\Delta)$$

په لومړي حالت دځای د بدلون له پاره ترسره شوی کار صفر دی $W_{12} = 0$ ځکه چې په دې حالت کې قوه نشته دی.ليدل کيږي،چې د اوR د Δ لوري يو له بله سره نه منطبق کيږي،نوځکه د ټاکلي ستاتيکي جوړښت کې د اتکاء څخه د ځای په بدلون کې دننه قوې نه پيښيږي.نود دې له پاره بايد:

۱.دجوړښت واحدي حالت غوره کوواوانځلوو،چې غيرمتحرکه اتکاء د **ځای‌بدلون حاصلوي.**

۲. دځای دبدلون په لورجوړښت په واحدي باربارو.

۳. په هغه ا تکساءګانوکې اتکاءيزعکس العمل پيداکوو،چې هغوی باندې واحدي باروراردشوی وي.

۴. دقوې ترسره کاردځای دبدلون په لورصفرګڼو.

۵ . د نورولټول شووځای بدلونونو له پاره ترلاسه شوې معادله حلوو. اټکلوو،چې د درې غوټې يزچوکاټ(۱۴a.۷شکل)له پاسه د q ويشلی بار واقع شوی دی،نو د اتکاءيزعکس العمل د ټاکنې نه وروسته ليکوچې:

$$\Delta = \frac{V}{k_0}$$

k_0.داتکاءدارتجاعي سختی ضريب دی.

اوس د C په غوټه کې د ځای عمودی بدلون پيدا کوو.دلته يوازې

کوږوالي مومنت M_F اغيزه (۱۴b.۷شکل)په پام کې نيسو.

واحدي بار $p = 1$ د Cپه غوټه کې د لټول شوي ځاى بدلون په لور واقع کوو او د واحدي بار(شکل ۱۴c.۷)دکوړوالي مومنت $\overline{M_k}$دياګرام رسموو،د کار د متقابليت تيوري په کارولوسره ليکوچې:

$$W_{12} = W_{21}$$

او:

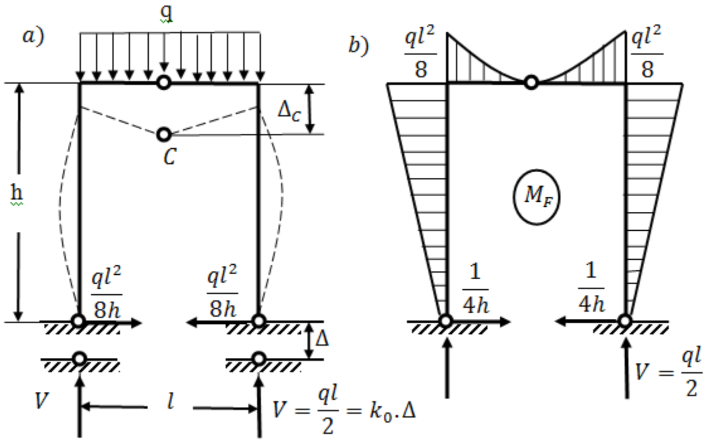
$$\sum \int \frac{\mathrm{M_F} \times \overline{\mathrm{M_k}}}{\mathrm{EI}} \times ds =$$

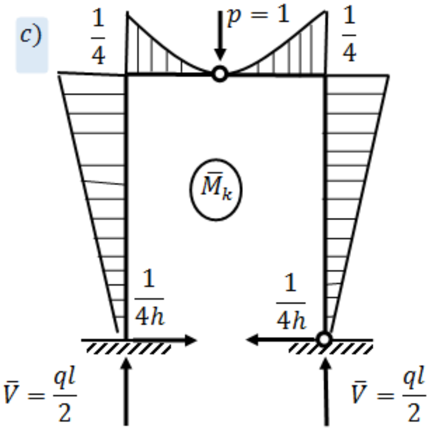
$$= P \times \Delta_C - 2\bar{V} \times \Delta = \Delta_C - 2\bar{V} \times \Delta$$

له دې ځايه په لاس راوړوچې:

$$\Delta_C = \sum \int \frac{\mathrm{M_F} \times \overline{\mathrm{M_k}}}{\mathrm{EI}} \times ds + 2\bar{V} \times \Delta =$$

$$= \sum \int \frac{\mathrm{M_F} \times \overline{\mathrm{M_k}}}{\mathrm{EI}} \times ds + \Delta \quad (7.15)$$





۷,۱۴شکل: درې غوټې یزچوکاټ 2:pag44

۷,۱مثال

که چیرې د یوې میلې(۷,۱۵شکل)، لپاره P ، E،a اوانرشیایزمومنت Iقیمتونه معلوم وي دځای بدلون Δ_Cپیداکړئ.

حل

لومړی اتکاءیزعکس العملونه پیدا کولولپاره دستاتیک تعادلي معادلې کاروو:

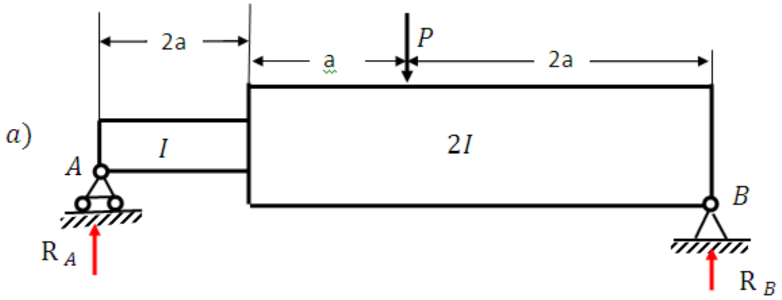
$$M_A = 0; \; P \times 2a - R_B \times 4a = 0.$$

له دې ځایه په لاس راوړوچې:

$$R_B = \frac{P \times 2a}{4a} = 0.5P$$

$$M_B = 0; \; -P \times 2a + R_A \times 4a = 0.$$

$$R_A = \frac{P \times 2a}{4a} = 0.5P$$



۷,۱۵ شکل: دمتمرکزبارلاندې ګادر د کوړوالي مومنت قيمت پيدا کوواو دياګرام(۷.b۱۵شکل)يې رسموو:

$$M_C = 0;\ R_A \times 2a = 0$$

$$0.5P \times 2a = Pa$$

که P=1 شي،نو:

$$\bar{M}_C = a$$

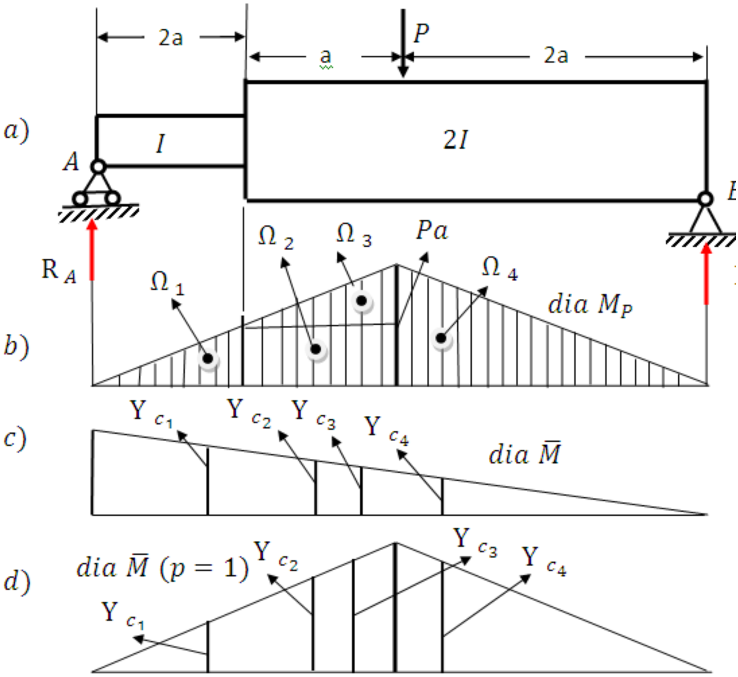
ديا ګرام يې رسموو(۷.d۱۵شکل).اودهرې برخې مساحتونه پيداکوو:

$$\Omega_1 = \frac{Pa^2}{4};\ Y_{C_1} = \frac{5}{6};\ Y_{C_1}^{/} = \frac{a}{3}$$

$$\Omega_2 = \frac{Pa^2}{2};\ Y_{C_2} = \frac{5}{8};\ Y_{C_2}^{/} = \frac{3a}{4}$$

$$\Omega_3 = \frac{Pa^2}{4};\ Y_{C_3} = \frac{7}{12};\ Y_{C_3}^{/} = \frac{5a}{6}$$

$$\Omega_4 = Pa^2;\ Y_{C_4} = \frac{1}{3};\ Y_{C_4}^{/} = \frac{2a}{3}$$



۷,۱۵ شکل:دبار لاندې ګاډر

خرنګه دګاډردعرضي مقطعې انرشيايي مومنت اودموادودارتجاعتيت مودول معلوم دی،نو کولی شوچې د خای بدلون د فورمول په مرسته په لا س راوړو:

$$\Delta_C = \frac{1}{EI} \times \Omega_1 \times Y'_{C_1} + \frac{1}{EI} \times \frac{\Omega_2}{2} \times Y'_{C_2} +$$

$$+ \frac{1}{EI} \times + \frac{1}{EI} \times \Omega_3 \times Y'_{C_3} = \frac{29Pa^2}{48 \times EI}$$

$$\Delta_C = \frac{29Pa^2}{48 \times EI}$$

۷,۲مثال

که د یو فرم (۷,۱۶ شکل) له پاره د P ، P/2 او M_0=Pa/2 قیمتونه معلوم وي،نود A عرضي مقطعې دځای بدلون پیداکړئ.

حل

لومړی د ۷,۱۶ شکل له مخې دستاتیک د تعادلې معادلوپه مرسته اتکاءیز عکس العملونه پیداکوو:

$$\sum \mathrm{M_B} = 0;\ Pa + \frac{P2a}{2} - \frac{Pa}{2} + Pa - -M_B = 0$$

$$M_B = 2Pa - \frac{Pa}{2} = \frac{3Pa}{2} \Rightarrow M_B = \frac{3Pa}{2}$$

$$\sum \mathrm{F_y} = 0;\ V_B - P = 0 \Rightarrow V_B = P$$

$$\sum \mathrm{F_x} = 0;\ \frac{P}{2} - H_B = 0 \Rightarrow H_B = \frac{P}{2}$$

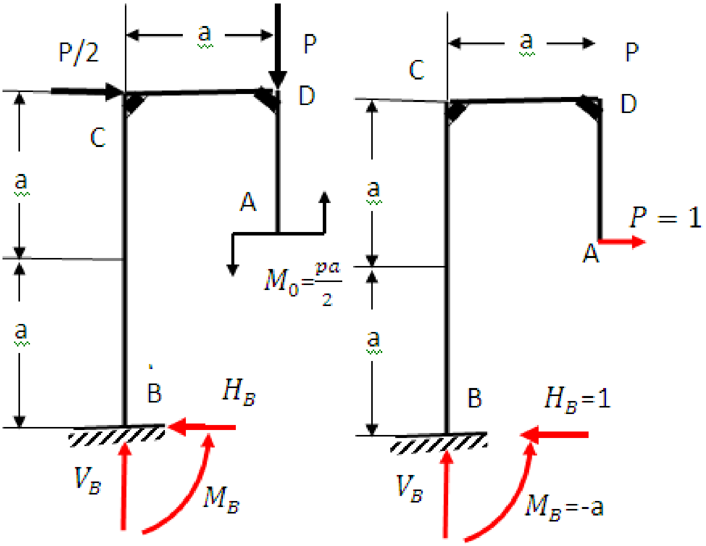
له دې وروسته دکوږوالي مومنتونه پیداکوو:

$$\mathrm{M_B}^{\mathrm{L.S}} = 0$$

$$\mathrm{M_B}^{\mathrm{R.S}} = -M_B = \frac{3a}{2}$$

$$M_C = -M_B + H_B \times 2a = -\frac{3Pa}{2} + \frac{2pa}{2} =$$

$$= -\frac{pa}{2} \Rightarrow -\frac{Pa}{2}$$



۷ .۱۷ شکل:دبهرني بارلاندې

$$M_D = -M_0 = \frac{Pa}{2}$$

په موهومي حالت کې عکس العملونه :

$$M_C = -a;\ H_B = 1$$

$$V_B = 0$$

اودکوږوالي مومنتونوقيمتونه :

$$M_B{}^{L.S} = 0$$

$$M_B{}^{L.S} = -a$$

$$M_C = -M_B + V_B = -a + 2a = a$$

$$M_D = 1 \times a = a$$

د لاس ته راغلو قيمتونوله مخې دياګرامونه رسمو.

د دغه دياګرامونوله مخې په لاس راوړوچې:

$$Y_{C_1} = \frac{Pa}{2}\ \Omega_1 = \frac{a^2}{2}$$

$$Y_{C_2} = a\ \Omega_2 = \frac{Pa^2}{8}$$

$$Y_{C_3} = a\ \Omega_3 = \frac{Pa^2}{8}$$

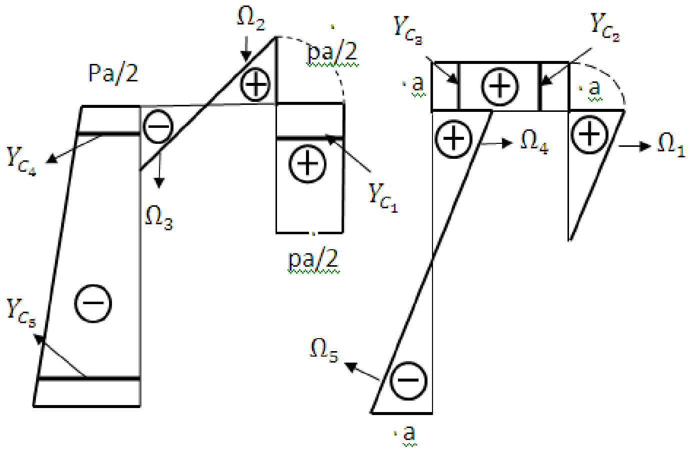
$$Y_{C_4} = \frac{2Pa}{3}\ \Omega_4 = \frac{a^2}{2}$$

$$Y_{C_4} = \frac{4Pa}{3}\ \Omega_4 = \frac{a^2}{2}$$

$$\delta_A = \frac{1}{EI}\left(\Omega_1 \times Y_{C_1}\right) + \frac{1}{EI}\left(\Omega_2 \times Y_{C_2}\right) +$$

$$+\ \frac{1}{EI}\left(\Omega_3 \times Y_{C_3}\right) + \frac{1}{EI}\left(\Omega_4 \times Y_{C_4}\right) +$$

$$+\frac{1}{EI}\left(\Omega_5 \times Y_{C_5}\right) = \frac{7 \times pa^3}{12 \times EI}$$

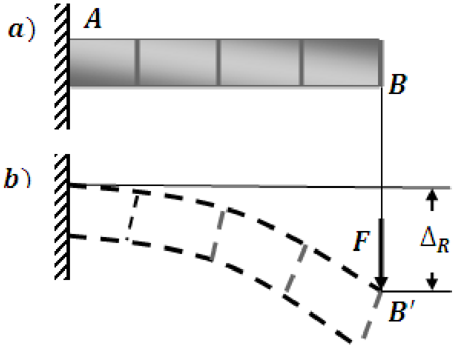


۷,۱۸ شکل:دکوړوالي مومنتونودياګرامونه

۷,۹ کار- انرژي ميتود

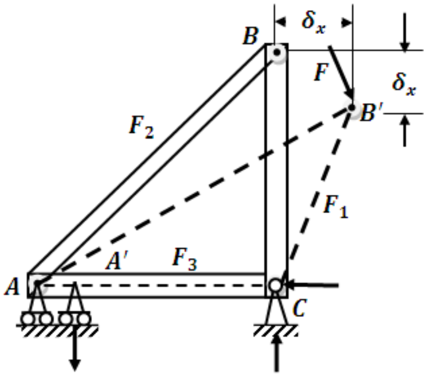
د کار- انرزی ميتود دځای دبدلون دمحاسبه کولوپه پروسه کې تيارشوی دی دکار- انرژی ميتود پخپله د ځای په ټاکنې کې مرسته کوي،له دې کبله چې ځای نا معلوم بدلون کيدای شي،چې د قوې اودځای بدلون په پايله کې د کارله لا س ته راوړلوله پاره دپايلې څرګندونې نامناسبې وي.

د دې مطلب د څرګندونې لپاره يوګاډر(۷,۱۹ شکل)دبهرني بارلاندې په پام کې نيسو،ليدل کيږي چې دغه ګاډردشکل بدلون حاصلوي او B نقطه د ځای بدلون حاصلوي.



۷,۱۹ شکل:ګاډردبهرني بارلاندې

همدارنګه د دریومیلویوچوګاټ(۷,۲۰ شکل)بهرني بارتراغیز لاندې لاندې په پام کې نیسو. لیدل چې د Aاتکاء اود B نقطه د ځای بدلونونه



۲۰,۷ شکل:دبار لاندې چوګاټ

حاصلوي. یعنې د BنقطهB' نقطې ته د ځای بدلون مومي اودA اتکاء A' ته د ځای بدلون کوي.

په دې بدلون کې دغه قوه یوکارترسره کوي(۲۰,۷ شکل)،چې د افقي او عمودي ځای بدلونونوپه پایله کې رامنځته کیږي:

$$W = F_x \times \delta_x + F_y\delta_y \ (7.15)$$

په دې فورمول کې:

W- دقوې ترسره شوی کاردی.

F_x- دقوې افقي مرکبه ده.

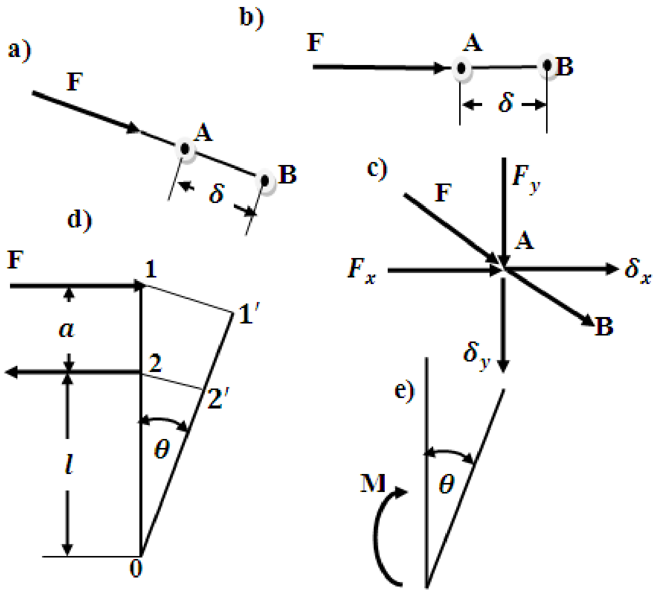
F_y- دقوې عمودي مرکبه ده.

δ_x- د F_x قوې له اثره د ځای افقي بدلون دی.

δ_y- د F_y قوې له اثره د ځای افقي بدلون دی.

که چيرې دثابت مومنت له مخې کارمحاسبه کړو،نومادي جسم دوران مومي (۲۰c.۷شکل)اوترسره شوی کارد محاسبه کولو لپاره د لاندیني فورمول نه کاراخلو:

$$W = M.\theta \ (7.16)$$



۲۰,۷ شکل:ديومادي جسم دځای بدلون

په دې فورمول کې :

W- دقوې دمومنت ترسره شوی کاردی.

M- مومنت دی.

θ- دوراني زاويه ده.

په دې ځای دمومنت قيمت:

$$M = F.a \ (7.18)$$

سره برابردی،نوځکه ليکلی شوچې:

$$W = \int_{0}^{\theta} M \times d\theta \ \ (7.19)$$

اوکه قوې په پام کې نيولوسره ترسره کارمحاسبه کړو،(۷d ۲۰شکل)

د قوې اودځای دبدلون دضرب حاصل نه کاراخلو:

$$W = F.d\theta \ (7.20)$$

که دامعادلې په انتګرالونوکې ونيسو،نوپه لاس راوړوچې:

$$W = \int_{0}^{\delta} F \times ds \ (7.21)$$

د دغوپورتنيودانتګراونې ښخ په لاس راوړوچې:

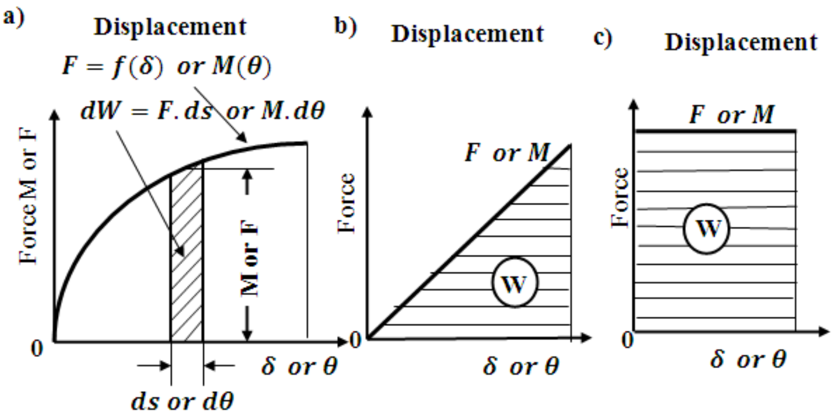
$$W = \frac{\mathrm{F}}{2}.\delta \ (7.22)$$

او:

$$W = \frac{M}{2}.\theta \ (7.23)$$

پورتنيوفورمولونووضاحت د لاندينيو ګرافونوله مخې کيدای شي.

د مومنت اوقوې ګرافونه



۷,۱۰ د شکل دمطلقه بدلون له مخې دانرژی تاکنه

که چیرې یوګاډر(۷,۲۲ شکل) دمحوري فشاري قووتراغیزلاندې واقع کړونو لیدل کیږي چې د ګاډرازاده خوا د شکل بدلون Δl مومي.دهوک د دویم قانون پربنسټ دغه بدلون په لاندې ډول څرګندولی شو:

$$\Delta l = \frac{F.L}{E.A}\ (7.2)$$

نوځکه رامنځ ته شوې انرژي به لاندې ډول وي:

$$U = \frac{F}{2}.\Delta l\ (7.25)$$

$$\Delta L = \frac{F.L}{E.A}\ (7.26)$$

په دې فورمول کې:

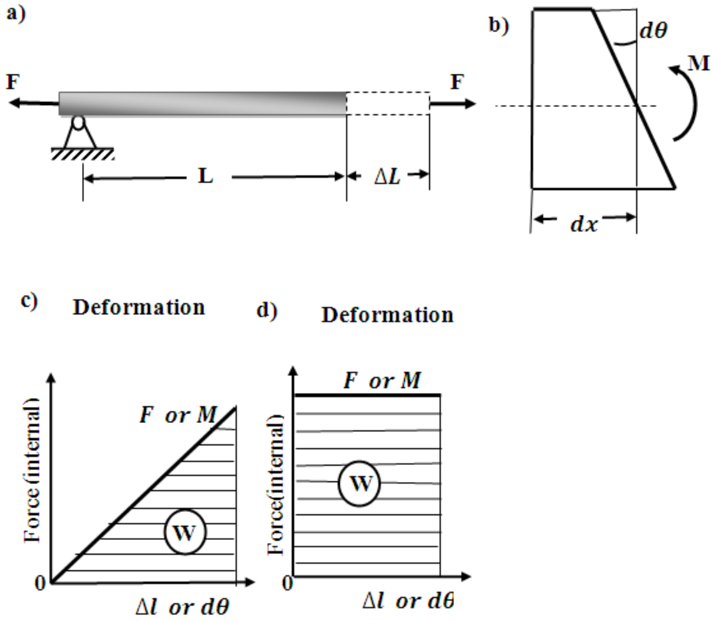
L . میلې اوږدوالی دی.

A.دميلې دعرضي مقطعې مساحت دی.
F.فشاري قوه ده.
E.دميلې دموادودارتجاعيت مودول دی.
که د شکل مطلقه بدلون قيمت په (۲۵,۷) معادله کې وضع کړو،نود مصرف شوې انرژۍ قيمت په لاندې توګه پيداکوو:

$$U = \frac{F}{E} \times \frac{F.L}{2EA} = \frac{F^2.L}{2EA} \ (7.27)$$

همدارنګه دکوږوالي مومنت په پام کې نيولوسره ترسره کاريا انرژي په لاندې ډول ترلاسه کوو:

$$U = \frac{M}{2}.d\theta \ (7.28)$$



۲۱,۷ شکل:ديومادي جسم دځای بدلون

څرنګه چې دوراني زاويه لاندينی قيمت لري،نوځکه پيداکووچې:

$$d\theta = \frac{M}{EI}.dx \ (7.29)$$

د پورتني قيمت په وضع کولوسره په لاس راځي چې:

$$dU = \frac{M}{2}.\frac{M}{EI}\ dx = \frac{M^2}{2EI}dx \ (7.28)$$

د پورتنی معادلې دانتګرالونې څخه په لاس راځي چې :

$$U = \int_0^L \frac{M^2}{2EI}\ dx \ (7.29)$$

دکوږوالي مومنت دقيمت په پام کې نيولوسره ليکلی شوچې:

$$dU = M.d\theta \ (7.30)$$

$$dU = \frac{M.M_P}{EI} \ (7.30')$$

۷,۱۱ دکار- انرژۍ جمع بندي

د عملي چارولہ پاره يوعمومي فورمول کارول کيږي،چې په لاندې ډول دی:

$$\frac{P}{2}\delta = \sum \frac{P^2L}{2EA} \ (7.31)$$

۷,۳مثال

ديوګاډر(۷,۲۲ شکل) په منځ کې د 3 kips متمرکزواردشوی دی،دګاډر ګروپيدنه پيداکړئ.

حل

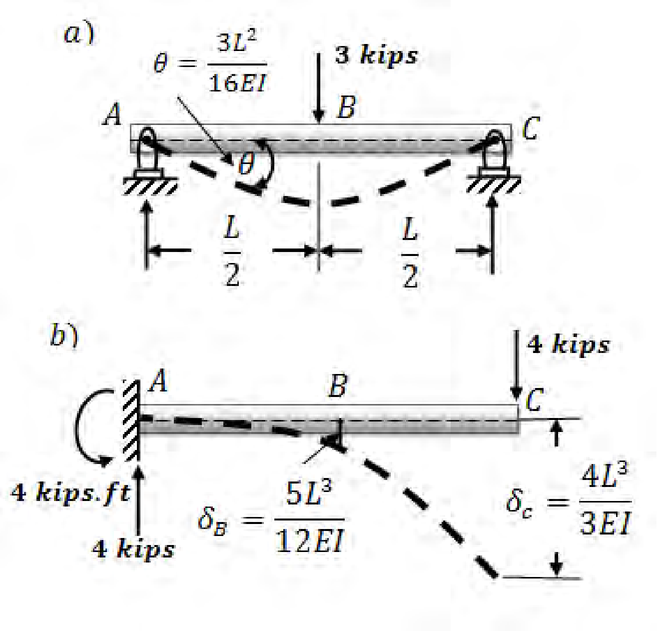
لاندينى فورمول كاروو:

$$\sum F_1.\delta_2 = \sum F_2.\delta_1 \ \text{(a)}$$

$$1.5(0) + 3kip \times \frac{5L^3}{12EI} - 1.5 \times \frac{4L^3}{3EI} =$$

$$= 4 \times \frac{3L^3}{16EI} + 4 \times (0) + 4(0)$$

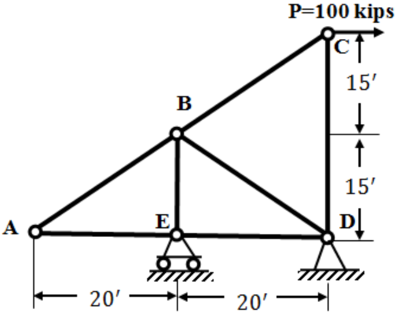
$$\frac{3L^3}{4EI} = -\frac{3L^3}{4EI}$$



۷,۲۷ شکل:دمتمرکزبارلاندې ګاډر

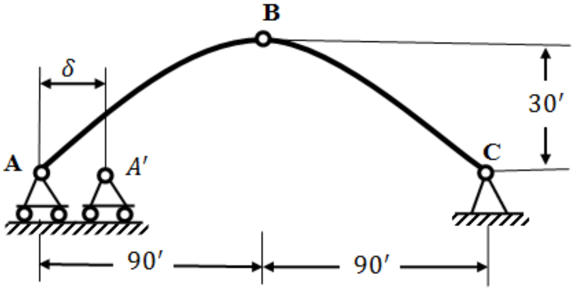
پوښتنې

۱,۷ پوښتنه: ديوې قيچي(۷,۲۳ شکل)له پاره چې د 100 kips افقي بار لاندې واقع ده او د ميلوعرضي مقطعو مساحت يې $4\ in^2$ او د ارتجاعيت مودول $24000\ kip/in^2$ دی د B غوټې افقي ا وعمودي دځای بدلونونه پيداکړئ.



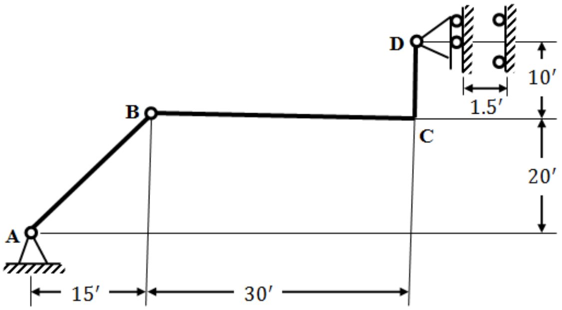
۷,۲۳ شکل:دمتمرکزبارلاندې قيچي

۷,۲ پوښتنه: د يودرې غوټيزکمان (۷,۲۴ شکل) د B غوټې د ځای بدلون محاسبه کړئ.



۷,۲۴ شکل:درې غوټې يزکمان

۷,۲ پوښتنه: ديوجوړښت (۷,۲۵ شکل) د Dاتکاء ″ 1.5د ځای بدلون
کوي د B غوټې دځای افقي اوعمودي بدلونونه محاسبه کړئ.



۷,۲۵ شکل:دځوميلوسيستم

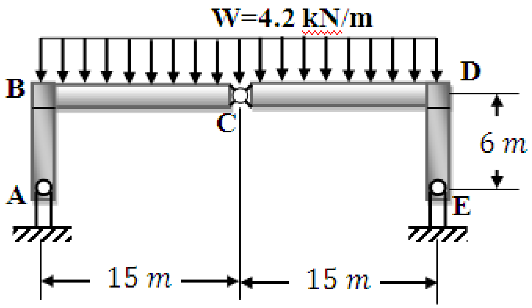
۷,۳ پوښتنه

د يوساختماني جوړښت (۷,۲۶ شکل) د$w = 4.2\ KN/m$ ويشلي منظم بارتراغيزلاندې واقع دی.که چيرې د موادود ارتجاعيت مودول قيمت يې$E = 200\ GPa$ اودميلوعرضي مقطعې انرشيايي مومنت

$I = 1800 \times 10^6 mm^4$ وي يعنې دميلوشخي يې ثابته وي،نو

الف – لومړی د C غوټې دځای بدلون محاسبه کړئ.

ب – د ډيزاينرداغوښتنه ده،چې د A اتکاء دحرکت په واسطه د C غوټې دخای بدلون ومومي.



۷,۲۶ شکل:دځوميلوسيستم

اخذونه

1. Анохин.Н.Н.Строительная Механика Москва
2 . С.Н.Кривапко Строительная Механика Москва Ырайт-2011.

3.дарков А.В.и Шапошников Н.Н. Строительная Механика Москва1989г

4. Harry H.West and Louis F.Geschwindner F undamentals of Structural Analysis 2014.

5 . Kenneth M.leet, Chia-Ming Uang and Anne M.Gilbert Fundamentals of Structural Analysis 2011.

6. Madam Mohan Das, Bahrgab Mohan Das and Mimi Das Saikia Structural Analysis Delhi 2014

7.Краткова Л.В. Учеб.пособ.Строительная Механика Москва 1994г.
8.Поманов В.Д.,Александров А.В.,Косицын С.б.и Доломказин Учебнек по строительная Механика Москва 2007г.
9. R.C.Hibber Structural Analysis previous editions copyright 2002.

10.Трушин С.И. Осноные медов конеческых элементовУчеб.пособ. Стро – тельная Механика Москва 2000г.

د افغانستان د پوهنتونونو د انجنيري، زراعت، طبيعي علوم، اقتصاد، ښوونې او روزنې او ژورناليزم چاپ شوو درسي کتابونو لست (ننګرهار، کابل، کابل پولي تخنيک، هرات، بلخ او خوست) ۲۰۱۵_۲۰۱۹

شمیره	د کتاب نوم	لیکوال	پوهنتون	شمیره	د کتاب نوم	لیکوال	پوهنتون
۱	عالي کلکولس رياضي I 534 A رياضي	حميدالله يار	ننگرهار	۲	د عالی رياضياتو عمومی کورس	محب الرحمن جنتی	ننگرهار
۳	د نفوسو جغرافيه	پروفيسور لطف الله صافی	ننگرهار	۴	عالي کلکولسII	نظر محمد	ننگرهار
۵	فزيکی کيميا III کيمياوی کنتيک او کتلسس، کروماتوگرافی او اسپکتروسکوپی	پوهاند دوکتور خير محمد ماموند	ننگرهار	۶	IIفزيکی کيميا الکتروليتی محلولونه او الکترو کيميا	پوهاند دوکتور خير محمد ماموند	ننگرهار
۷	د د ودانيو د تودولو تخنيک لومړی برخه، دسون تخنيک	داکتر غلام فاروق مير احمدی	ننگرهار	۸	د ژويو فزيولوژي	پروفيسور غنچه گل حبيب صافی	ننگرهار
۹	معيار های جديد اعمار ساختمان	انجنير محمد عمر تيموری	ننگرهار	۱۰	د متيورولوژی مبادی	پروفيسور عبدالغياث صافی	ننگرهار
۱۱	الجبر او د عددونو تيوری لومړی برخه	سطان احمد نيازمن	ننگرهار	۱۲	چگونگی مصرف انرژی در ساختمان های رهايشی	انجنير محمد عمر تيموری	ننگرهار
۱۳	د اوسپيز کانکريټي عناصرو د لومړي صنفي کار متوديکي لارښود	پوهندوی ديپلوم انجنير عبادالرحمن مومند	ننگرهار	۱۴	د ژوند چاپېريال	پوهاند عارف الله مندوزی	ننگرهار
۱۵	عضوی کيميا، کړيوال ترکيبونه	پوهاند دوکتور محمد غوث حکيمی	ننگرهار	۱۶	جامداتو ميخانيک	پوهنوال محمد اسحق رازقی	ننگرهار
۱۷	د ودانيو د جوړولو مهندسي اساسات دويم ټوک	ديپلوم انجنير اسدالله ملکزی	ننگرهار	۱۸	د ودانيو د جوړولو مهندسي اساسات لومړی ټوک	ديپلوم انجنير اسدالله ملکزی	ننگرهار
۱۹	کيميايي عنصرونه دويم ټوک	محمد طاهر کاښی	ننگرهار	۲۰	کيميايي عنصرونه لومړی ټوک	محمد طاهر کاښی	ننگرهار
۲۱	عمومی رياضيات	کل محمد جنت زی	خوست	۲۲	د اقتصاد او تجارت اصطلاحات (انګليسي-پښتو تشريحي قاموس)	پوهنيار عبدالله عادل او امان الله ورين	ننگرهار
۲۳	خطي الجبر	داکتر عبدالله مهمند	ننگرهار	۲۴	روانشناسی و ضرورت آن در جامعۀ افغانستان	داکتر اعظم دادفر	کابل پوهنتون
۲۵	مبادی اقتصاد زراعتی	پوهاند ولی محمد فائز	بلخ	۲۶	اساسات هندسه ترسيمی مسطح	پوهنوال سيد يوسف مانووال	بلخ
۲۷	تأسيسات و تجهيزات تخنيکی ساختمان	انجنير محمد عمر تيموری	کابل پولی تخنيک	۲۸	د راديويي خپرونو توليد	پوهنوال دوکتور ماستر واحدي	خوست
۲۹	د خاورې تخريب او د چاپيريال ککړتيا	پوهنيار محمد حنيف هاشمي	خوست	۳۰	تيوری و سياست بودجه عامه	پوهنوال داکتر سيد محمد تينگار	کابل
۳۱	حيوانات مفصليه	پروفيسور داکتر ديپلوم علی آقا نحيف	هرات	۳۲	عضوي کيميا، د اروماتيک او هيتروسيکليک برخه	پوهنوال ډاکتر گل حسن وليزی	کابل
۳۳	د پروژې تحليل او مديريت	پوهاند محمد بشير دويال	ننگرهار	۳۴	د انجنيری ميخانيک	پوهنوال محمد اسحق رازقی	ننگرهار
۳۵	کلکولس او تحليلي هندسه، لومړی برخه	پوهندوی سيد شير آقا سيدي	ننگرهار	۳۶	کلکولس او تحليلي هندسه، دوهمه برخه	پوهندوی سيد شير آقا سيدي	ننگرهار

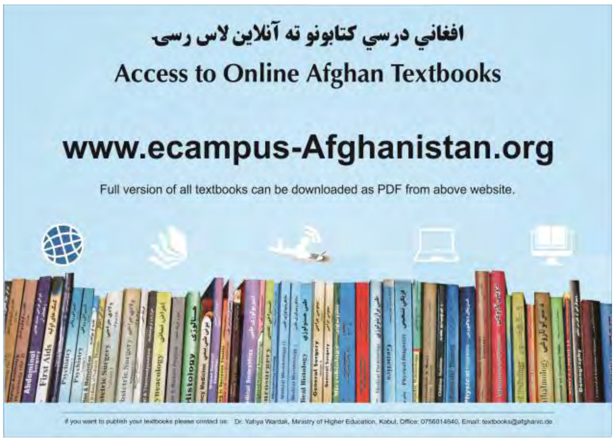
۳۷	د کرنیزو محصولاتو بازار موندنه	پوهاند محمد طیب	ننگرهار	۳۸	کارتو گرافی با اساسات توپوگرافی	پوهنوال دوکتور محمد طاهر عنایت	ننگرهار
۳۹	انرژي سمپا کوونکي وداني	اسد الله ملکزی	ننگرهار	۴۰	د موادو مقاومت	پوهنمل بهرام امیری	خوست
۴۱	فزیکی کیمیا گازونه او کیمیاوی ترمودینامیک	پوهاند خیر محمد ماموند	ننگرهار	۴۲	اطلاعاتو ته د لاسرسي لارې چارې	دانش کروخیل	ننگرهار
۴۳	حیاتی جغرافیه	پوهاند لطف الله صافی	ننگرهار	۴۴	د فاضله اوبو انجنيري	زلمی خالقی	ننگرهار
۴۵	د رياضي په هلكه خبرې اترې	سلطان احمد نيازمن	ننگرهار	۵۶	اقتصادي جيولوجي (کانپوهنه-فلزي کانونه)	پوهاند دوکتور شريف الله سهاک	ننگرهار
۴۷	گروه های اجتماعی بسته (مطالعه جامعه شناختی سکتها)	داکتر احمد سیر مهجور	کابل پوهنتون	۴۸	گرم شدن کره زمین	محمد نعیم نسین	بلخ
۴۹	الجبر او د عددونو تیوري دوهمه برخه	سلطان احمد نيازمن	ننگرهار	۵۰	اعمار ساختمانها (اساسات، مواد و سیستم ها)	پوهندوی دیپلوم انجنیر امان الله فقیری	کابل پولیتخنیک
۵۱	په سیول انجنیري کې د اټوکډ استعمال	پوهنوال میا پاچا میاخیل	ننگرهار	۵۲	وترنری عمومي پتالوژي	پوهندوی محمد طاهر کاکړ	ننگرهار
۵۳	انجنیري جیودوزی (سرو)	پوهندی گل حکیم شاه سیدی	ننگرهار	۵۴	جیومورفولوژي	پوهنوال عزت الله	ننگرهار
۵۵	د تلویزیوني خپرونو تولید	پوهنوال داکتر ماستر واحدی	خوست	۵۶	اوسپنيز کانکريټي عناصر، لومړی برخه	پوهنوال ديپلوم انجنير عبادالرحمن مومند	ننگرهار
۵۷	زولوجی فقاریه	ذاکره بابکرخيل	ننگرهار	۵۸	زولوجی غیرفقاریه	ذاکره بابکرخيل	ننگرهار
۵۹	د تهداب انجنیري	پوهاند انجنیر زلمی خالقی	ننگرهار	۶۰	الجبر معاصر	داکتر عبدالله مهمند	بلخ
۶۱	رهنمود موثریت حفظ انرژی در تعمیرات	داکتر انجنیر محمد عمر تیموری	کابل	۶۲	معاصر الجبر	داکتر عبدالله مهمند	خوست
۶۳	د افغانستان د پوهنتونونو د درسی کتابونو چاپول	داکتر یحیی وردک	ټولو ته	۶۴	آلماني د افغانانو لپاره	داکتر یحیی وردک	ټولو ته
۶۵	آلمانی برای افغانها	داکتر یحیی وردک	ټولو ته	۶۶	د پروژې مدیریت په عمل کې	محمد داود علم او یو اف . گهل	ننگرهار
۶۷	صنعتي اقتصاد	پوهاند محمد بشير دوديال	ننگرهار	۶۸	نباتي فزيولوژي لومړی جلد	پوهنمل محمد طاهر مياخيل	خوست
۶۹	نباتي فزیولوژي دوهم جلد	پوهنمل محمد طاهر میاخیل	خوست	۷۰	صنعتي اقتصاد	پوهاند محمد بشير دوديال	ننگرهار
۷۱	د ساختمانونو تحليل (لومړی برخه)	پوهاند محمد اسحق رازقی	ننگرهار	۷۲	د ساختمانونو تحلیل (دويمه برخه)	پوهاند محمد اسحق رازقي	ننگرهار

ټول کتابونه له دې ویبپاڼې څخه ډونلوډولای شی : www.ecampus-afghanistan.org

مرسته کوونکی: د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمیټی، د آلماني او افغانی پوهنتونونو ټولنې، د آلمان د فدرالی جمهوریت جنرال کنسولگری، کانراد ادناور بنسټ، میخایل کلبت، سلواک اید، په جرمنی کې د اناسیس کمپنی او افغانیک

تطبیق کوونکی: ډاکټر یحیی وردگ د لوړو زده کړو وزارت، څلورمه کارته، کابل افغانستان، فبروری ۲۰۲۰

دفتر:075601640، ایمیل: textbooks@afghanic.de



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 311 different textbooks of Medicine, Engineering, Science, Economics, Journalism and Agriculture (96 medical textbooks funded by German Academic Exchange Service, 190 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, 3 textbooks funded by Afghanistan-Schulen, 2 textbooks funded by SlovakAid, 1 textbook funded by SAFI Foundation, 8 textbooks funded by Konrad Adenauer Stiftung and 1 textbook funded by inasys) from Nangarhar, Khost, Kandahar, Herat, Balkh, Al-Beroni, Kabul, Kabul Polytechnic and Kabul Medical universities. The book you are holding in your hands is a sample of a printed textbook. It should be mentioned that all these books have been distributed among all Afghan universities and many other institutions and organizations for free. All the published textbooks can be downloaded from www.ecampus-afghanistan.org.

The Afghan National Higher Education Strategy (2010-2014) states:

"Funds will be made available to encourage the writing and publication of textbooks in Dari and Pashto. Especially in priority areas, to improve the quality of teaching and learning and give students access to state–of–the–art information. In the meantime, translation of English language textbooks and journals into Dari and Pashto is a major challenge for curriculum reform. Without this facility it would not be possible for university students and faculty to access modern developments as knowledge in all disciplines accumulates at a rapid and exponential pace, in particular this is a huge obstacle for establishing a research culture. The Ministry of Higher Education together with the universities will examine strategies to overcome this deficit ".

We would like to continue this project and to end the method of manual notes and papers. Based on the request of higher education institutions, there is the need to publish about 100 different textbooks each year.

I would like to ask all the lecturers to write new textbooks, translate or revise their lecture notes or written books and share them with us to be published. We will ensure quality composition, printing and distribution to Afghan universities free of charge. I would like the students to encourage and assist their lecturers in this regard. We welcome any recommendations and suggestions for improvement.

It is worth mentioning that the authors and publishers tried to prepare the books according to the international standards, but if there is any problem in the book, we kindly request the readers to send their comments to us or the authors in order to be corrected for future revised editions.

We are very thankful to Kinderhilfe-Afghanistan (German Aid for Afghan Children) and its director Dr. Eroes, who has provided fund for this book. We would also like to mention that he has provided funds for 190 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 Acting Minister of Higher Education Prof Abdul Tawab Balakarzai, Administrative & Financial Deputy Minister Prof Dr. Ahmad Seyer Mahjoor (PhD), Financial Director Ahmad Tariq Sediqi, Advisor at Ministry of Higher Education Dr. Gul Rahim Safi, Chancellor of Universities, Deans of faculties, and lecturers for their continuous cooperation and support for this project .

I am also thankful to all those lecturers who encouraged us and gave us all these books to be published and distributed all over Afghanistan. Finally I would like to express my appreciation for the efforts of my colleagues Hekmatullah Aziz and Fahim Habibi in the office for publishing and distributing the textbooks.

Dr Yahya Wardak
Advisor at the Ministry of Higher Education
Kabul, Afghanistan, February, 2020
Mobile: 0706320844
Email: textbooks@afghanic.de

Message from the Ministry of Higher Education

In history, books have played a very important role in gaining, keeping and spreading knowledge and science, and they are the fundamental units of educational curriculum which can also play an effective role in improving the quality of higher education. Therefore, keeping in mind the needs of the society and today's requirements and based on educational standards, new learning materials and textbooks should be provided and published for the students.

I appreciate the efforts of the lecturers and authors, and I am very thankful to those who have worked for many years and have written or translated textbooks in their fields. They have offered their national duty, and they have motivated the motor of improvement.

I also warmly welcome more lecturers to prepare and publish textbooks in their respective fields so that, after publication, they should be distributed among the students to take full advantage of them. This will be a good step in the improvement of the quality of higher education and educational process.

The Ministry of Higher Education has the responsibility to make available new and standard learning materials in different fields in order to better educate our students.

Finally I am very grateful to 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,
Prof Abdul Tawab Balakarzai
Acting Minister of Higher Education
Kabul, 2020

Book Name Structure Analysis I
Author Prof M Ishaq Raziqi
Publisher Nangarhar University, Engineering Faculty
Website www.nu.edu.af
Published 2020, First Edition
Copies 1000
Serial No 297
Download www.ecampus-afghanistan.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 0756014640, 0706320844
Email textbooks@afghanic.de

All rights reserved with the author.

Printed in Afghanistan 2020, Afghanistan Times Printing Press

ISBN 978-9936-633-34-6