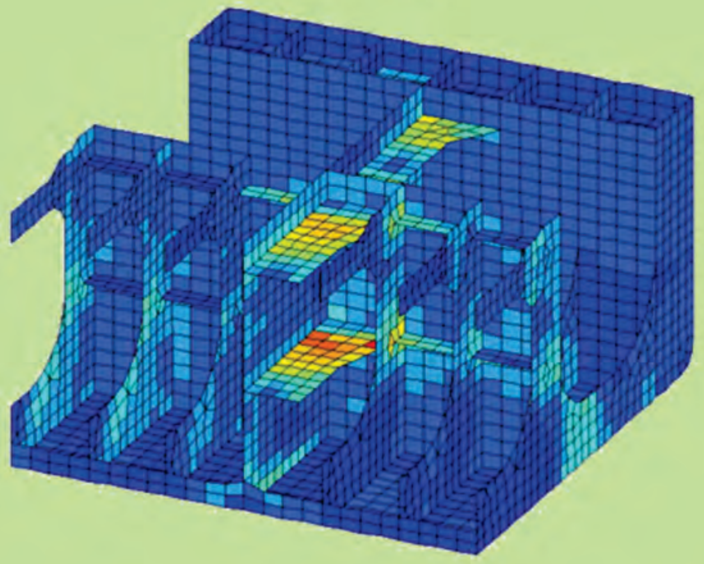
ننګرهار انجنيري پوهنځی

د ساختمانونو تحليل

دويمه برخه



پوهاند محمد اسحق رازقي

د ساختمانونو تحليل
دويمه برخه

Structure Analysis II

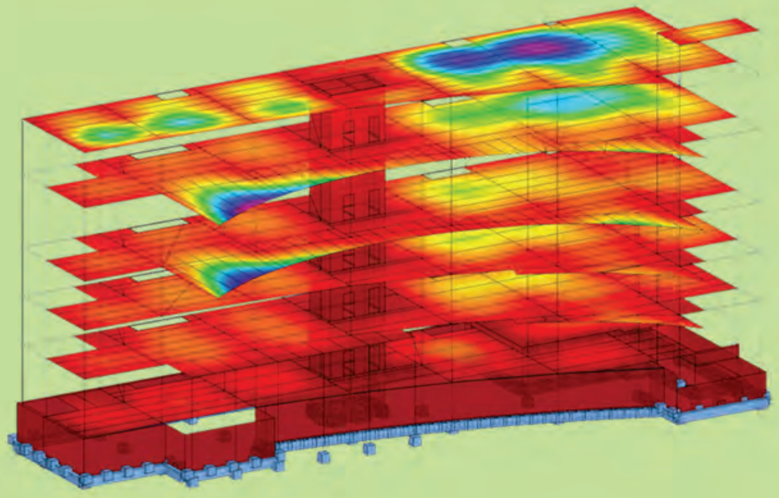
پوهاند محمد اسحق رازقي

Nangarhar Engineering Faculty

Afghani

Prof M Ishaq Raziqi

Structure Analysis II



Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

ISBN 978-9936-633-35-3
9 789936 633353

Not for Sale

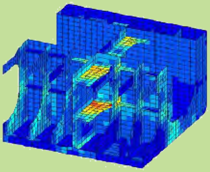
2020

د ساختمانونو تحلیل

دویمه برخه

پوهاند محمد اسحق رازقي

افغانیک
Afghanic



Pashto PDF
2020

Nangarhar Engineering Faculty
ننگرهار انجنیري پوهنځی

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

Structure Analysis II

Prof M Ishaq Raziqi

Download:
www.ecampus-afghanistan.org

اقرأ باسم ربك الذي خلق

د ساختمانونو تحلیل

دویمه برخه

پوهاند محمد اسحق رازقي

لومړی چاپ

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

د کتاب نوم	د ساختمانونو تحلیل (دویمه 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	۲۹۸
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 ۹۷۸-۹۹۳٦-٦۳۳-۳۵-۳

د لوړو زده کړو وزارت پیغام

د بشر د تاریخ په مختلفو دورو کې کتاب د علم او پوهې په لاسته راوړلو، ساتلو او خپرولو کې 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 دې 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 محصلینو!

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

تر اوسه پورې موږ د ننګرهار، خوست، کندهار، هرات، بلخ، البیروني، کابل، کابل طبي پوهنتون او کابل پولي تخنیک پوهنتون لپاره ۳۱۱ عنوانه مختلف درسي کتابونه د طب، ساینس، انجنیري، اقتصاد، ژورنالیزم او زراعت پوهنځیو (۹۶ طبي د آلمان د علمي همکاریو ټولنې DAAD، ۱۹۰ طبي او غیر طبي د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمېټې Kinderhilfe-Afghanistan، ۷ کتابونه د آلماني او افغاني پوهنتونونو ټولنې DAUG، ۲ کتابونه په مزار شریف کې د آلمان فدرال جمهوري جنرال کنسولګري، ۳ کتابونه د Afghanistan-Schulen، ۱ کتاب د صافي بنسټ ، ۲ کتابونه د سلواک ایډ، ۸ کتابونه د کانراد ادناور بنسټ KAS، ۱ کتاب په آلمان کې د اناسیس کمپنۍ لخوا) په مالي مرسته چاپ کړي دي.

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

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

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

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

له ټولو محترمو استادانو څخه هيله کوو، چې په خپلو مسلکي برخو کې نوي کتابونه وليکي، وژباړي او يا هم خپل پخواني ليکل شوي کتابونه، لکچر نوټونه او چپټرونه ايډېټ او د چاپ لپاره تيار کړي، زمونږ په واک کې يې راکړي چې په ښه کيفيت چاپ او وروسته يې د اړوند پوهنځيو، استادانو او محصلينو په واک کې ورکړو. همدارنګه د ياد شويو ټکو په اړوند خپل وړانديزونه او نظريات له مونږ سره شريک کړي، تر څو په ګډه پدې برخه کې اغيزمن ګامونه پورته کړو.

د مؤلفينو او خپرونکو له خوا پوره زيار ايستل شوی دی، ترڅو د کتابونو محتويات د نړيوالو علمي معيارونو په اساس برابر شي، خو بيا هم کيدای شي د کتاب په محتوی کې ځينې تيروتنې او ستونزې وليدل شي، نو له درنو لوستونکو څخه هيله مند يو تر څو خپل نظريات او نيوکې مؤلف او يا مونږ ته په ليکلي بڼه راوليږي، تر څو په راتلونکي چاپ کې اصلاح شي.

له افغان ماشومانو لپاره د جرمني کميټې او د هغې له مشر ډاکتر ايروس څخه ډېره مننه کوو چې د دغه کتاب د چاپ لګښت يې ورکړی دی، دوی تر دې مهاله د ننګرهار پوهنتون د ۱۹۰ عنوانه طبي او غيرطبي کتابونو د چاپ لګښت پر غاړه اخيستی دی.

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

د لوړو زده کړو له سرپرست وزير پوهنمل ديپلوم انجنير عبدالتواب بالاکرزی، مالي او اداري معين ډاکتر احمد سير مهجور، مالي رئيس احمد طارق صديقي، په لوړو زده کړو وزارت کې سلاکار ډاکتر ګل رحيم صافي، د پوهنتونونو رئيسانو، د پوهنځيو رييسانو او استادانو څخه مننه کوم چې د کتابونو د چاپ لړۍ يې هڅولې او مرسته يې ورسره کړې ده. د دغه کتاب له مؤلف څخه ډېر منندوی يم او ستاينه يې کوم، چې خپل د کلونو-کلونو زيار يې په وړيا توګه ګرانو محصلينو ته وړاندې کړ.

همدارنګه د دفتر له همکارانو هر يو حکمت الله عزيز او فهيم حبيبي څخه هم مننه کوم چې د کتابونو د چاپ په برخه کې يې نه ستړې کيدونکې هلې ځلې کړې دي.

ډاکتر يحيی وردک، د لوړو زده کړو وزارت سلاکار

کابل، فبروري، ۲۰۲۰

د دفتر ټيليفون: ۰۷۵٦۰۱۴٦۴۰، ۰۷۰٦۳۲۰۸۴۴

ايميل: textbooks@afghanic.de

دویمه برخه

اتم څپرکی

دګادرونواوفرمونوګروپېدنه

٨.١ د دوګونې لنګر الکونې مېتود................................ ١

٨.٢ د انرجي کرښې فرونو الي معادله........................ ٢

٨.٣ دمونټ – مساحت مېتود...................................... ٥

٨.۴ دمونټ – مساحت تیوری دکار.............................. ٧

٨.۵ انرجي بار مېتود.. ٢٢

٨.۶ کولاجوکي تبی ا د جوړ ګادرونو مېتود.......................... ٢٨

پوښتنې ٣۶

نهم څپرکی

دمستوي دوله میله یزناتاکلوستاتیکي سیستمونوشمیرنه اودقوومیتود

٩.١ مستوي دوله میله یزناتاکلي ستاتیکي سیستمونه............ ٣٩

٩.٢ ناتاکلي ستاتیکي سیستمونو ځانګړتیاوې ۴٠

٩.٣ ناتاکلي ستاتیکي سیستمونو شمیرنه او دځای بدلون مېتود... ۴٠

۹.۴ دځای بدلون د بیټوپ ه مرستې ه غیرمنظم ځ ګ اوشمیرنه....۴۳

۹.۵ د مستوي د ولمیل هی زوني اوسني کي ی ستونو

شمیرنه اوقووي وټ د........................ ....۴۸

۹.۶ د نظرياتي اكي سټوكي ي وټكات شمیرنه...................۵۵

۹.۷ د ټاکل شوي ستونو په شمیرنه کې

د ټو د و خیاغیزه..۵۷

۹.۸ د پاکلو بدلون کې د ټاکل شویو ستونو شمیرنه...۶۰

۹.۹ د موټ ونو د وشني ټ و د...۶۷

۹.۱۰ د درې مومنټ په مرسته غیرمنظم ځ

ګ اوشمیرنه...۷۱

ټیبونی ۷۷

لسم څپرکی

دقووترسره شوی کاراودځای بدلون عمومي میتودونه

۱۰.۱ عمومي معلومات...۸۲

۱۰.۲ د بهرنیو قوو ترسره شوی کار.......................................۸۲

۱۰.۳ د پوټنشیال انرژي..۸۹

۱۰.۴ د کار د متقابلیت قضیه ۹۰

۱۰.۵ دځای بدلون د متقابلو قضيه.............................. ۹۴

۱۰.۶ دځای بدلون فورمول.. ۹۵

۱۰.۷ د ورشګلين قضيه.. ۹۸

۱۰.۸ د تکيه ځای د عکس العملونو په پام کې نيولو سره

دځای بدلون.. ۱۰۲

۱۰.۹ د کار ـ انرژۍ ميتود... ۱۱۱

۱۰.۱۰ دشکل د مطلق بدلون له مخې د انرژۍ اټکلونه............ ۱۱۱

۱۰.۱۱ د کار - انرژۍ جمعبندي..................................... ۱۱۷

پوښتنې ۱۱۹

يولسم څپرکی

دميلان يا دوراني زوايې اوګړوپيدنې يا کږيدنې ميتود

۱۱.۱ دميلان واګړوپيدنې ميتود..................................... ۱۲۱

۱۱.۲ دميلان واګړوپيدنې دميتود په مرسته دجوړښت

شننه.. ۱۲۳

۱۱.۳ دګړوپيدنې قبلي دميتود له مخې د نا اټکلو ساکټ

جوړښتونو شننه... ۱۳۰

پوښتنې ۱۴۴

دولسم څپرکی

دويشنې يا ديسترى بيوشن ميتود

۱۲.۱ د میتود موخې ۱۴۸
۱۲.۲ د ویشنې یا دیستریبیوشن میتود پراختیا ۱۴۹
پوښتنې ۱۶۳

ديارلسم څپرکی

په نمونه ډوله پارتالي چوکاټ کې د ديسترې بيوشن ميتود

۱۳.۱ انډولي او متناظري پارتالي چوکاټ ۱۶۷
۱۳.۲ نا انډولي او غیر متناظري پارتالي چوکاټ ۱۶۹
۱۳.۳ اکسرولي میتود ۱۷۶
پوښتنې ۱۹۰

څوارلسم څپرکی

دکني ميتود

۱۴.۱ عمومي معلومات ۱۹۲
۱۴.۲ د چوکاټ شمېرنه ۱۹۴
۱۴.۳ په غوټو کې د کږوالي مومنټونو ټاکنه ۱۹۶
۱۴.۴ په غوټو کې د عرضي قوو ټاکنه ۱۹۷

۱۴.۵ د چوکاټ (فرېم) عملي شمېرنې مثال.......................... ۱۹۷

۱۴.۶ کږوالي مومنټونو شمېرنه.............................. ۱۹۷

۱۴.۷ په ګاډرونو کې د عرضي قوو ټاکنه.......................... ۲۳۰

۱۴.۸ کږوالي مومنټونو شمېرنه.............................. ۲۳۳

۱۴.۹ په ستونو یا پایو کې د عرضي قوو شمېرنه...................... ۲۳۶

۱۴.۱۰ د عرضي قوو د ګراف جوړښت......................... ۲۳۷

۱۴.۱۱ د کږوالي مومنټونو د ګراف جوړښت.................. ۲۳۷

ماخذونه.. ۲۳۸

اتم څپرکی

دګاډرونواوفرمونوګروپیدنه

۱,۸ ددوه ګونې انتګرال کوونې میتود

دمیتود دروښانه کولولپاره یوکنسولي ګاډرد یوې متمرکزې قوې تراغیز لاندې نیسو(a.۸ ۱ شکل)له شکله کتل کیږي،چې ګاډردشکل ګروپ دوله بدلون مومي (b.۸ ۱ شکل) چې دعالی ریاضیاتوله مخې لیکلی شو:

$$\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{dx}} = tan\theta$$

څرنګه چې د θ زاویه ډیره کوچنی ده،نوځکه لیکو:

$$\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{dx}} \approx \theta\ (a)$$

له بلې خواد (c.۷ ۱۵ شکل)، شکل له مخې لیکوچې:

$$tand\theta = \frac{\rho}{dx}$$

له دې ځایه:

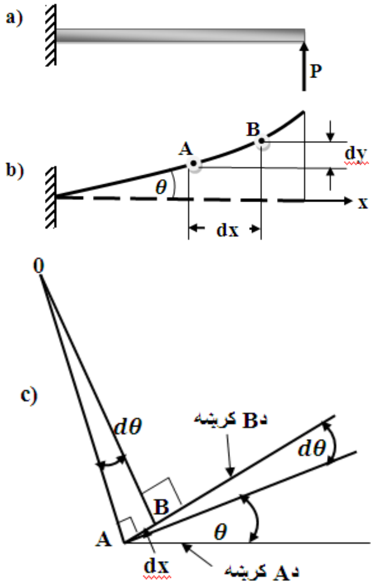
$$\mathrm{\rho}.\,d\theta = dx\ (b)$$

دعالی ریاضیاتوله مخې:

$$\psi = \frac{\mathrm{d\theta}}{\mathrm{dS}} = \frac{1}{\rho}\ \mathrm{(c)}$$

دلته لیکو:

$$\psi = \frac{d\theta}{dx} = \frac{1}{\rho} \ (d)$$



۸,

همدارنګه :

$$\frac{d\theta}{dx} = \frac{d^2y}{dx^2} \ (1.8)$$

۲,۸ د ارتجاعي کرښې ديفرينسيالي معادله

يو ګاډرد بهرنی بارلاندې په پام کې نيسو(۸.a۱شکل) ليدل کيږي چې دغه ګاډرد شکل بدلون حاصلوي(۸.b۲شکل)،چې دکوږوالي مومنت دياګرام يې په شکل کې ښودل شوی دی.

له د شکل نه کتل کيږي،چې:

$$tan d\theta = \frac{dl}{c} \approx d\theta \ (a)$$

له دې ځايه په لاس راوړوچې:

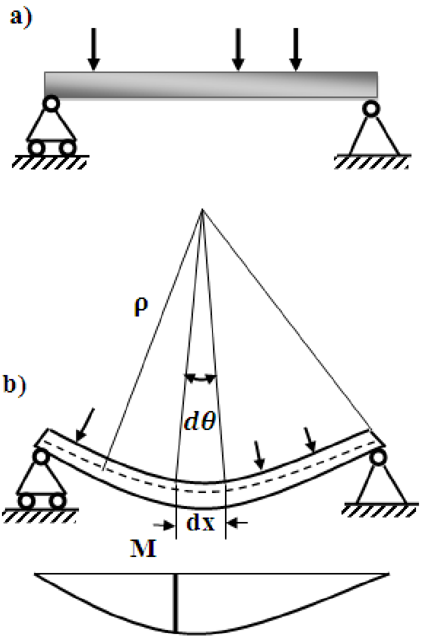
$$dl = c.d\theta \ (b\ )$$

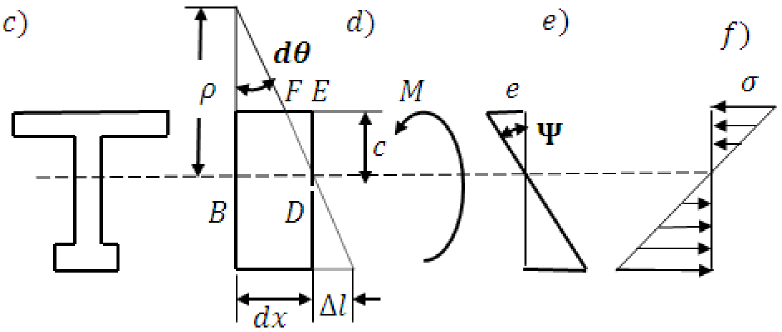
له بلې خوادشكل نسبي بدلون په لاندې توګه په لاس راځي :

$$\varepsilon = \frac{dl}{\mathrm{dx}} \ (2.8)$$

په دې فورمول كې د Δl قيمت وضع كوو:

$$\varepsilon = \frac{d\theta}{\mathrm{dx}}\mathrm{c} \ (3.8)$$





۲,۸ شکل:ګاډردبهرني بارلاندې

اويا:

$$\frac{\varepsilon}{c} = \frac{d\theta}{dx} \quad (4.8)$$

دغه فورمول د (1.8)فورمول سره پرتله کوو:

$$\frac{\varepsilon}{c} = \frac{d^2\theta}{dx^2} \quad (5.8)$$

دهوک دلومړي قانون له مخې ليکوچې:

$$\sigma = E.\varepsilon$$

له دې ځايه :

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

د پورتنيو فورمولونو د پرتله کولو څخه په لاس راوړو چې:

$$\frac{\sigma}{E.c} = \frac{d^2y}{dx^2} \quad (6.8)$$

څرنګه چې:

$$\sigma = \frac{M}{I}$$

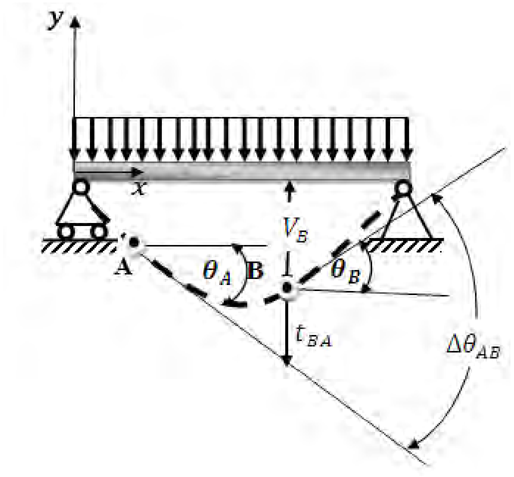
نوځکه دګاډرد ګروپې شوې کربښې ديفرينسيالي معادله داکو:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M}{EI} \quad (7.8)$$

۸,۳ د مومنت ـ مساحت ميتود

د ميتود دروښانه کولو لپاره يو ګاډر (۳,۸ شکل) د ويشلي منظم بار لاندې په پام کې نيسوله شکل نه کتل کيږي، چې ګادرد شکل بدلون حاصلوي د مطلب دروښانه کولو لپاره دA او B دوه نقطې د ګروپې شوې کربښې له پاسه په نښه کوو. او د دې دواړو نقطو ددوران زاويه د θ_A او θ_B له مخې ښيو.

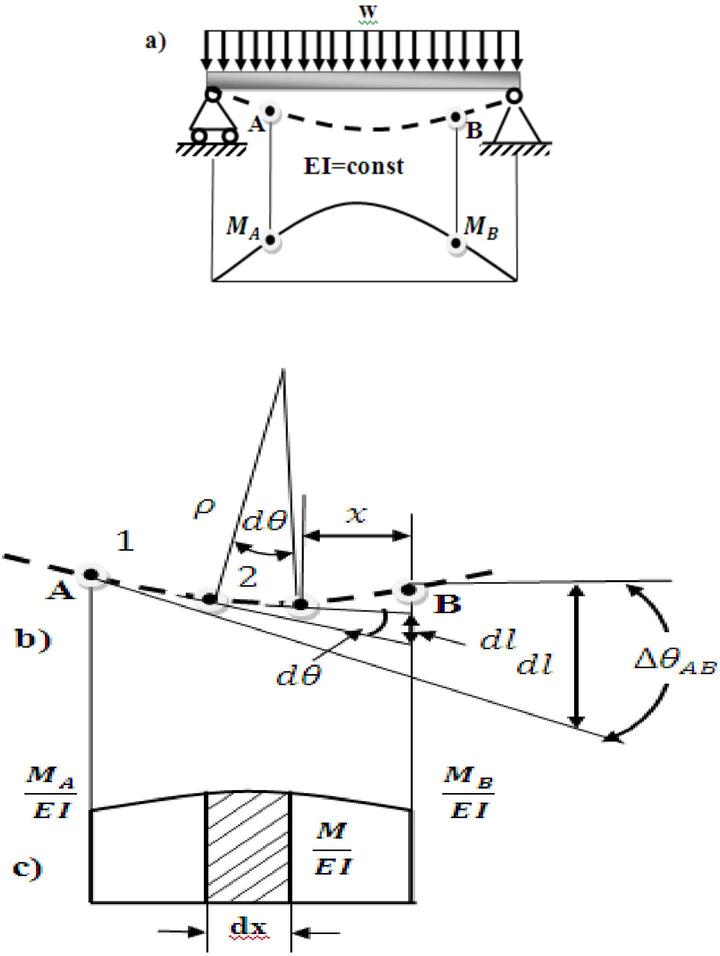
څرګنده ده، چې د ګاډردارتجاعي کربښې ديفرينسيالي معادله لاندينی



۳,۸ شکل: دويشلي منظم بار لاندې ګاډر

ځيره ځانته غوره کوي:

$$\frac{d\theta}{dx} = \frac{M}{EI} \ (a)$$



۸,۴ شکل:دګاډرګروپ شوي حالت

د پورتنی معادلې څخه په لاس راوړوچې:

$$d\theta = \frac{M}{EI} \times dx \ (b)$$

د دې معادلې پربنسټ ليکلی شوچې:

$$\Delta\theta_{AB} = \int_A^B d\theta = \int_A^B \frac{M}{EI} \times dx \ \ (9.8)$$

همدارنګه د۸.۳b شکل له مخې د $d\theta$ زاويه تانجنت پيداکوو:

$$tand\theta \approx \theta = \frac{dt}{x}$$

له دې ځايه dt فاصلې قيمت پيداکوو:

$$dt = d\theta . x$$

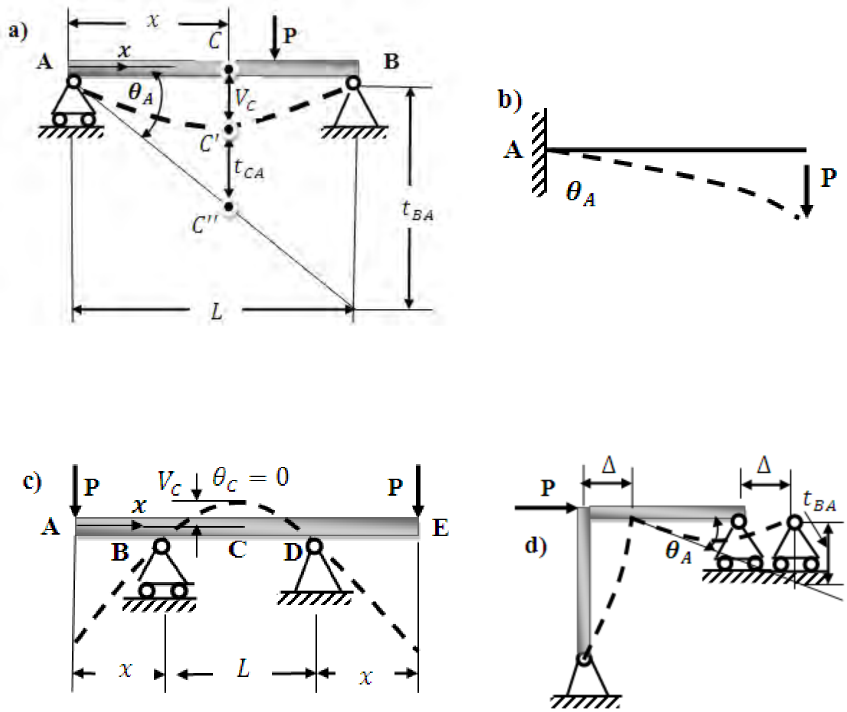
دانتګرال په پايله کې د t_{AB} فاصلې قيمت په لاس راوړو :

$$t_{AB} = \int_A^B dt = \int_A^B \frac{M}{EI} \times dx \ \ (10.8)$$

۸,۴ د مومنت ـ مساحت دميتودکار

د مومنت ـ مساحت ميتود څخه د ګټې اخيستنې په موخه څو ګاډرونو د شکل بدلونونه ګورو.اود دې شکلونودڅېړلوپه پايله کې د B په نقطه کې دوران زاويه په لاندې توګه ترلاسه کيږي:

$$\theta_B = \theta_A + \Delta\theta_{AB}$$



۵,۸ شکل:ګاډرونه

د ۸.a ۵شکل نه کتل کيږي چې:

$$\tan\theta_A = \frac{t_{AB}}{L} \approx \theta_A$$

نوځکه ديورتنی افادې پربنسټ د C نقطه کې د دوران زاويه پيدا کوو:

$$\theta_C = \theta_A + \Delta\theta_{AC}$$

په همدې نقطه کې دګروپيدنې په خاطردلاندينی افادې نه کاراخلو:

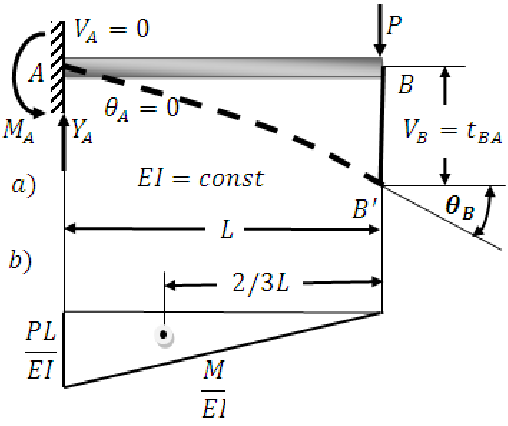
$$CC'' = \theta_A(x)$$

اويا:

$$V_C = CC'' - t_{CA}$$

۱,۸ مثال

د یوکنسولي ګادر(۶,۸ شکل)په ازاده څوکه د دوران زاویه اوګرووپیدنه پیداکړئ که چیرې دګادړشخي ثابته وي.



۶,۸ شکل:دمتمرکزبارلاندې ګاډر

حل

لومړی دمومنت دیاګرام رسمووااوبیا لاندې فورمول کاروو:

$$\theta_B = \theta_A + \Delta\theta_{AB} \; (a)$$

د 8.9فورمول کاروو:

$$\Delta\theta_{AB} = \frac{1}{2}(L)\left(\frac{-PL^2}{EI}\right) = \frac{-PL^2}{2EI}$$

د B په نقطه کې ددوران زاویه پیداکوو:

$$\theta_B = \frac{-PL^2}{2EI}$$

د B په نقطه کې ګروپيدنه پيداکوو:

$$V_B = t_{BA}$$

نوځکه ۹,۸ فورمول په مرسته په لاس راوړوچې :

$$V_B = \frac{1}{2}(L)\left(\frac{-PL}{EI}\right)\frac{2L}{3} = \frac{-PL^3}{EI}$$

۸,۲ مثال

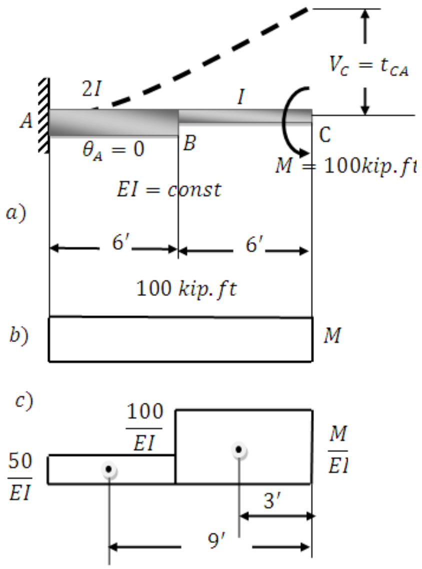
د يو کنسولي ګادر(۸,۸ شکل)په ازاده څوکه بدليدونکي متمرکزمومنت عمل کوي د C په نقطه کې يې ګروپيدنه پيدا کړئ که چيرې د ګاډر د کوچنۍ عرضي مقطعې انرشيايي مومنت قيمت $I = 400\ in^4$ او د ارتجاعيت مودول قيمت يې $E = 29.000\ kip/in^2$ وي.

حل

لومړی دمومنت دياګرام جوړو(۸.b,c ۹شکلونه).اوبيا دفورمول په مرسته د C په نقطه کې دګروپيدنه پيداکوو:

$$V_C = t_{CA} = \frac{100}{EI}(6)(9) + \frac{100}{EI}(6)(3) = \frac{4500}{EI}$$

$$V_C = \frac{4500(1728)}{29.000(400)} = 0.67\ \text{in}$$



۸,۸ شکل : کنسولي ګاډر

۸,۲ مثال

د يوکنسولي ګادر(۸,۹ شکل)په متمرکزاو ويشلي بار باندې بار شوی دی.
د C ا و B په نقطوکې د دوران زاويې پيدا کړئ او قيمت هم وشميرئ.

حل

د C په نقطه کې د دوران زوايې دټاکنې لپاره دغه فورمول کاروو:

$$\theta_C = \theta_A + \Delta\theta_{AC}$$

$$\theta_C = 0 + \frac{1}{2}(6)\left(\frac{-48}{EI}\right) + \frac{1}{3}(12)\left(\frac{-72}{EI}\right) = -\frac{432}{EI}rad$$

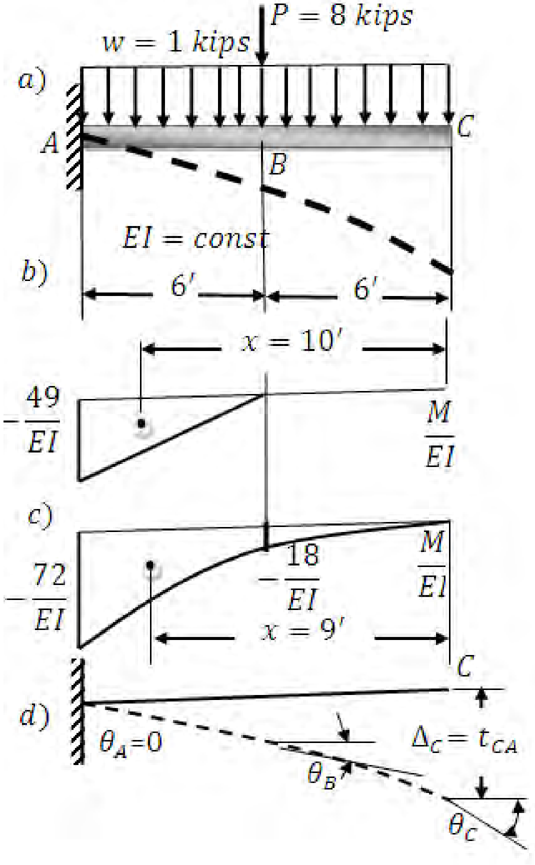
اوس د B په نقطه کې د دوران زوايې د ټاکنې له پاره دغه فورمول کاروو:

$$\theta_B = \theta_C + \Delta\theta_{BC}$$

$$\theta_B = -\frac{432}{EI} + \frac{1}{3}(6)\left(\frac{-18}{EI}\right) = -\frac{396}{EI} rad$$

همدارنګه:

$$\Delta_C = t_{CA} = \frac{1}{2}(6)\left(\frac{-48}{EI}\right) + \frac{1}{3}(12)\left(\frac{-72}{EI}\right) = -\frac{40.32}{EI}$$



۹,۸ شکل:دبار لاندې کنسولي ګاډر

۸,۳ مثال

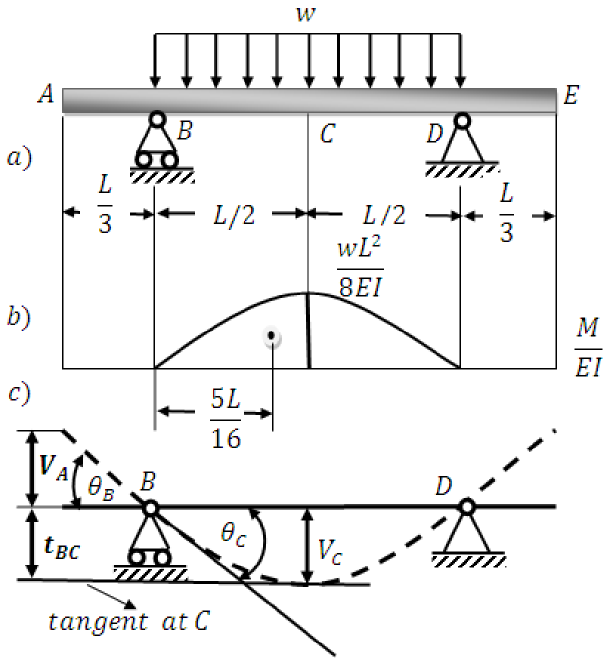
يوګادر(۸,۱۰ شکل)په ويشلي منظم باربانديږ باردی.د B په نقطه کې د دوران زاويه اودA په نقطه کې ګروپيدنه وشميرئ.

حل

لومړی د Bپه نقطه کې د ميلان يا دوراني زاويه د لانديني فورمول په مرسته ټاکو:

$$\theta_B = \theta_C + \Delta\theta_{CB}$$

$$\theta_B = 0 + \frac{2}{3}\left(\frac{L}{2}\right)\left(\frac{wL^2}{8EI}\right) = \frac{wL^3}{24EI} rad$$



۱۰,۸ شکل: ساده کنسول لرونکی ګادر

بيا د Cپه نقطه کې ګروپيدنه د لانديني فورمول په مرسته ټاکو:

$$V_C = t_{BC} = \frac{2}{3}\left(\frac{L}{2}\right)\left(\frac{wL^2}{8EI}\right)\left(\frac{5L}{16}\right) = \frac{5wL^4}{384EI}$$

اوهمدارنګه د Aپه نقطه کې ګروپيدنه د لانديني فورمول په مرسته ټاکو:

$$V_A = \theta_B \frac{L}{3} = \left(\frac{wL^3}{24EI}\right)\left(\frac{L}{3}\right) = \frac{wL^4}{72EI}$$

۸,۴ مثال

يوګادر(۱۰,۸ شکل) د متمرکز بار لاندې واقع دی د په نقطه کې د A ميلان يا دوراني زاويه اود C په نقطه کې ګروپيدنه پيداکړئ.

حل

د شکل نه کتل کيږي،چې د C په نقطه کې دميلان يا دوران زاويه صفرده اود A په نقطه کې يې دلانديني فورمول له مخې پيدا کوو:

$$\theta_A = \theta_C + \Delta\theta_{AC}$$

په دې فورمول کې $\Delta\theta_{AC} = \frac{M}{EI}$ سره برابردی،نوځکه ليکوچې:

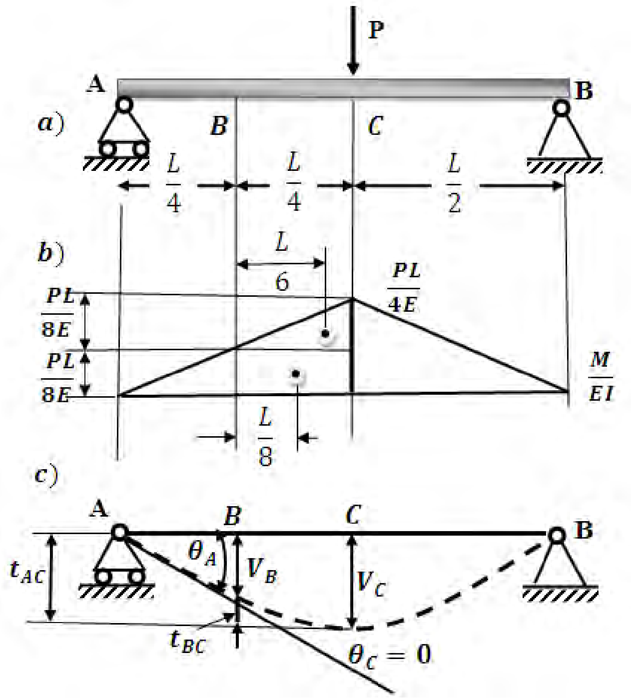
$$\theta_A = 0 + \frac{1}{2}\left(\frac{L}{2}\right)\left(\frac{PL}{EI}\right) = \frac{PL^3}{16EI}$$

همدارنګه $V_C = t_{AC}$سره برابردی،نوځکه:

$$V_C = \frac{1}{2}\left(\frac{L}{2}\right)\left(\frac{PL}{4EI}\right)\left(\frac{2}{3}\times\frac{L}{2}\right) = \frac{PL^3}{48EI}$$

اوياپه بل ډول:

$$V_C = V_B + t_{BC} = \frac{PL^3}{48EI}$$



۱۰,۸ شکل: دمتمرکزبار لاندې ګاډر

د پورتنۍ معادلې پربنسټ ليکوچې:

$$t_{BC} = \frac{1}{2}\left(\frac{L}{4}\right)\left(\frac{PL}{8EI}\right)\left(\frac{L}{6}\right) + \frac{L}{4}\left(\frac{PL}{8EI}\right)\left(\frac{L}{8}\right) = \frac{5PL^3}{768EI}$$

نوځکه دB په نقطه کې د دوران زاويه پيداکولی شو:

$$V_B = \frac{11\ PL^3}{768\ EI}$$

۸,۵ مثال

يوګادر(۱۱,۸ شکل) د متمرکزبارلاندې واقع دی،د C اوA په نقطوکې د دوران زاويې اود A په نقطه کې ګروپيدنه وټاکئ.

حل

لومړی د مسئلې د حل په موخه د کوږوالي مومنت دياګرام رسمووااوبياد شکل له مخې د Aپه نقطه کې د دوران زاويه اوبياپه همدې نقطه کې ګروپيدنه دلاندينوفورمولونوپه مرسته ټاکو:

$$\theta_C = \frac{t_{BC}}{18} = \frac{9720}{EI}\left(\frac{1}{18}\right) = -\frac{540}{EI}$$

په دې فورمول کې :

$$t_{BC} = area_{BC}.\bar{x} = \frac{1}{2}(18)\left(-\frac{180}{EI}\right)\left(\frac{18}{3}\right) = \frac{9720}{EI}$$

له بلې خوانه د په نقطه د د روان زاويه پيداکولی شو:

$$\theta_A = \theta_C + \Delta\theta_{BC}$$

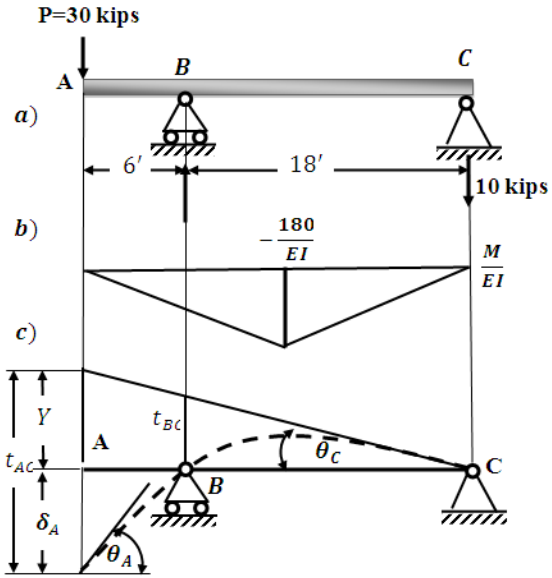
$$\theta_A = \frac{540}{EI} + \frac{1}{2}(24)\left(\frac{180}{EI}\right) = \frac{1620}{EI}$$

اود A په نقطه کې ګروپيدنه ټاکو:

$$\delta_A = t_{AC} - Y = \frac{8640}{EI}$$

په دې فورمول کې:

$$t_{AC} = area.\bar{x} = \frac{1}{2}(24)\left(\frac{180}{EI}\right)\left(\frac{6+24}{3}\right) = \frac{21600}{EI}$$



۱۱,۸ شکل: دمتمرکزبارلاندې ګاډر

ا وس د Y فاصله پیداکوو:

$$Y = 24\,.\,\theta_C = 24\left(\frac{540}{EI}\right) = \frac{12860}{EI}$$

۸,۵ مثال

یوګاډر(۱۲,۸ شکل)دمتمرکزبارلاندې واقع دی.دتانجنټ له لارې د A او C په نقطوکې د دوران زوایې پیداکړئ.

حل

د تانجنټ دفورمول څخه کاراخلو:

$$tan\theta_A = \frac{t_{CA}}{L}$$

څرنګه چې دتانجنټ قیمت ډيرکوچنی دي،نوځکه:

$$\theta_A = \frac{t_{CA}}{L}$$

له بلې خوانه:

$$t_{CA} = \frac{1}{2}(18)\left(\frac{96}{EI}\right)\left(\frac{18+6}{3}\right) = \frac{6912}{EI}$$

نوځکه ليکوچې:

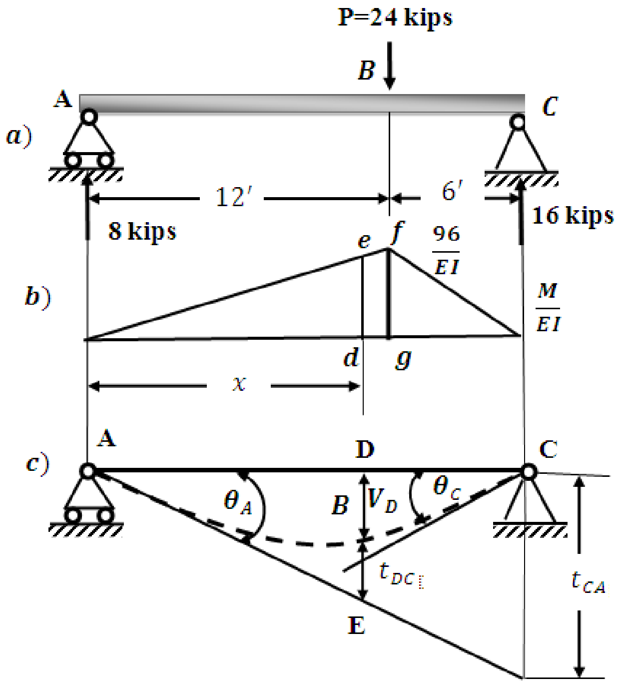
$$\theta_A = \frac{-\frac{6912}{EI}}{18} = -\frac{384}{EI}$$

د C په نقطه د د وران زاويې دپيداكولولپاره دغه فورمول كاروو:

$$\theta_C = \theta_A + \Delta\theta_{AC}$$

نوځکه ليکوچې:

$$\theta_C = \frac{384}{18EI} + \frac{1}{2}(18)\left(\frac{96}{EI}\right) = \frac{480}{EI}$$



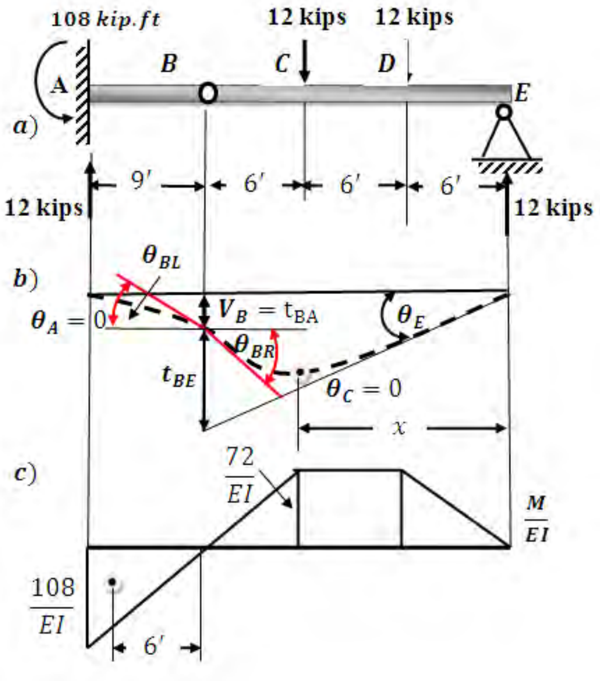
۱۲,۸ شكل: دمتمركزبارلاندې ګاډر

۶,۸ مثال

يوګاډر(۱۳,۸ شکل)دمتمرکزبارلاندې واقع دی اودغوټې په ذريعه يوپه دوو برخو ويشل شوی دی.د B، E اوD په نقطوکې د دوران زاويې وټاکئ.

حل

لومړی د ګاډرد کږديدنې کرښې اوبيا دکوږوالي مومنت دياګرام رسموو.



۱۳,۸ شکل: غوټه يزګاډر

او ورپسې د کږديدنې کرښې له مخ يې د B په نقطه کې ګړوپيدنه او د E اوD په نقطوکې د دوران زاويه ټاکو:

$$\mathrm{V_B} = t_{BA} = area\bar{x} = \frac{1}{2}\left(\frac{108}{EI}\right)(9)(6) = \frac{2916}{EI}$$

همدارنګه په لاس راوړوچې:

$$\theta_{\mathrm{BL}} = \theta_A + \Delta\theta_{AB} = 0 + \frac{1}{2}\left(\frac{-108}{EI}\right)(9) = \frac{-486}{EI}$$

له دې نه وروسته پیداکووچې:

$$\theta_{\mathrm{E}} = \frac{V_{\mathrm{B}}+t_{BC}}{18}$$

په دې فورمول کې:

$$t_{BE} = \frac{1}{2}(6)\left(\frac{72}{EI}\right)(4) + (6)\left(\frac{72}{EI}\right)(9) +$$

$$+\frac{1}{2}(6)\left(\frac{72}{EI}\right)(14) = \frac{7776}{EI}$$

نوځکه په لاس راوړوچې:

$$\theta_{\mathrm{E}} = \left(\frac{2916}{\mathrm{EI}}\right)\left(\frac{7776}{\mathrm{EI}}\right) = \frac{594}{\mathrm{EI}}$$

همدارنګه د په نقطه کې د دوران زاویه پیداکولی شو:

$$\theta_{\mathrm{E}} = \theta_{\mathrm{F}} + \Delta\theta_{EF}$$

څرنګه چې $\theta_{\mathrm{F}} = 0$ نوځکه:

$$\Delta\theta_{EF} = \theta_{\mathrm{E}} = \frac{594}{\mathrm{EI}}$$

له دې وروسته دD په نقطه کې د دوران زاویه پیداکوو:

$$\theta_D = \theta_E - \Delta\theta_{ED} = \frac{594}{EI} - \frac{216}{EI} = \frac{378}{EI}$$

اوس د x فاصلې دفاصلې دپيداکولولپاره دغه معا دله کاروو:

$$\frac{594}{EI} = 0 + \frac{1}{2}\left(\frac{72}{EI}\right)(6) + \frac{72}{EI}(x-6)$$

له دې ځايه د xفاصله پيداکوو:

$$x\ = 11.25\, ft$$

اوس د دوران زاوپه پيداکوو:

$$\theta_{BR} = \theta_E - \Delta\theta_{BE} =$$

$$= \frac{594}{EI} - \left[\frac{72}{EI}(6) + \frac{1}{2}(6)\left(\frac{72}{EI}\right)(2) =\right] - \frac{270}{EI}$$

۶,۸ مثال

يو فرم (۱۴,۸ شکل) دمتمرکزبارلاندې واقع دی.د B په نقطه کې د دوران زاويه(ميلان)اوګروپيدنه پيداکړئ دفرم لپاره شخي ثابته ده.

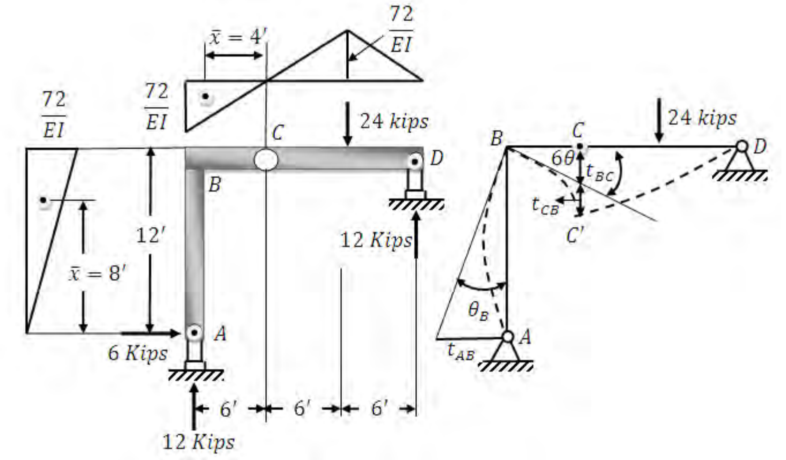
حل

لومړی د B په نقطه کې دفورمول په مرسته د دوران زاويه ټاکو:

$$\theta_B = \frac{t_{AB}}{12} = \frac{\frac{1}{2}(12)\left(\frac{72}{EI}\right)(8)}{12} = \frac{288}{EI}$$

اوس په غوټه کې ګروپيدنه پيداکوو:

$$\Delta = 6\theta_B + t_{CB} = (6)\left(\frac{288}{EI}\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{72}{EI}\right)(4) = \frac{2592}{EI}$$



۱۴,۸ شکل: دمتمرکزبارلاندې فرم

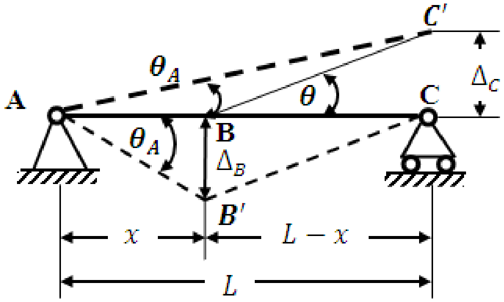
۵,۸ دارتجاعي بار ميتود

دغه ميتود دساده ګاډر(۸,۱۵ شکل)لپاره د دوران زاويې اوګروپيدنې دټاکنې په پروسيجرکې کارول کيږي.دغه ميتود لکه د مومنت–مساحت د ميتودپه څيرګڼ متډ دی.ددې لپاره لومړی دفرم دکږيدنې سکيچ رسموو B اودنقطې د ځای بدلون ګورو،نوځکه د Cنقطې دځای بدلون په لاندې ډول لاس ته راوړو:

$$\Delta_C = \theta(L - x)$$

اود شکل له مخې د A په نقطه کې د دوران زاويه ټاکلی شو:

$$\theta_A = \frac{\Delta_C}{L}$$



اويا:

$$\theta_A = \frac{\theta(L-x)}{L}$$

د B نقطې دګروپيدنې دټاکنې لپاره ABB̓ مثلث څخه په لاس راوړو چې:

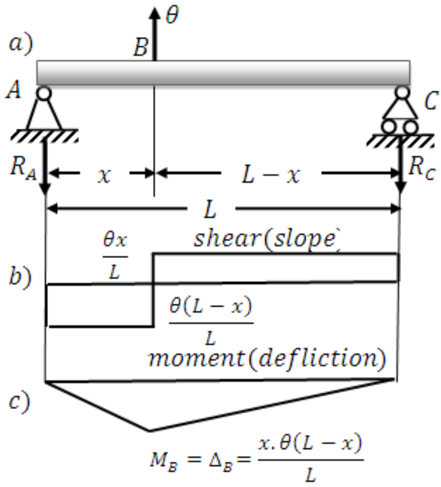
$$\Delta_B = \theta_A . \mathrm{x}$$

همدارنګه دمومنت ددياګرام څخه:

$$\sum \mathrm{M_C} = 0;\ \theta(L-x) - R_A . L = 0;$$

له دې ځايه پيداکووچې:

$$R_A = \frac{\theta(L-x)}{L}$$



۸,۱۶ شکل: ساده ګاډر

همدارنګه B نقطې ته د مومنت له مخې همدې نقطې ګروپیدنه پیدا کوو:

$$\Delta_B = M_B = \frac{\theta(L-x)}{L}.x$$

۸,۷ مثال

یوګاډر(۱۷,۸ شکل) راکړشوی دی د دې ګاډرپه دواړواتکاءګانوکې د دوران زاویې اوګروپیدنې وټاکئ.

حل

لکه چې له شکل څخه کتل کیږي،چې د $\frac{M}{EI}$ دیاګرام دهغه ګاډرلپاره چې دارتجاعي باربانديږ بارشوی دی رسم شوی دی،چې په پایله کې د ویشلې بار له اغیز څخه د $\frac{720}{EI}$ او $\frac{360}{EI}$ قیمتونه د ABاو BC په برخوکې ته لاس راغلي دي:

$$\frac{1}{2}(6)\left(\frac{120}{EI}\right)=\frac{360}{EI} \text{ او } \frac{1}{2}(12)\left(\frac{120}{\text{EI}}120\right)=\frac{720}{\text{EI}}$$

وروستنی پایله کاروو او د A اوC اتکاءګانوعکس العملونه شمیرو.

د معمول سره سم دبیځایه کیدنې اومومنت منحنی ګانې په ۸.c۱۸ شکل او ۸.d۱۸شکل کې رسم شوی دي.دګروپیدنې دلوړقیمت د نقطې دمنلو له پاره دمنحني لاندې د صفري نقطې څخه د A اتکاء په لورد $\frac{480}{\text{EI}}$ قیمت څخه په لاس راوړوچې:

$$\frac{1}{2}xy=\frac{480}{EI}\ (a)$$

د مثلثونو (۸.b ۱۸شکل)دورته والي څخه په لاس راوړوچې:

$$\frac{\text{y}}{\frac{120}{\text{EI}}}=\frac{x}{12}\ (b)$$

ه دې ځایه د yفاصله پیداکوو:

$$\text{y}=\frac{10}{\text{EI}}.\text{x}$$

د yقیمت په (b) معادله کې وضع کوواود xقیمت په لاس راوړو:

$$x=\sqrt{96}=9.8\ ft$$

د دغه قیمت په پام کې نیولو سره اوس کولای شو، چې ډیره لوړه ګروپیدنه وټاکو:

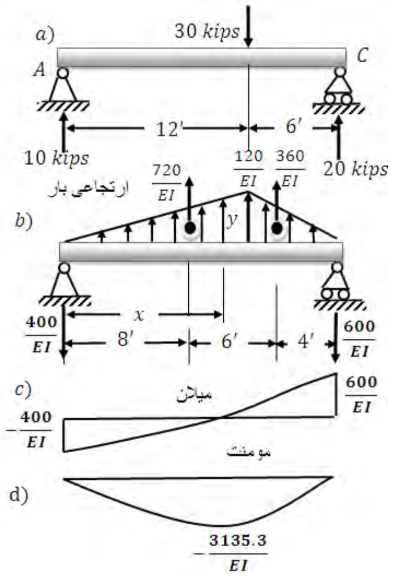
$$\Delta_{\text{max}}=M=-\frac{480}{EI}(9.8)+\frac{1}{2}(xy)\left(\frac{x}{3}\right)$$

اوس د x او yقیمتونوپه وضع کولوسره په لاس راوړوچې:

$$\Delta_{\text{max}}=-\frac{3135.5}{EI}$$

په پای کې د A او B/ په نقطو کې د دوران زاویه ټاکو:

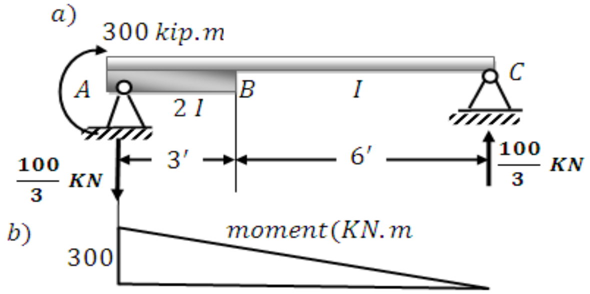
$$\theta_A=-\frac{480}{EI} \text{ او } \theta_C=-\frac{600}{EI}$$



شکل:دمتمرکزبارلاندي ګاډر

۸,۸ مثال

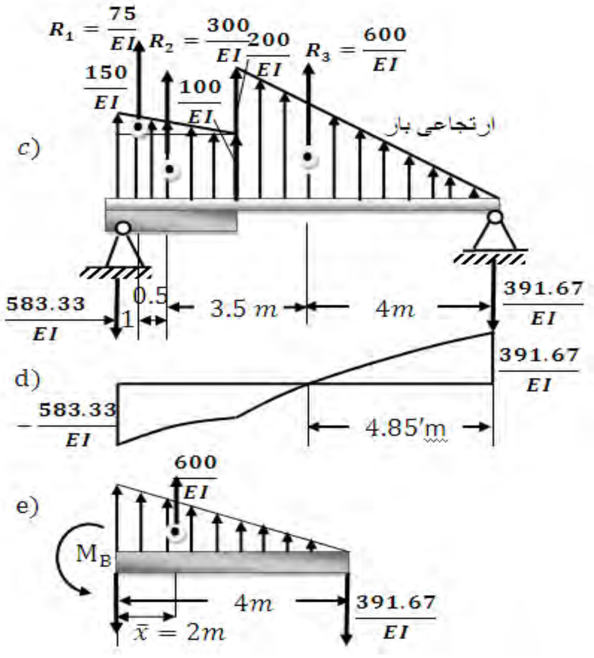
يوګاډر(۸,۸ ۱ شکل) دمتمرکزمومنت تراغيزلاندې راکړشوی دی د دې ګاډرد Bپه نقطه کې ګروپيدنه وټاکئ.



حل

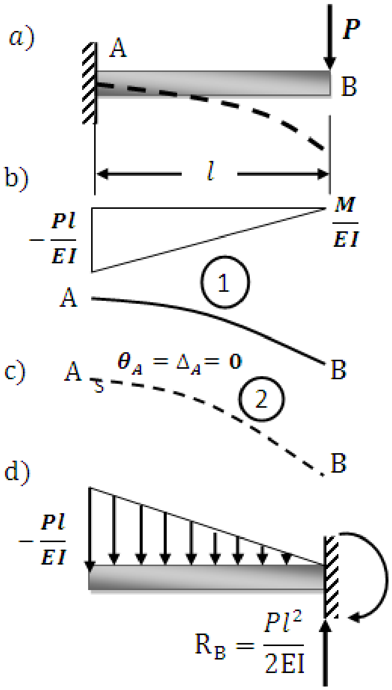
د دې ميتود نه موخه داده،چې که يوګاډردبهرني بارتراغيزلاندې واقع وي په يو بل ډول بدل شي،چې په کې اتکاء له يوې څوکې څخه بلې څوکې ته انتقال شي.

د ۸.a ۱۹شکل نه کتل کيږي،چې دګاډرجوړه شوی څيره اودهغې له پاره دکوږوالي مومنت $\frac{M}{EI}$ دياګرام رسم شوی دی.اوپه ۸.d ۱۹شکل کې د B په ازاده څوکه کې د سختې اتکاءپه زياتيدو سره دغه ګاډريو خيالي څيره ځانته غوره کوي،چې د $\frac{M}{EI}$ بارلاندې واقع شوی دی اودې ته کانجوګيټ يا جوړه ګاډرويل کيږي.د دې ګاډرپه جوړولوکې دمومنت قميت بدلون مومي .



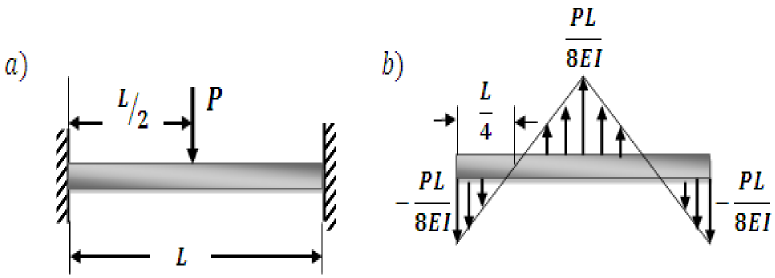
۱۸,۸ شکل: دمتمرکزلاندې ګاډر

که چيرې يو حقيقي جوړښت نا ټاکلي وي،نوګانجوګيټ جوړه ګاډربه هم مظبوط نه وي(۸,۲۰ شکل).نومونږبه ددې حالت په هکله شرط نه لرو، دا ځکه چې دګاډرله پاسه د $\frac{M}{EI}$ اوارتجاعی باربارشوی دي.



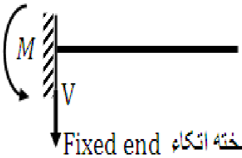
۸,۱۹ شکل:جوړه شوی ګاډر

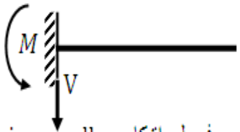
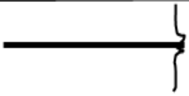
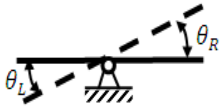
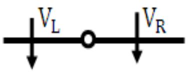
د کانجوګیټ یا جوړه ګادر د بیلګې له پاره یوګاډرچې په دواړوخوکو کې دسختې اتکاءګانوسره نښتی اودمتمرکزبارلاندې واقع دی په پام کې نیسو(۲۱,۸ شکل)په کانجوګیټ یا جوړه ګاډربدلوو.

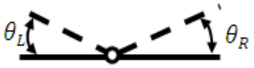
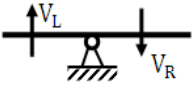


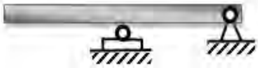
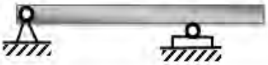
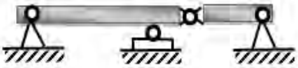
۲۱,۸ شکل:دسختواتکاءګانوګاډر

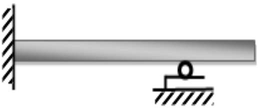
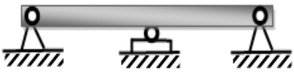
د کانجوګیټ یاجوړه ګاډریوه څونمونې په لاندېني جدول کې کتلی شو.

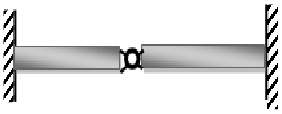
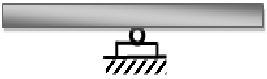
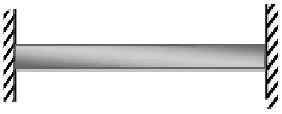
	Real support	Conjugate support
a)	 pin or roller غیر مفصلي اتکاء $\Delta = 0$ او $\theta \neq 0$	 pin or roller غیر مفصلي اتکاء $M = 0$ او $V \neq 0$
b)	 pin or roller سخته اتکاء $\Delta \neq 0$ او $\theta \neq 0$	 Fixed end سخته اتکاء $M \neq 0$ او $V \neq 0$

	Real support	Conjugate support
c)	 pin or roller غیر مفصلي اتکاء $\Delta = 0$ او $\theta = 0$	 pin or roller غیر مفصلي اتکاء $M = 0$ او $V = 0$
d)	 interior support پټه یا دننه اتکاء $\Delta = 0$ او $\theta_L = \theta_R \neq 0$	 Free end ازاده څوکه $M = 0$ او $V_L = V_R \neq 0$

e)	 Hing غوټه یا مفصل $\Delta \neq 0$ او V_L and V_R *may have diflection values* ممکن ګروپیدنه وی	 interior roller پټه یا دننه اتکاء $M = 0$ او V_L and V_R *may have diflection values* ممکن ګروپیدنه وی

	actual beam رشتنی ګاډر	Conjugate beam جوړه ګاډر
a)		
b)		
c)		
d)		

e)		
f)		

g)		
h)		

۹,۸ مثال

ديوراديان زوايې دواحد له مخې لاس ته راغلي مومنت اود ګاډرد ګېنډې خوا مومنت اهميت سره پرتله کړئ(۸.a۲۲شکل)که چيرې شخې دډولوله پاره ثابته وي.دګاډرښې خوا اتکاء په سخته اتکاء(۸. c۲۲شکل)باندې بدلوو.دمومنت$\frac{M}{2}$ ته دساعت دستنې په مطابق دروان ورکوو.

حل

لومړي ګاډر په جوړه ډول اوړو(۸.b۲۲شکل).اونسبت A نقطې ته د ستاتيک د تعادلي معادلې څخه په لاس راوړوچې:

$$\sum M_A = 0;\ R_B \times L - \frac{M'L}{2EI}\left(\frac{L}{3}\right) = 0;$$

له دې ځايه پيداکووچې:

$$R_B = \frac{M'L}{6EI}$$

اوس نسبت yمحورته دستاتيک تعادلي معادله ترتيبوو:

$$\sum F_y = 0;\ -1 + \frac{M'L}{2EI} - \frac{M'L}{6EI}$$

له دې ځايه پيداکووچې:

$$\backslash M' = \frac{3EI}{L}$$

همدارنګه دبلې خواګاډرله مخې ليکوچې :

$$\sum F_y = 0;\ -1 + \frac{M}{2EI} - \frac{1}{2} \times \frac{ML}{2EI}$$

له دې ځايه پيداکووچې:

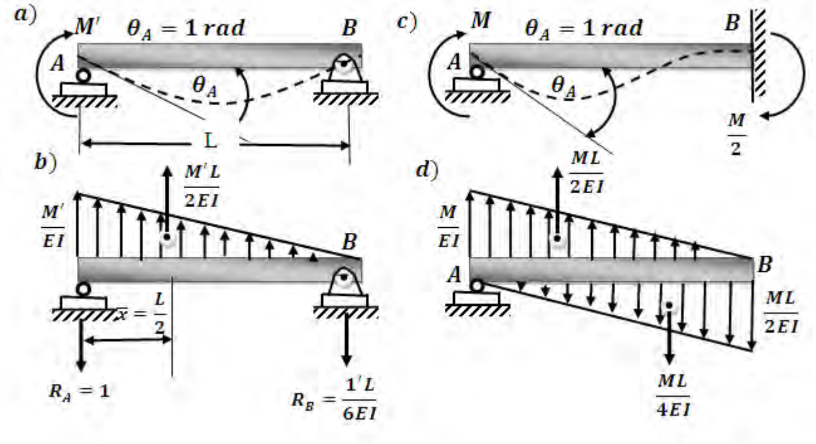
$$M' = \frac{4EI}{L}$$

اوس دواړه مومنتونه پرتله کوو:

$$\frac{M'}{M} = \frac{3EI/_L}{4EI/_L}$$

له دې ځايه پيداکووچې :

$$M = \frac{3}{4}M$$



۸,۲۲ شکل :دوه ساده ګاډرونه

۸,۱۰ مثال

په ګاډرکې(۲۳,۸ شکل) ګروپيدنه پيداکړئ که چيرې شخي يې ثابته وي.

حل

لومړی اتکاءيزعکس العملونه پيداکوواودستاتيک تعادلي معادله تربيبوو:

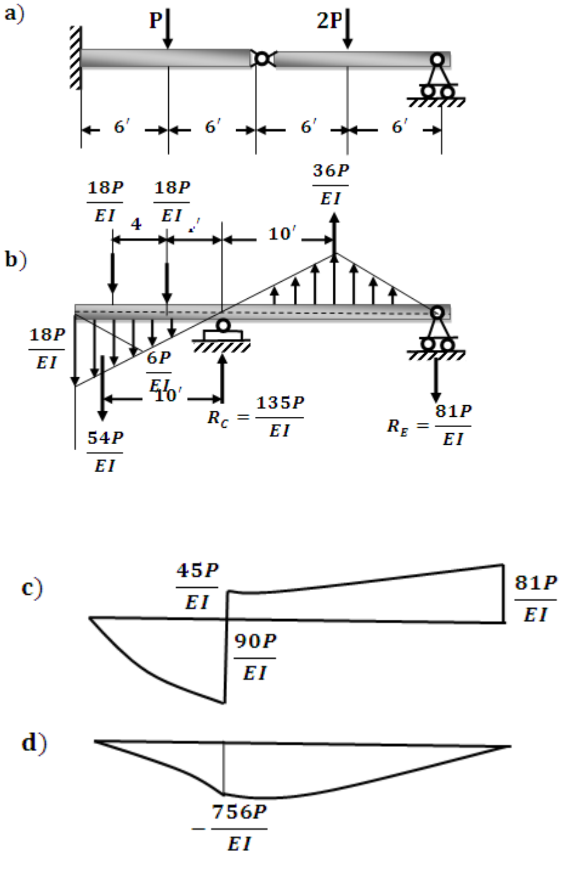
$$\sum M_C = 0; \frac{36P}{EI}(6) + \frac{18P}{EI}(4) + \frac{18P}{EI}(8) +$$

$$+\frac{54P}{EI}(10) - -12R_E = 0;\ R_E = \frac{81}{EI}$$

اوس بله ستاتيکي معادله ترتيبوو:

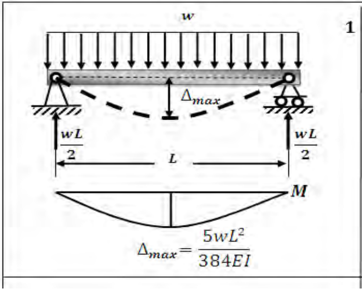
$$\sum F_y = 0;\ \frac{54P}{EI} - \frac{18P}{EI} - \frac{18P}{EI} - \frac{81P}{EI} + \frac{36P}{EI} +$$

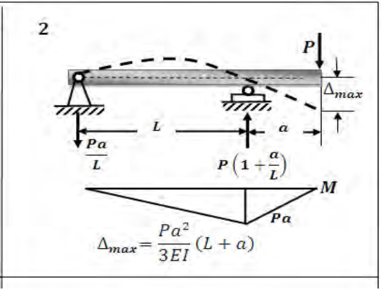
$$+R_C = 0;\ R_C = \frac{135P}{EI}$$

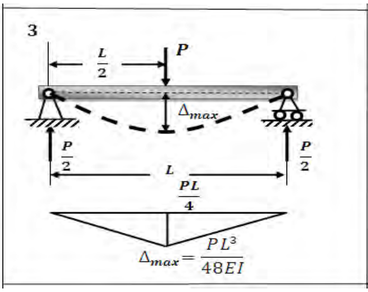


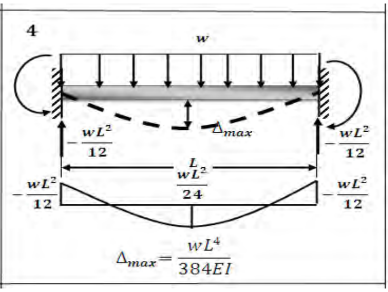
۳.۸ شکل کاږدیتهروکزيوارونونديـ

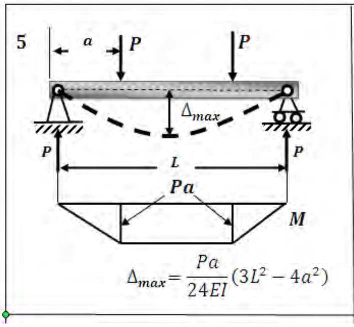
۱.۸ جدول: ګاډرونو د مومنټ ډیاګرامونه او کږېدنې فورمولونه

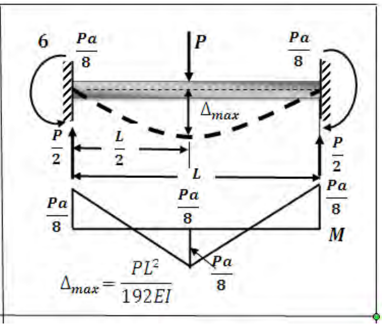


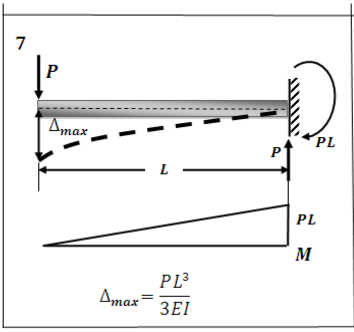


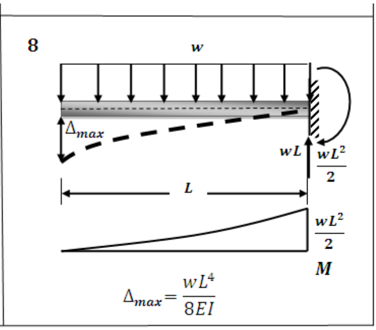










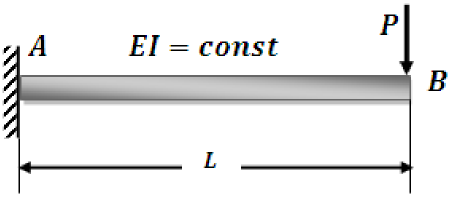


د دوراني زاويې او کږوېدنې د ټاکلو لپاره په راتلونکي څپرکي کې بېلابېل او کادرونو لپاره، چې د بېلابېلو ډولونو بارونو لاندې واقع کېږي دغه ډول پاره ساختماني شيانو لپاره او شکل بدلونونه څېړل شوي دي په محاسبو کې به په اسانۍ سره داسې پېچلې مسئلې حل کړی شي.

پوښتنې

۸,۱ پوښتنه

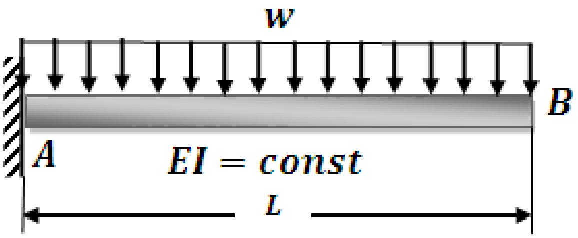
کنسولي کادر (۸.۲۴ شکل) د متمرکز بار لاندې واقع دی که د کادر شخي ثابته وي نو د B په نقطه کې دوراني زاويه او کږوېدنه معلومه کړئ.



۸.۲۴ شکل: د متمرکز بار لاندې کادر

۸,۲ پوښتنه

کنسولي کادر (۸.۲۵ شکل) د ويشل شوي منظم بار لاندې واقع دی که د کادر شخي ثابته وي نو د B په نقطه کې دوراني زاويه او کږوېدنه معلومه کړئ.

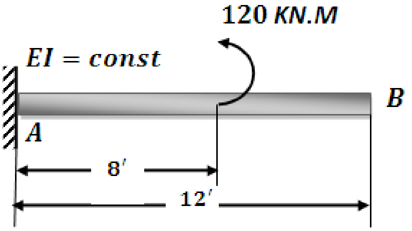


۸.۲۵ شکل: د ويشل شوي منظم بار لاندې کادر

۸,۳ پوښتنه

ورکړل شوی (۸.۲۶ شکل) کنسول متمرکز مومنټ لاندې واقع دی که چېرې

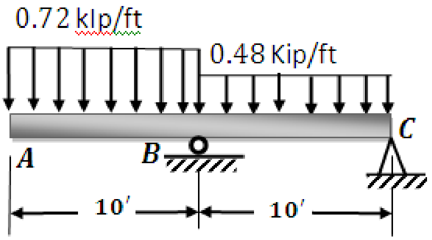
شخيشتابه ثابت وي نو د B په نقطه کې دوراني زاويه او کږوالی يې پيدا کړئ.



۸.۲۶ شکل: متمرکز مومنټ لاندې ګاډر

۸,۴ پوښتنه

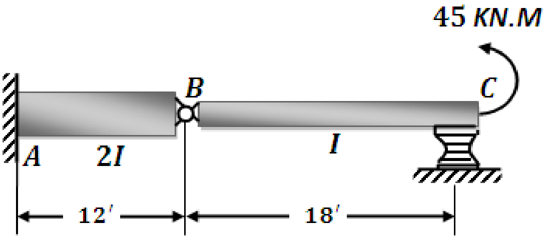
ورکړل (۸.۲۷ شکل) د ویشل شوي بارونو لاندې واقع دی که چېرې شخيشتابه ثابت
وي نو د B په نقطه کې دوراني زاويه او کږوالی يې پيدا کړئ.



۸.۲۷ شکل ویشل شوي ناظم بار لاندې ګاډر

۸,۵ پوښتنه

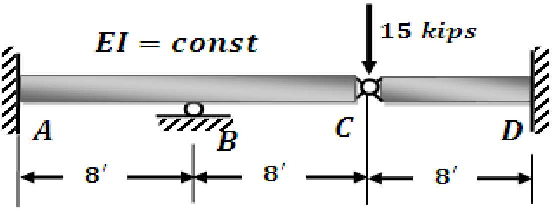
ورکړل (۸.۲۸ شکل)، چې په څنډه کې يې غوټه ده متمرکز مومنټ
لاندې واقع دی که چېرې شخيشتابه ثابت وي نو د B په نقطه کې دوراني
زاويه او کږوالی يې پيدا کړئ.



شکل ۸.۸: غوټه لرونکی کنسولي ګاډر د متمرکز مومنټ لاندې

۸,۶ پوښتنه

دسختۍ تګلاره کې غوټه لرونکی ګاډر (شکل ۸.۲۹) چې د متمرکز بار لاندې واقع دی که ځانګړی شرایط ثابت وي د ټولو بیلابیلو نقطو ځایي دوراني زاویه او ګرېډونه پیدا کړئ.



شکل ۸.۲۹: د متمرکز بار لاندې غوټه لرونکي ګاډر

نـهم څپرکی

دمستوي ډوله ميله يز نا ټاکلوستاتيکي سيستمونو شميرنه اود قوو ميتود

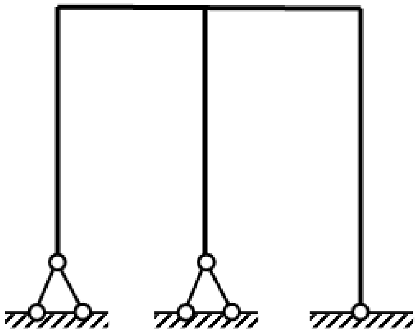
۹٫۱مستوي ډوله ميله يزناټاکي ستاتيکي سيستمونه

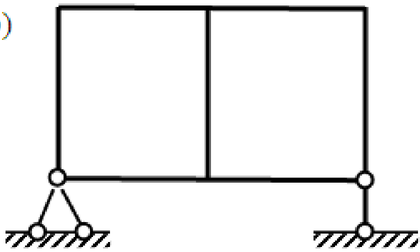
مستوي ډوله ميله يزنا ټاکلی ستاتيک سيستمونه هغه هندسي نه بدلون موندونکي سيستمونه دی چې په هغوي کې اړوند عکس العملونه،دننه نارملي قوه N،عرضي قوه Q او د کوږوالي مومنت Mد ستاتيک د تعادلي معادلوپه مرسته نه ټاکل کيږي اود ټاکلو له پاره يې دشکل دغير منقطع بدلون د اضافي معادله له مخې حليږي.

د اهيمت له مخې دغه سيستمونه په مطلقه اړين،اوشرطي ضروري او اضافي باندې ويشل کيږي.د مطلقه ضروري اتصالاتوپه ليري کولو سره سيستم هندسي بدلون موندونکی اود اضافي اتصالاتوپه ليرې کولو سره سيستم هندسي نه بدلون موندونکي پاتې کيږي.

کله،کله دغه سيستمونه په بهرني نا ټاکلوستاتيکي او په دننه ټاکلو ستاتيکي سيستمونوباندې هم ويشل کيږي. بهرني نا ټاکلي ستاتيکي سيستمونه هغوته ويل کيږی،چې يوازي اضافي (۹.a۱شکل).نښتنې ولري څرگنده ده چې ضروري اتکاءيزې ميلوشمير درې ميلې دي.

a)





۹,۱ شکل:ناټاکلي ستاتيکي سيستمون

دننه ناټاکلي ستاتيکي سيستمونه هغه سيستمونو ته ويل کيږي،چې د اساس سره د دريواتکاءيزوميلو په ذريعه نښتي وي اواضافي اتصالات را منځ کړي،چې دهغې دميلې دنښلولولپاره دي(۹.b۱ شکل) اود دوې بيلتون دشرايطوله مخې کيږي.

۹,۲د ناټاکلوستاتيکی سيستمونوځانګړتياوې

۱ .په هغوې کې دننه قوې دبهرنيو قوو،دتودوخې دبدلون،د اتکاءګانو د ګډوډيواودموادوپورې اړه لري.

۲. په نا ټاکلو ستايتکي سيستمونو کې دننه عوامل د عرضي مقطعو د هندسي ابعادوله بدلون اود موادود ځانګړتياوولکه دموادودارتجاعيت مودول E او د ارتجاعيت دوېم مودول يا د يونګ مودول G پورې اړه لري.

۳. د nاتصالاتو په ليري کولو سره nځلې نا ټاکلی ستاتيکي سيستم هندسي نه بدلون موندونکی ځيره ساتې.

۹,۳ دناټاکلوستاتيکي سيستمونوشميرنه دځای بدلون ميتود

د ځای دبدلون د ميتود په مرسته دنا ټاکلوستاتيکوسيستمونو په شميرنه کې د مجهولو پرځای د سيستم دوراني غوټې اود غوټو اضافي اوښتنه په پام کې نيول کيږي.

دځای دبدلون میتود د n کانونیکي معادلې لاندینۍ څیره ځانته کوی

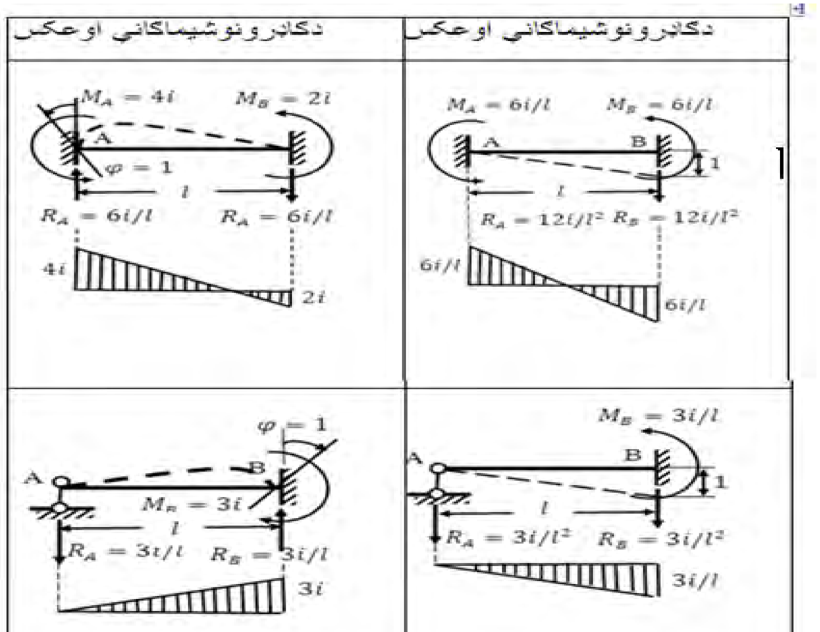
$$r_{11}.Z_1 + r_{12}.Z_2 + \cdots + r_{1n}.Z_n + R_{1F} = 0;$$

$$r_{21}.Z_1 + r_{22}.Z_2 + \cdots + r_{2n}.Z_n + R_{2F} = 0;$$

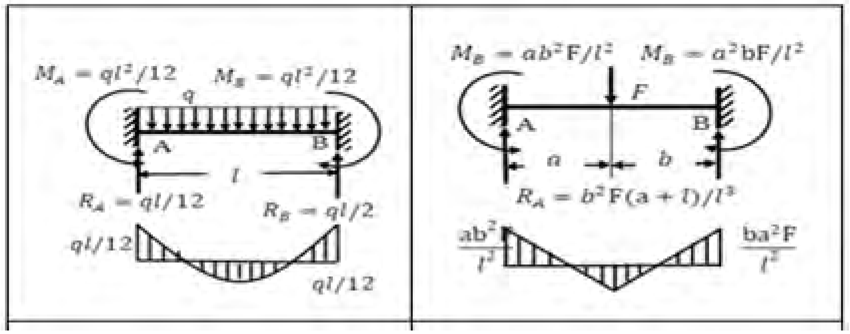
…………………………………………………....

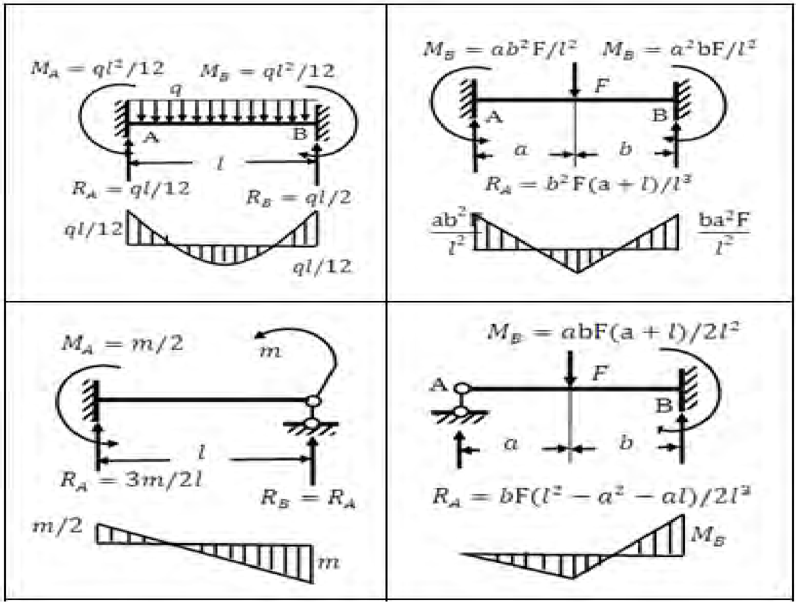
$$r_{n1}.Z_1 + r_{n2}.Z_2 + \cdots + r_{nn}.Z_n + R_{nF} = 0;$$

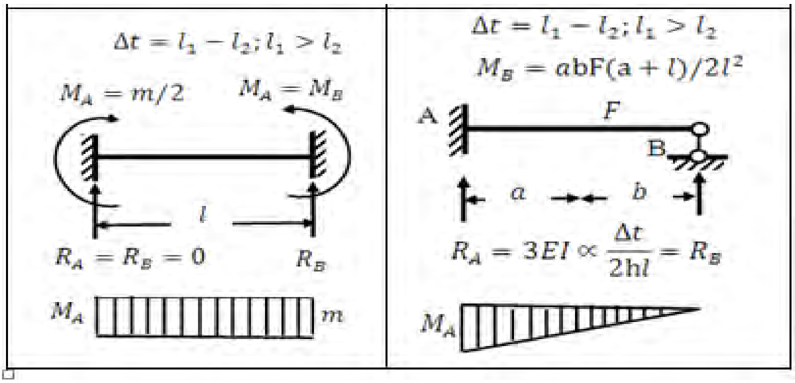
۹,۱ جدول:داتکاءګانواوعکس العملونوشیماګانې



۹,۲:داتکاءګانواوعکس العملونوشیماګانې


M_A = ql²/12
M_B = ql²/12
q
A
B
l
R_A = ql/12
R_B = ql/2
ql/12
ql/12
M_B = ab²F/l²
M_B = a²bF/l²
F
A
B
a
b
R_A = b²F(a + l)/l³
ab²/l²
ba²F/l²


M_A = ql²/12
M_B = ql²/12
q
A
B
l
R_A = ql/12
R_B = ql/2
ql/12
ql/12
M_B = ab²F/l²
M_B = a²bF/l²
F
A
B
a
b
R_A = b²F(a + l)/l³
ab²/l²
ba²F/l²
M_A = m/2
m
l
R_A = 3m/2l
R_B = R_A
m/2
m
M_B = abF(a + l)/2l²
F
A
B
a
b
R_A = bF(l² − a² − al)/2l³
M_B


Δt = l₁ − l₂; l₁ > l₂
M_A = m/2
M_A = M_B
l
R_A = R_B = 0
R_B
M_A
m
Δt = l₁ − l₂; l₁ > l₂
M_B = abF(a + l)/2l²
A
F
B
a
b
R_A = 3EI ∝ Δt/2hl = R_B
M_A

۹,۴ د ځای بدلون د ميتود په مرسته د غيرمنقطع ګاډرشميرنه

۹,۱ مثال

د يودوه وايه يزګاډر(۲۰۹ شکل) له پاره،چې ديوې متمرکزبارلاندې واقع دی،دکوږوالي M مومنت اوعرضي قوو Qدياګرامونه رسم کړې

حل

کينوماتيکي ناټاکلی ګادرديوسره برابردی.دمجهول پارامترپرځای دB په نقطه کې دتاوېدنې زاويه Z_1 قبلوو.اساسي سيستم چې د Bپه نقطه کې داضافي نښتې په زياتيدوسره لاس ته راځي.

په پايله کې ورکړل شوی دوه وايه يزګاډرپه دوو نا ټاکلوستاتيکی يو وايه يزوګاډرونوبويشل کيږي.

دقوودميتودکانونيکي معادله ليکو:

$$r_{11} . Z_1 + R_{1F} = 0;$$

دغه معادله ښيي چې په اضافي نښتني کې دبهرني بارله اغيزڅخه غير فعال مومنت او د Bپه نقطه کې دتاېدنې زاويه د صفرسره برابر دي.

د۹,۱ جدول په مرسته دتادوېدنې دزوايې$Z_1 = 1$ څخه د کوږولي مومنت $\bar{M}_1$ دياګرام رسموو(۹.c۲ شکل).او د ۹,۱ جدول په مرسته د بهرني با رF له اغيز څخه د کوږوالي مومنت دياګرام رسمووواو د کانونيکي معادلې ضريب پيداکوو.

په B مقطع دتاويدنې زاويې $Z_1 = 1$ له اغيزڅخه په مقطع کې غير فعال مومنت r_{11} پيدا کوو.دوراني زوايه په پام کې نيسواو د تعادلي معادلې څخه په لاس راوړوچې:

$$r_{11} = \frac{3EI}{l} = \frac{6EI}{l}$$

د غير فعال مومنت د ټاکنې لّه پاره F د M_F کوږوالي مومنت په دياګرام کې د B زوايې (۹.d۲شکل) تعادل ګورو اوله دې ځايه پيدا کوو:

$$R_{1F} = -\frac{3Fl}{16}$$

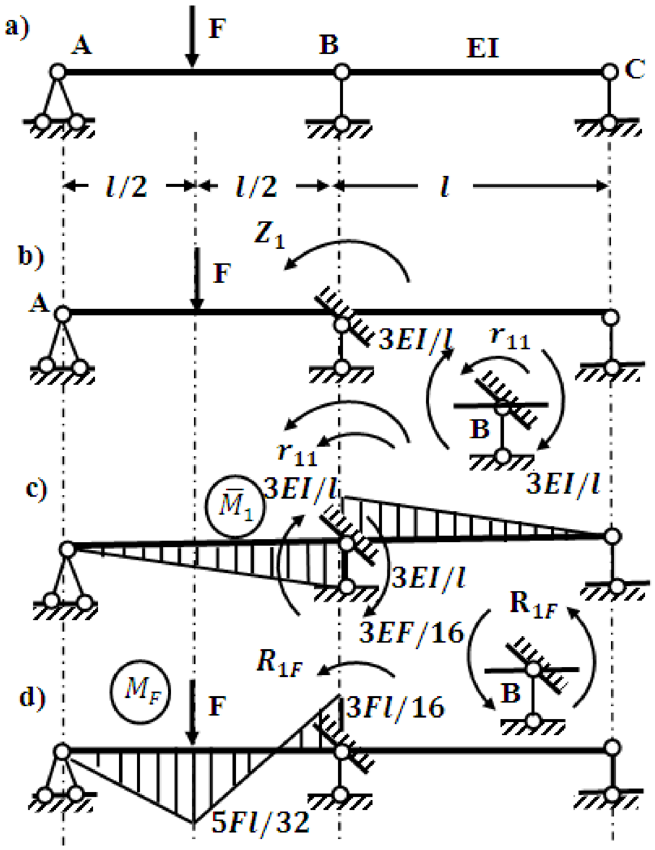
دغيرفعال مومنتونو r_{11} اوR_{1F} مثبتې علامې بايددرا اخيستل شوې استقامت د تاودېدنې زوايې Z_1 سره منطبقې دي.

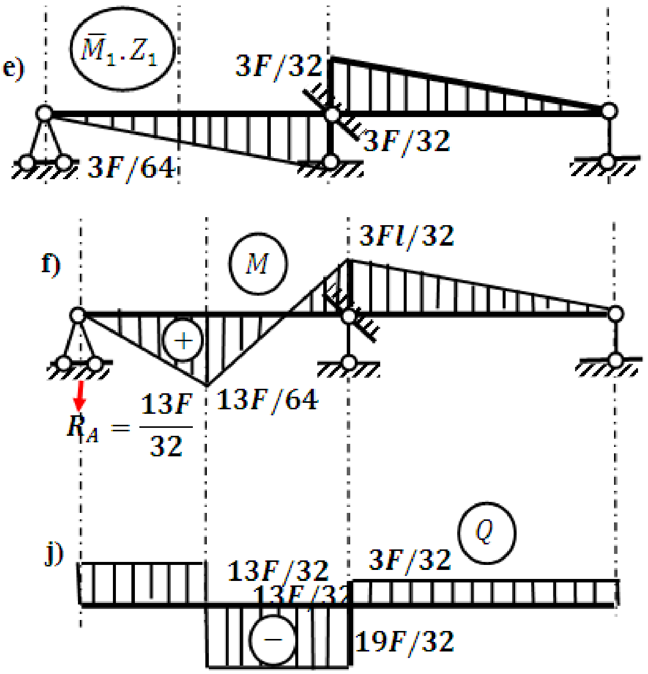
په کانونيکي معادله کې د r_{11} او R_{1F} قيمتونه وضع کوو اوپه لاس راوړوچې:

$$Z_1 = -\frac{R_{1F}}{r_{11}} = \frac{Fl^2}{32EI}$$

که د $Z_1.\bar{M}_1$ دياګرام څخه که دهغه اردينات په Z_1 کې ضرب کړو (b.۹ ۲ شکل)،نود کوږوالي مومنت په لاس راځي.که دواړه دياګرام$Z_1.\bar{M}_1$ (b.۹ ۲ شکل)،ا و M_F (d.۹ ۲ شکل)،سره جمع کړو،نوپه پايله کې کوږوالي مومنت بشپړمومنت دياګرام په لاس راځي:

$$M = Z_1.\bar{M}_1 + M_F$$





۹,۲ شکل:غیرمنقطع ګاډر

له دې نه وروسته دژوافسکي فورمول کاروواودعرضي دقوودیاګرام دیاګرام (۹.j ۲ شکل)،رسموو.

۹,۲ مثال

د دوه وایه یزګاډر(۹.a ۲ شکل)له پاره دکوږوالي مومنت اوعرضي قوو دیاګرام رسم کړئ.د ګاډرعرضي مقطع ثابت او د C په اتکاء کې دمتمرکزمومنت m تراغیزلاندې واقع دی.

حل

د ګاډرکینوماتیکي نا ټاکلیتوب صفردی،نوځکه باید کانونیکي معادله وکاروو:

$$r_{11}.Z_1 + R_{1F} = 0;$$

د مجهول پارامترپرځای دپه مقطع کې(a.٨ ۲ شکل) ورانې زاويه قبلوو.دورانې زاويه ديوسره برابره $Z_1 = 1$ په پام کې نيسواود $\bar{M}_1$ دياګرام (b.٩ ۳ شکل) اوبيا دM_F دياګرام (c.٨ ۳ شکل) رسموو.

د B په اتکاءغيرفعال مومنت پيداکوو:

$$R_{1F} = \frac{m}{2};\ r_{11} = 2\frac{3EI}{l} = \frac{6EI}{l}$$

د ځای بدلون ميتودپه کانونيکي معادله دغه قيمتونه وضع کوو:

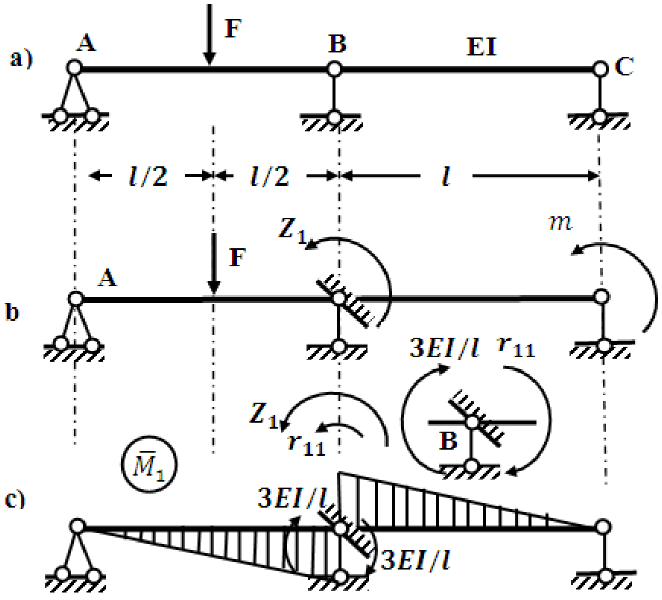
$$Z_1 = \frac{ml}{12EI};$$

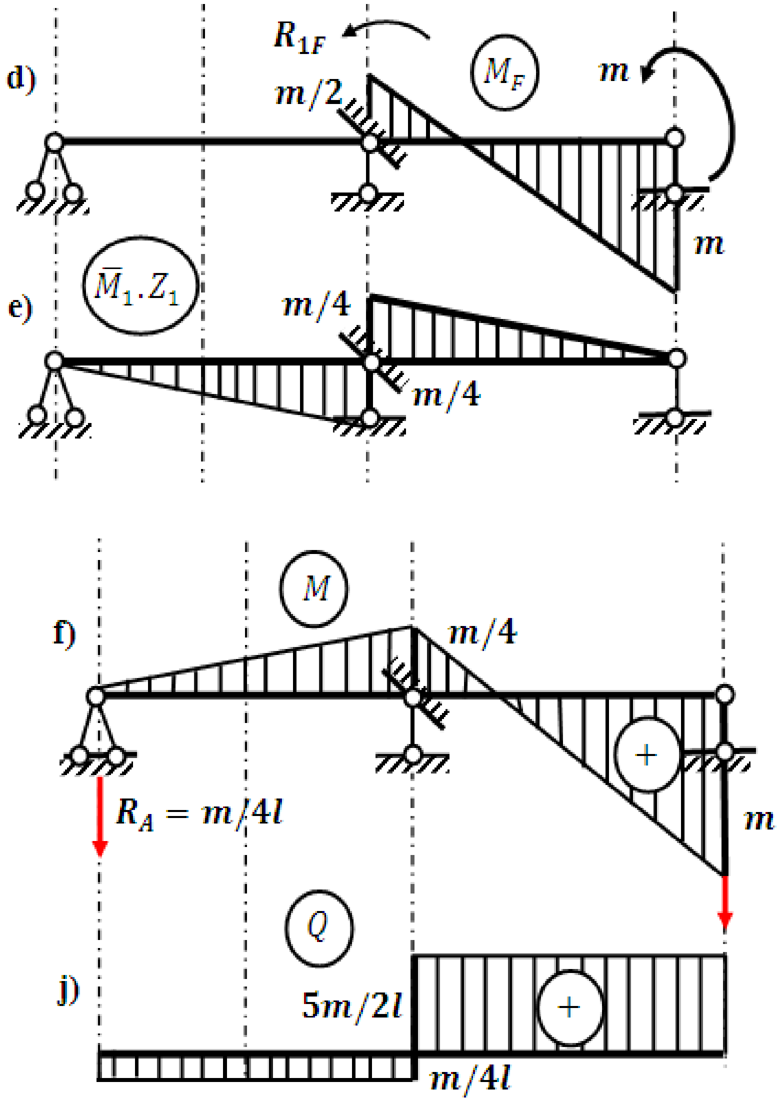
که د $\bar{M}_1$ دياګرام ټول اردينات په کې ضرب کړو،نود $Z_1.\overline{M_1}$ دياګرا م (d.٩ ۳ شکل) رسمولی شو.

اوپه پايله کې عمومي دياګرام (e.٩ ۳ شکل) ددواړودياګرامود جمع کولوځخه لاس ته راځی:

$$M = Z_1.\bar{M}_1 + M_F$$

د ژورافسکي د فورمول په کارولوسره (j.٩ ۳ شکل) دعرضي قوو دياګرام رسموو.





۹. ۳ شکل:دوه وایه یزګادړ

۹,۵ دمستوي ډوله ميله يزنا ټاکلي ستاتيکي سيستمونو شميرنه د قوومیتود

د قوو د میتود په مرسته دنامعلوموپارامتروپرځای بایدداتکاءګانوعکس العملونه اود سیستم د میلو په عرضي مقطعو کې کې دننه عوامل منل کيږي.په دې حالت کې دستاتيکي ناټا کليتوب درجه د لاندیني فورمول په مرسته ترلاسه کیږي:

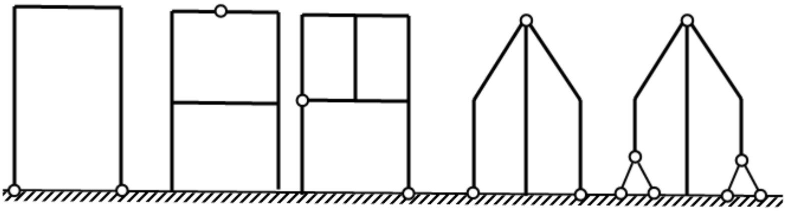
$$l = 3K - w \ (9.1)$$

په دې فورمول کي:

K. دکنتوردشرايطوشمير.

w. دځمکې اوديسکونوترمنځ ساده غوټوشمير.

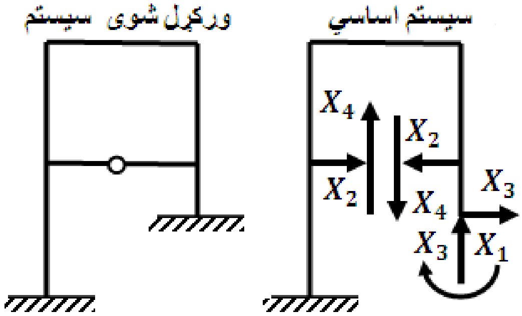
د اضافي اتصالاتود شميرنې مثالونه په ۹,۲ شکل کې ورکړل شوي دي.



۹. ۲شکل:دناټاکلوستاتيکي سيستمونومثالونه

د ستاتيکي نا ټاکليتوب درجې د ټاکلو نه وروسته اساسي سيستم په پام کې نيسو.د دې له پاره د غوټې په شاوخواکې سيستم پرې کوو اوبيا يې اتصالات يې غوځوو، پرځای اتکاءيزعکس

العملونه عوض کوو (۹,۳ شکل).



۹,۳ شكل:دوه ډوله سيستمونه

له دې نه وروسته دغه شرايط كاروو چې د غورځول شوو نښتنو يا اتصالاتوپه استقامت كې دځای بدلون صفردی اويا د سختواود ارتجاعي اتصالاتو لپاره دعكس العلمونو سره جوخت متناسب دی.په دې ډول د n اضافي مجهولو X_1،X_2،....X_n له پاره د n معادلوسيستم په لاس راځي :

$$\delta_{11}.X_1 + \cdots \ldots . + \delta_{12}.X_2 = \delta_{1n}.X_n + \Delta_{1F} = 0;$$

$$\delta_{21}.X_1 + \cdots \ldots . + \delta_{22}.X_2 = \delta_{2n}.X_n + \Delta_{2F} = 0;$$

$$\delta_{31}.X_1 + \cdots \ldots . + \delta_{32}.X_2 = \delta_{3n}.X_n + \Delta_{3F} = 0;$$

………………………………………………….

$$\delta_{n1}.X_1 + \cdots \ldots . + \delta_{n2}.X_2 = \delta_{nn}.X_n + \Delta_{nF} = 0; \quad (9.2)$$

له دې نه وروسته د ځای د بدلون دټاكلو لپاره دموئر Morانتګرال څخه په لاس راوړوچې:

$$\Delta_{iF} = \sum \int \frac{\bar{M}_{iF}.M_F}{EI} ds$$

$$\delta_{ik} = \sum \int \frac{\bar{M}_i.M_K}{EI} ds \;\; \delta_{ii}$$

$$= \sum \int \frac{\bar{M}_i}{EI} ds \ (9.3)$$

دغه معادلې ته دقوودميتوددمعادلودسيستم کانونکي معادله وايې[8]. په دې معادله کې دمعادلې لومړی حدځرګندوي چې د X_1 په استقامت کې د اساسي سيستم د نقطې د ځای بدلون بايد صفروي.

په معادله کې δ_{11} د$X_1 = 1$ قوې څخه دX_1 قوې په استقامت کې د ځای بدلون دی، δ_{11} د $X_2 = 1$ قوې څخه دX_1 قوې په استقامت کې د ځای بدلون دی او Δ_{1F} دبهرنۍ قوې څخه دX_1 قوې په استقامت کې د ځای بدلون دی.

د کانونکي معادلو د حلولوپه پايله کې X_1، X_2 ، ......X_n په لاس راوړواو بيا N ، Q، Mقيمتونه پيداکوواوډياګرامونه يې رسموو.

۹,۱ مثال

د يو چوګاټ له پاره چې په ۹,۴ شکل کې ښودل شوی دی د نارملي عرضي او کوږوالی مومنتونه وشميرئ او دهغوي دياګرامونه رسم کړئ.

د دې مثال له نا ټاکليتوب درجه $l = 1$ قبلوو،نو ځکه چوګاټ يو ځلي نا ټاکلي ستاتيکی سيستم دی.

حل

د مئسلې دحل له پاره کانونکی معادلې ترتيبوو:

$$\delta_{11}.X_1 + \Delta_{1F} = 0;$$

اوله دې ځايه په لاس راوړوچې:

$$X_1 = -\frac{\Delta_{1F}}{\delta_{11}}$$

د کانونکي معادلې څخه δ_{11} په لاس روړو:

$$\delta_{11} = \frac{1}{EI}\left[2\frac{5.5}{2}.\frac{2}{3}.5 + 5.4.5\right] = \frac{550}{3EI};$$

او:

$$\Delta_{1F} = -2\left(5.2.\frac{F}{2}\right)\frac{1}{EI} = -\frac{10F}{EI}.$$

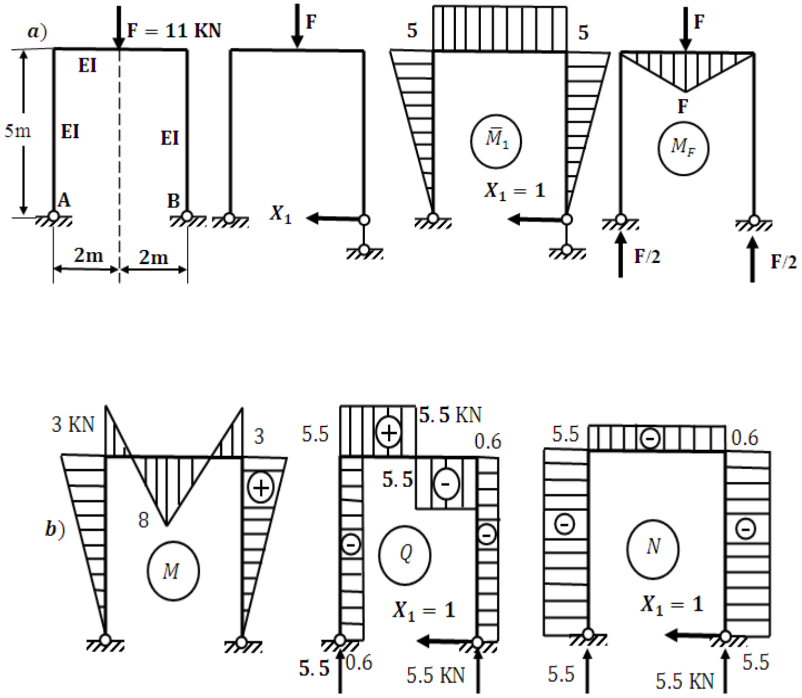
اوس افقي اتکاءيزعکس العمل X_1 پيداکوو:

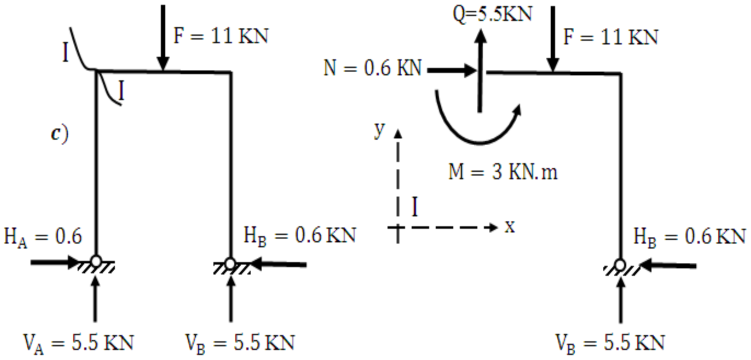
$$X_1 = 0.6 \text{ KN}.$$

له دې نه وروسته د کوږوالي مومنت M پيدا کوو او دياکرام يې رسموو(۹.b۴ شکل).

$$M = \bar{M}_1 . X_1 + M_F = 0.6\bar{M}_1 + M_F$$

له دې نه وروسته نوراتکاءيزعکس العمولونه پيدا کوو، نارملي او عرضي پيدا کوواو دياګرامونه يې (۹.b ۴شکل)او(۹.c ۴شکل) رسموو.





۹,۴ شکل:دبارلاندې چوکاټ

د نارملې قوو،عرضي قوواود کوږوالي مومنتونودسموالي په موخه ستاتیکي کنترول ترسره کوو.دټول چوکاټ له پاره بایددستاتیک تعادلي شرایط بشپړشي.لکه په شکل کې د رسم شوي چوکاټ له پاره د ترسره شوې شمیرنې له مخې د$V_A = V_B = F/2$ او $H = 0.6\ KN$ قمتونه حاصل شوي دي.

$$\sum y = V_A + V_B - F = 0;$$

او:

$$\sum x = H - H = 0$$

د مقطع تیروو اود مقطعې ګینه خوا غورځوو(۹.۴c شکل) اود غورځیدلې برخې اثرچې دیاګرامونوله مخې دنارملې قوې N،عرضي Q قوې او دکوږوالي مومنت M سره مطابقت لري ورباندې عوض کوو او د نورو برخو له پاره تعادلي معادلې ترتیبوو:

$$\sum y = 5.5 + V_B - 11 = 0;$$

$$\sum x = 0.6 - H = 0;$$

$$\sum M_0 = -3 + F.2 + H.5 - V_B.4 = 0.$$

دلاس ته راغلوپايلوله مخې کنترول سم دی.

تفاضلي کنترول:د۹.۴c شکل له مخې کتل کیږي،چې دغه سیستم یو ځلې نا ټاکلی ستاتیکی سیستم دی.دکوږوالي مومنت دیاګرام په ۹.۴b شکل کې ښودل شوی دی.له دې نه څرګندده ده،چې د Bنقطې د ځای بدلون (دچوګات ښې خواته)باید صفروي.د دې له پاره چې باید د ځای بدلون دوه دیاګرامونه $\overline{\mathrm{M}}_1$ او M کنترول کړو:

$$\Delta_{\mathrm{e}}^{\mathrm{hor}}=\frac{1}{EI}\left[\frac{5.5}{2}.\frac{2}{3}.3.2\right]+\frac{2}{6}[2.5.3-2.5.8-5.3]+$$

$$+\frac{2}{6}(-2.5.8+2.5.3+5.3-5.8)=0.$$

په دې توګه په ټوله کې تفاضلي کنترول په لاندې ډول ترسره کیږي:

۱. د سیستم اضافي اتکاءګانې غورځوو،دهغوي په استقامت کې د ځای بدلون دمئسلې دشرایطوله مخې صفردی اودغه ناټاکلی ستاتیکي سیستم په ټاکلي باندې بدلوو.

۲.د هرې یوې غورځیدلې برخې په استقامت کې واحدي باریا واحدي مومنت واقع کوو.

۳.د هریو واحدي بارڅخه د کوږوالي مومنت واحدي دیاګرام رسموو.

۴.د کوږوالي مومنت دیاګرام د کوږوالي مومنت داخریني مومنت د دیاګرام سره ضربوو،نود لاس ته راغلي ستاتیک سیستم دهریوې غور ځیدلی اتکاءپه استقامت کې دځای بدلون پیداکوو.

که چیرې دهریوغورځیدلي اتکاء په استقامت کې دځای بدلون کې صفروي، نودغه دکوږوالي مومنت داخري د یا ګرامونوسره سمون لري.

د سيستم د ضريبونو اودازادوحدونوکنترول: د قوودميتود دکانونکي معادلو د سيستم ضريبونه او ازاد حدونه په اساسي سيستم کې د واحدى باراو د بهرني بارڅخه د ځاى بدلون ځانته غوره کوي.

کنترول په دغه طريقه ترسره کيږي:

۱.واحدي مجموعي دياګرام رسمو:

$$\bar{\mathrm{M}}_{\mathrm{S}} = \bar{M}_1 + \bar{M}_2 + \cdots + \bar{M}_n$$

۲.دضريبونوکنترول ترسره کوو:

$$\delta_{11} + \delta_{12} + \delta_{13} + \cdots + \delta_{1n} = \delta_{1S}$$

$$= \sum \int \frac{\bar{M}_1 . \bar{M}_S}{EI} ds$$

$$\delta_{21} + \delta_{22} + \delta_{23} + \cdots + \delta_{2n} = \delta_{2S}$$

$$= \sum \int \frac{\bar{M}_2 . \bar{M}_S}{EI} ds \quad (9.4)$$

....

$$\delta_{n1} + \delta_{n2} + \delta_{n3} + \cdots + \delta_{nn} = \delta_{nS}$$

$$= \sum \int \frac{\bar{M}_n . \bar{M}_S}{EI} ds$$

۳ .دضريبونوعمومي کنترول ترسره کوو:

$$\sum \delta = \delta_{1S} + \delta_{2S} + \cdots + \delta_{nS} = \delta_{11} +$$

$$+\delta_{12} + \delta_{13} + \cdots + \delta_{21} + \delta_{22} + \cdots$$

$$+\delta_{2n} + \delta_{31} + \delta_{32} + \cdots + \delta_{3n} = \delta_{Sn} =$$

$$= \sum \int \frac{\bar{M}_S^2}{EI} dS \quad (9.5)$$

۹,۶ دمتناظرناټاکلي ستاتیک چوکاټ شمیرنه

یومتناظرچوکاټ چې هندسي شیما یې متناظرمحوراو دواړو خواوو ته یوډول میلې لرې ګورو(۹,۵ شکل).د دې چوکاټ له پاره دازادۍ درجه $4 = 8 - 3.4 = l$ ده.د دې ډول سستم شمیرنه د اساسي سیستم په مرسته کیږي چې په ۹,۴ شکل کې ښودل شوی دی،نو ځکه د دې ډول ډول سیستم له دڅلورومجهولو قیمتونو دپیدا کولوپه موخه څلورمعادلې ترتیبوو.له نه برسیره د متناظزو بهرنیو بارونونه به متناظردیاګرامونه وي اودبرعکس نه به برعکس دیاګرامونه وي.

د دیاګرامونودرسمولوپاره دمجهولوپرځای نه د X_1،X_2 ، X_3 او X_4 قوې بلکې Z_1،Z_2 ، Z_3 او Z_4 قبلوو په (۵b.۸)شکل کې د X_i او Z_i قیمتونه پیداکوو:

$$X_1 = Z_1 + Z_4;\ X_2 = Z_2 - Z_3;$$

$$X_3 = Z_2 + Z_3;\ X_4 = Z_4 - Z_1.$$

له دې ځایه په لاس راوړوچې:

$$Z_1 = \frac{X_1 - X_4}{2}\ ;\ Z_2 = \frac{X_2 + X_3}{2};$$

$$Z_3 = \frac{X_3 - X_2}{2}\ ;\ Z_4 = \frac{X_1 + X_4}{2};$$

د واحدي بار $Z_ہ = 1$له اثره دکوږوالي مومنت دیاګرام په ۵.c.۹ شکل کې ښودل شوی دی.د مجهولو قیمتونو د حل له پاره کانونکي

معادله ترتیبوو:

$$\delta_{11}Z_1 + \delta_{12}Z_2 + \delta_{13}Z_3 + \delta_{14}Z_4 + \Delta_{1F} = 0;$$

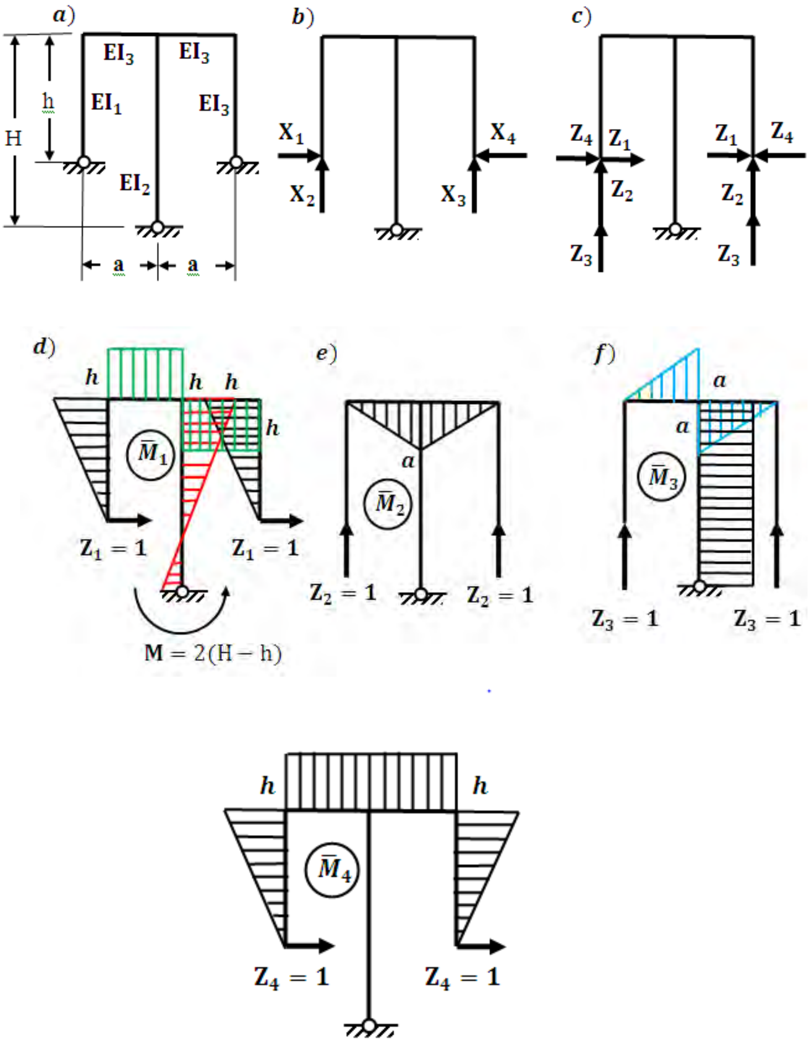
$$\delta_{21}Z_1 + \delta_{22}Z_2 + \delta_{23}Z_3 + \delta_{24}Z_4 + \Delta_{2F} = 0$$

$$\delta_{31}Z_3 + \delta_{32}Z_2 + \delta_{33}Z_3 + \delta_{34}Z_4 + \Delta_{3F} = 0$$

$$\delta_{41}Z_1 + \delta_{42}Z_2 + \delta_{43}Z_3 + \delta_{44}Z_4 + \Delta_{4F} = 0$$

له دې مجهولوڅخه (Z_2, Z_4) متناظراو (Z_1, Z_3)غيرمتناظردي:

$$\delta_{42}.Z_2 + \delta_{44}.Z_4 + \Delta_{4F} = 0, (9.6)$$



۹,۵ شکل: چوکاټ

دوه مجهول سيستمونه ګورو:

$$\delta_{11}.Z_1+\delta_{13}.Z_3+\Delta_{1F}=0;$$

$$\delta_{22}.Z_2+\delta_{24}.Z_4+\Delta_{2F}=0$$

$$\delta_{31}.Z_{3+}\delta_{33}.Z_3+\Delta_{3F}=0$$

۹,۷ دناټاکلی ستاتيکي سيستمونوپه شميرنه کې دتودوخې اغيزه

دتودوخې په پام کې نيولوسره دناټاکلوستاتيکي سيستمونوله دکانونکي معادلې لاندينی شکل ځانته غوره کوي:

$$\delta_{11}X_1+\delta_{12}X_2+\cdots+\delta_{1n}X_n+\Delta_{1t}=0;$$

$$\delta_{21}Z_1+\delta_{22}X_2+\cdots+\delta_{2n}X_n+\Delta_{2t}=0$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\delta_{n1}X_1+\delta_{n2}X_2+\cdots+\delta_{nn}X_n+\Delta_{nt}=0;\ (8.7)$$

په دې فورمول کې :

Δ_{it}. په اساسي سيستم کې داضافي مجهولوقوو X_1،X_2 ، .....،X_n په استقامت کې دځای تودوخيزبدلون دی چې دلاندينيوفورمولونو په مرسته پيداکيږي:

$$\Delta_{nt}=\sum\alpha\frac{(t_1-t_2)}{h}\Omega_{\bar{M}}\int\bar{M}_n dx+$$

$$+\sum\alpha\frac{(t_1-t_2)}{h}\Omega_{\bar{M}}\int\bar{N}_n dx\ \ldots\ldots\ldots\ldots.\ (9.8)$$

همدارنګه په ساده توګه د ځای بدلون د ټاکنې له پاره دغه فورمول کارولی شو:

$$\Delta_{nt}=\sum\alpha\frac{(t_1-t_2)}{h}\Omega_{\bar{M}}+\sum\alpha\frac{(t_1-t_2)}{h}\Omega_{\bar{N}}\ \ (9.9)$$

$\Omega_{\bar{M}}$ او $\Omega_{\bar{N}}$. دا $\bar{M}_n$ او $\bar{N}_n$ واحدی دياګرامونو مساحتونه دي.

۹,۲مثال

درې وايه غيرمنقطع ګاډرچې لوړوالی يې ثابت h دی دتودوخې لاندې دی(۹,۶ شکل).که شخي يې $EI = const$ ثابته وي نو د تودوخې داغيزڅخه دکوړوالي مومنت دياګرام رسم کړئ.

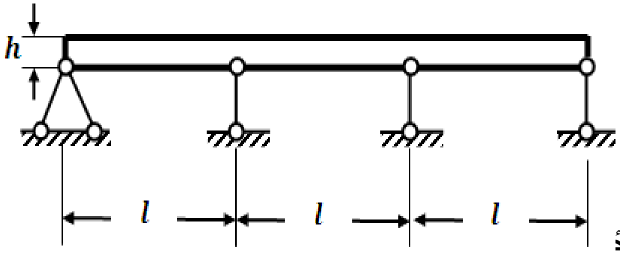
حل

ترهرڅه دمخه دناټاکليتوب درجه پيداکوو:

$$l = 3 \times 4 - 10 = 2$$

بيا د حل په موخه کانونيکي معادلې ترتيبوو:

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \Delta_{1t} = 0;$$
$$\delta_{21}Z_1 + \delta_{22}X_2 + \Delta_{2t} = 0 \ (8.10)$$



له دې ځ

$$\delta_{11} = \frac{1}{EI}\left[\frac{1}{2}\frac{2l}{3}l.\frac{2}{3}\frac{l2}{3} + \frac{1}{2}\frac{2l}{3}2l.\frac{2}{3}\frac{2l}{3}\frac{2l}{3}\right] =$$

$$= \frac{12l^3}{27EI} = \delta_{22}$$

$$\delta_{12} = \frac{1}{EI}[\frac{1}{2}\frac{2l}{3}l.\frac{2}{3}\frac{l}{3} + \frac{1}{6}(2\frac{2l}{3}\frac{l}{3} + 2\frac{l}{3}\frac{2l}{3} +$$

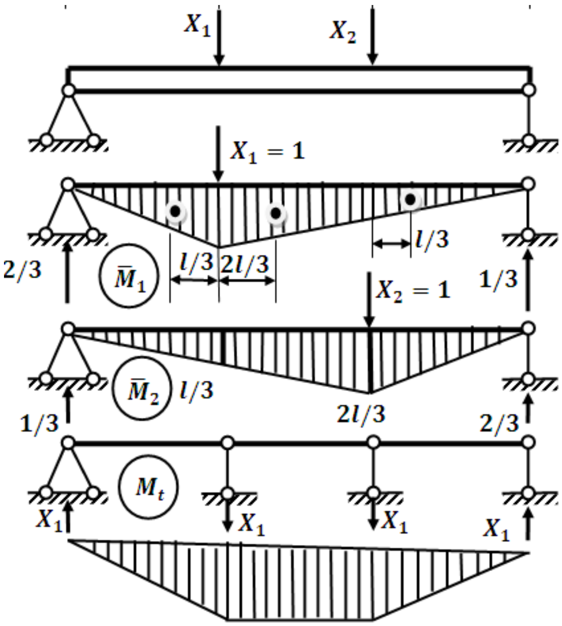
$$+\frac{2l}{3}\frac{l}{3}\frac{2l}{3}+\frac{l}{3}\frac{l}{3}+\frac{1}{2}\frac{l}{3}l.\frac{2}{3}\frac{2l}{3}]=\frac{21}{54EI}\frac{l^3}{}=\delta_{21}$$

$$=\Delta_{1t}=-\alpha\frac{l}{h}\frac{1}{2}\frac{2l}{3}.3l=-\alpha l\frac{l^2}{h}=\Delta_{2t}$$

د دوومعادلودحلولوپه پايله کې په لاس راوړوچي:

$$X_1=X_2=\frac{6\propto tEI}{5hl}$$

په پايله کې دتودوخې څخه دکوږوالي مومنت M_t دياګرام رسموو د ۹,۷ اخرنی شکل.



۹,۷ شکل:دياګرامونه

۹,۸ داتکاءپه بدلون کې دناټاکلي ستاتيکي سيستمونو شميرنه

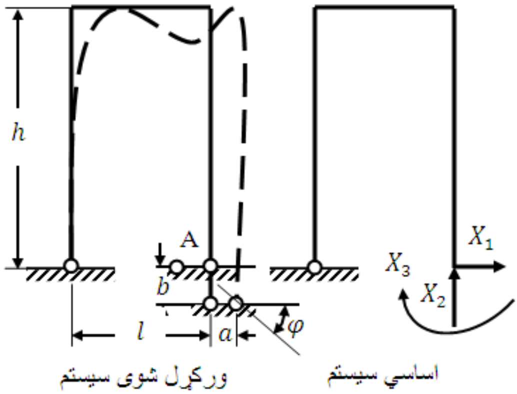
اتکاءيز عکس العملونه اضافي قوې رامنځ ته کوي،که چيرې په دې حالت کې اضافي نښتنوپه استقامت کې داتکاءګانو بدلون را منځ ته شي.

۹,۳مثال

يو درې ميله يز چوکاټ ګورو(۹,۸ شکل).که د هغې د ښي خوا اتکاء ازاده کړو،نو څرګنده ده ، چې هغه افقي ،عمودي د ځای بدلون او د زاويې لاندې دوران مومي . د ۹.b۸ شکل کې کتل کيږي چې سيستم اساسی دي او اضافي قوه X_1 دهمدې اتکاءد ځای د بدلون په استقامت کې عمل کوي،نو په همدې ترتيب دقوودميتودکانونيکی معادلې لاندنی شکل ځانته غوره کوي:

$$\delta_{11}.X_1 + \delta_{12}.X_2 + \delta_{13}.X_3 = a;$$
$$\delta_{21}.X_1 + \delta_{22}.X_2 + \delta_{23}.X_3 = -b;$$
$$\delta_{31}.X_1 + \delta_{32}.X_2 + \delta_{33}.X_3 = \varphi.$$

د سيستم د پورتنيوفورمولو څخه دوېمه معادله داسې دا ډول مفهوم څرګنديږي،چې د X_1 قوې له اثره د X_2 قوې په استقامت کې ($\delta_{21}.X_1$)منځ ته د Aنقطې دځای بدلون جمع د X_2 قوې اثره د همدې قوې په استقامت ($\delta_{22}.X_2$) کې د همدې نقطې د ځای بدلون جمع د مومنت له اثره د په استقامت کې د خای بدلون بايد د X_2 په استقامت کې په حقيقي ډول د ښي خوا اتکاء د ځای بدلون سره برابر وي يعنې $\Delta_A =$ $-b$ منفي علامه ښيي چې د X_2 قوې استقامت کې



۹,۸ شکل: درې ميله يزچوکاټ

په عمودي حالت کې د همدې اتکاء د ځای دبدلون سره مخالف دی.

له دې نه ورسته د X_1،X_2 او X_3 مجهول قیمتونه پیدا کوو او د نارملي عرضي قوواود کوږوالي مومنت دیاګرامونه رسموو.

۹,۴ مثال

یو ګاډرچې د دریواتکاءګانو(۸,۹ شکل) له پاسه پروت دې پام کې نیسو په دې ګاډرکې دکوږوالي دننه مومنتونه منځته راځي.په کیفي ډول دغه اتکاءګانې غورځوواوپرځای یې مجهول X_1 قیمت عوض کوو.اټکلوو، ددې لپاره دکانونیکي معادلې په مرسته یې پیداکولی شو:

$$\delta_{11}.X_1 = -\Delta_{\mathbf{1}}$$

له دې ځایه:

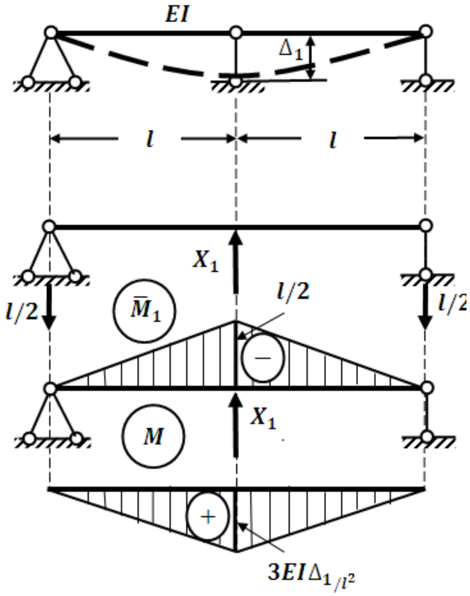
$$X_1 = -\frac{-\Delta_{\mathbf{1}}}{\delta_{11}}$$

او:

$$\delta_{11} = \frac{l^3}{6EI}$$

نوځکه:

$$X_1 = -\frac{-6EI.\Delta_1}{l^3}$$



۹,۸ شکل:درې اتکاءيزګاډر[$2 - \text{С}.M.C.K.\text{ст } 41{:}\,53$]

۹,۵ مثال

د دوو وايه يزګاډر(۹,۹ شکل) له پاره دکوږوالي مومنت اوعرضي قوو دياګرامونه رسم کړئ.

حل

د مجهولوعکس ا لعملونو R_A، R_B او R_C د پيدا کولو له پاره د ستاتيک تعادلي معادلې ترتيبوو:

$$\sum M_A = R_C \times 2l + R_B \times l - F \times 0.5.l = 0\,;$$

$$\sum M_C = R_A \times 2l + R_B \times l - F \times 1.5.l = 0\,;$$

له پورتنيوفورمولوڅخه مجهول عکس العملونه پيدا کوو:

$$R_C = 0.25\,F - 0.5\,R_B;$$

او:

$$R_A = 0.75\,F - 0.5\,R_B;$$

د دې درې واړو اتکاءیزو عکس العملونو دټاکنې له پاره دقوومیتود د کانونیکی متوازنودوومعادلوسیستم لرو،نوځکه لیکوچې:

$$\delta_{11}.X_1 + \Delta_{1F} = 0,$$

په دې معادلوکې :

X_1- دمجهولوله جملې څخه یواتکاءیزعکس العمل دی.

δ_{11}- دغورخیدلې عکس ا لعمل X_1 په استقامت کې د واحدي بارڅخه د ځای بدلون دی.

Δ_{1F}- دغورخیدلې عکس ا لعمل X_1 په استقامت کې د بهرنـي بار څخه د ځای بدلون دی.

یو اضافي اتکاء یزعکس $R_B = X_1$ غورځوو،په پایله کې یو وایز ګاډر(۹. ۹b شکل)په لاس راوړو.د دې ګاډرلپاره د بهرنـي بارF څخه د کوږوالی M_F دیاګرام رسموو.

همدارنګه دبل عکس العمل R_C پیدا کولو له پاره معادله ترتیبوو:

$$\sum M_a = R_C \times 2l - 0.5lF = 0;$$

له دې ځایه R_C په لاس راوړو:

$$R_C = 0.25\,F$$

همدارنګه د پیداکولوله پاره لیکوچي:

$$\sum M_C = R_a \times 2l - 1.5lF = 0;$$

له دې ځايه R_A په لاس راوړو:

$$R_A = 0.75\,F$$

د M_F کوږوالي مومنت د دياګرام درسمولولپاره يوازې په درېونقطو کې دکوږوالي مومنتونوقيمتونه (۹.b ۹شکل) پيدا کول کافي دي:

$$M_A = M_C = 0;$$

او همدارنګه

$$M_D = 0.75\,F \times 0.5\,l = 0.378\,Fl.$$

د B په نقطه کې د ځای دبدلون Δ_{1F} د ټاکنې له پاره د واحدي بار له اغيزڅخه،چې د غورځيدلي اتکاءيزعکس العمل R_B په استقامت کې واقع ده د $\bar{M}_i$ کوږوالي مومنت دياګرام رسموو(۹.C ۹شکل).

د ويرشاګين د طريقې په مرسته دموئرانتګرال شميرو د $\bar{M}_i$ M_F او مومنتونو دياګرامونه په دووبرخوويشوترڅو چې د ځانګړې برخې په دياګرام کې مايله کرښه نه وي يعنې دځای بدلون پيداکوو:

$$\Delta_{1F} = -\frac{1}{EI}\{\frac{1}{2}0.37 \times Fl \times 0.5l \times \frac{2}{3}0.25l +$$

$$+\frac{0.5l}{6}[2 \times 0.37Fl \times 0.25l + 2 \times 0.25Fl \times$$

$$\times 0.5l + 0.37\,Fl \times 0.5l + 0.25Fl \times$$

$$\times 0.25l] + \frac{1}{2}0.25Fl \times l \times \frac{2}{3}0.5l\} = -\frac{11Fl^2}{96EI}$$

د ځای دبدلون δ_{11} د ټاکنې له پاره د ويرشاګين دطريقې له مخې د $\bar{M}_i$ دياګرام په خپلوکې سره ضربوو:

$$\delta_{11} = \frac{2}{EI}\left(\frac{1}{2}0.5l \times \frac{2}{3}0.5l\right) = \frac{l^3}{6EI}$$

لاس ته راغلی قیمت د قوود میتود په کانونیکي معادله کې وضع کوو اوپه لاس راوړوچې :

$$X_1 = R_B = -\frac{\Delta_{1F}}{\delta_{11}} = \frac{11Fl^3}{96EI \times l^3} = 0.687\ F$$

د پخوانیومعادلوڅخه په لاس راوړوچې:

$$R_C = 0.25\ F - 0.5R_B = 0.25F - 0.5 \times$$

$$\times\ 0.687F = -0.0937F;$$

او:

$$R_A = 0.75\ F - 0.5R_B = 0.75F - 0.5 \times$$

$$\times\ 0.687F = -0.406F;$$

د اتکاءیزوعکس العملونومثبت قیمتونه ښیي چې په اتکلي توګه مو دهغوجهتونه سم ټاکلي دي.اومنفي ښیي ښیي چې دشمیرنې څخه پرته غوره شوي قیمتونه باید معکوس عوض شوی وی لکه د R_C اتکاءیز عکس العمل کله چې اتکاءیزعکس العملونه وټاکل شو،نوپه اسانۍ سره د M کوږوالي مومنت دیاګرام رسم کړو(۹.d۹شکل):

$$M_A = M_C = 0;$$

$$M_D = R_A.\,0.5l = 0.203Fl;$$

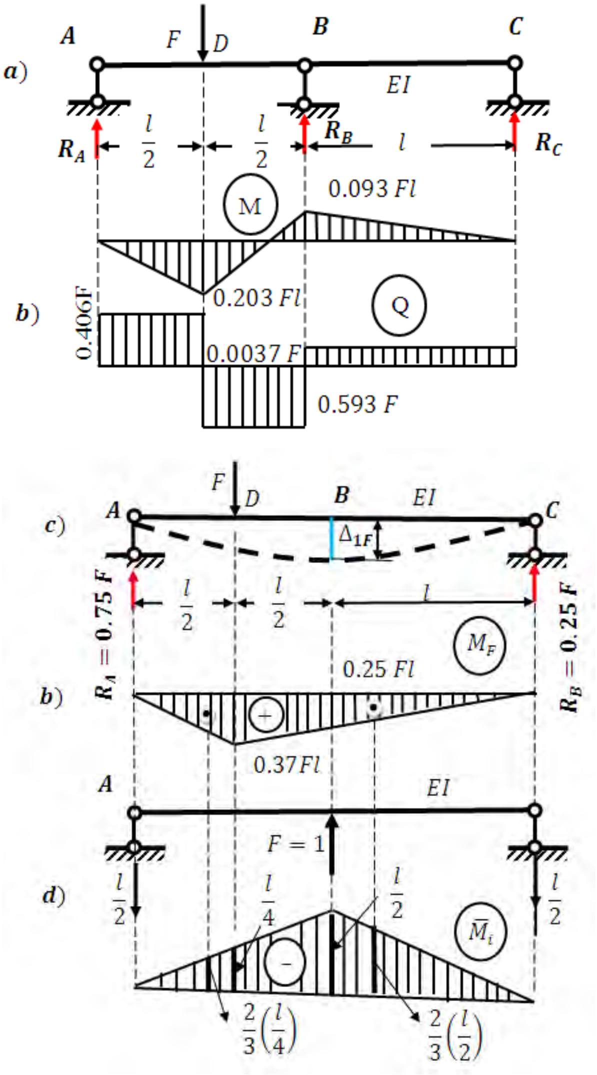
$$M_B = R_C.\,l = -0.093Fl;$$

اوهمدارنګه دعرضي قووقیمتونه شمیرلی شو:

$$Q_{AB} = R_A;$$

$$Q_{DB} = R_A - \mathrm{F} = 0.593\ \mathrm{F};$$

$$Q_{BC} = -R_C = 0.093\ \mathrm{F}$$



۹,۹ شکل:دوه وایزګادر[2-C.M.K-242-244]

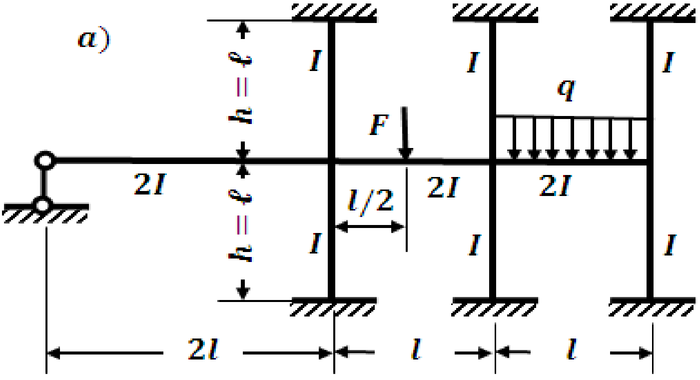
۹.۹ دمومنتونودويش ميتود

دغه ميتود پرله پسي اټکلي ميتود دی.دشميرنې په بهرکې د اساسي او د ورکړل شوي سيستمونوپه منځ کې ضدونقيض رامنځ ته کيږي،چې په شيمرنه کې بايددغه ترتيب په پام کې ونيول شي:

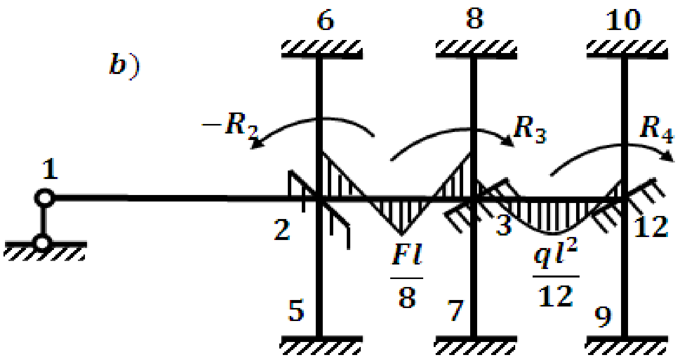
۱ .ورکړل شوی سيستم بايد د سختوغوټولرونکي سختي تکاءګانې په ميله يز اساسی سيستم باندې بايدواړول شي (۹,۱۰ شکل).

۲ .داساسي سيستم په ټولوميلوکې دبهرني بارنه دکوږوالي مومنتونو دياګرامونه بايدرسم کړی شي .دهرې يوې غوټې لپاره د $\sum M_n =$ تعادلي معادله نه کارول کيږي. دn- د غوټوشميردی(۹.b۱۰شکل).

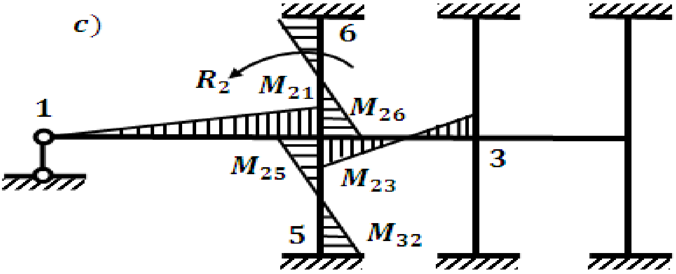
۳ . په هره غوټه کې بايدنابرابرمومنت R_iوشميرل شي، چې دهغه په وضع کولوسره دغوټې تعادل راځي.دبيلګې په توګه د ۹.b,c۱۰ شکلونوله مخې لروچې : $R_2 = {Fl}/_8$ $R_3 = {Fl}/_8 - {ql^2}/_{12}$



ورکړل شوی سيستم



اساسي سيستم



د R_2 برابرمومنت ويشنه

۹,۱۰ شکل:چوکاټ

او $R_3 = {ql^2}/{12}$ نابرابرمومنت چې غوټ دساعت دستنې په مطابق دوران ورکوي مثبت ګڼل کيږي.

۴.دتولوميلوله پاره دويشنې ضريب ټاکل کيږي:

$$\mu_y = \frac{i_y}{i_{ij} + i_{ik} + \cdots + i_{iq}} = \frac{i_y}{\sum i_m} \quad (9.11)$$

په دې فورمول کې:

m.دمیلوپه i-m غوټوکې دسختونښتنوشیمردی. دارتجاعي سختي اتکاء لپاره سختي په لاندې ډول پیداکوو:

$$i_y = \frac{EI_y}{l_y}$$

دغوټې یزې نښتنې لپاره :

$$i_y = \frac{3EI_y}{4l_y}$$

د ناخوځندې(ساکنې)نښتنې لپاره:

$$i_y = \frac{EI_y}{2l_y}$$

د بیلګې په توګه د 2غوټې میلولپاره(۹.b۱۰شکل) لپاره:

$$i_{21} = \frac{3EI_{21}}{4l_{21}} = \frac{3E2I}{4.2l} = \frac{3EI}{4l};$$

$$i_{26} = \frac{1EI_{26}}{2l_{26}} = \frac{1EI_{26}}{2.\,l_{26}} = \frac{EI}{2h} = \frac{EI}{2l} = i_{25}$$

$$i_{23} = \frac{E2I}{l} = 2\frac{EI}{l} \sum i_{2m} = i_{21} + i_{25} + i_{26} +$$

$$+i_{23} = \frac{15EI}{4l}$$

دلاندیني فورمول له مخې :

$$\mu_y = \frac{i_{21}}{\sum i_m} = \frac{4l}{\frac{15EI}{4l}} = 0.2;\ \mu_{25} = \mu_{26} = \ 0.13\ \ \mu_{23} = 0.53$$

۵.د R_nغوټه دنښتنې نه خلاصوواوپرځای يې نابرابرمومنت وعوض کوو او دغه مومنت په ټولوميلو ويشوو،چې د n غوټې نه تيريږي،کوم چې د μ_y ضريب سره متناسب دی.

اساسي مومنتونه د R_n مومنت سره متوازن دي په راوړو:

$$M_{nj} = \mu_{nj}.R_n$$

لکه د 2 غوټې(۹.c۱۰ شکل) لپاره:

$$M_{21} = \mu_{21}.R_2 = 0.25.Fl;$$

$$M_{26} = \mu_{26}.R_2 = 0.13.\frac{Fl}{8} = 0.016Fl,$$

$$M_{23} = 0.066Fl;$$

$$M_{25} = M_{26}$$

۶.هم مهاله د متوازن مومنت سره يو ځای په مخالفه څنډه (په ازاده غوټه کې) دوېم مومنت د مخالفي علامې سره د M_y په پرتله منخ ته راځي.د دې حالت لپاره (۹.c۱۰ شکل) لرو چې[2:70-72]:

$$M_{32} = -\frac{M_{23}}{2};\ M_{52} = -\frac{M_{25}}{2}.$$

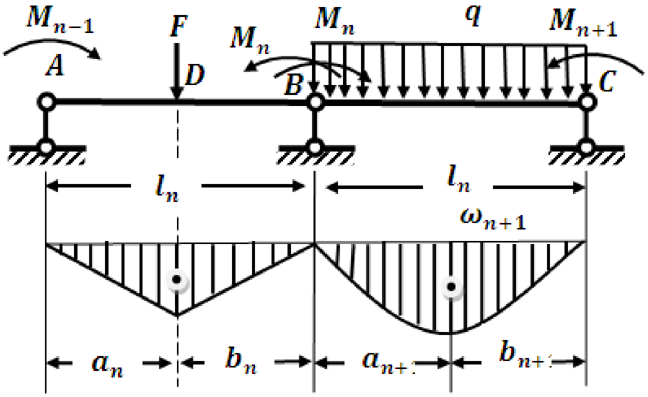
۷.په n غوټه کې د مومنتونود ويشنې نه وروسته او په هغې باندې عوضي ور زياتوو اوګاونډي غوټې(۹.b۱۰شکل). ته ورتيريږو(لکه غوټه) په دې غوټه کې عمليه تکراريږي، يعنې دپخوانی غوټې د 2 توازن څخه نا متوازن مومنت R_3او دويم مومنت .وېشنهM_{32}

۹,۱۰ ددرې مومنته معادلودميتودپه مرسته دغيرمنقطع ګاډرونوشميرنه

د ثابتي عرضي مقطعي لرونکي ګاډرله پاره د درې مومنته معادله (دکلاپيرون معادله) لاندينی ځيره غوره کوي:

$$M_{n-1}.l_n + 2\mathrm{M_n}(l_n + l_{n+1}) + \mathrm{M_{n+1}}.l_{n+1} =$$
$$= -6\left(\frac{a_n.\omega_n}{l_n} + \frac{b_{n+1}.\omega_{n+1}}{l_{n+1}}\right)$$

په دې فورمول کې د شکل له مخې د l_n، a_n، b_n، M_n او ω_i پارامترونه ښودل شوي دي.



۹,۱۱ شکل:دوه وايه يزګاډر

۹,۵ مثال

دوه وايه يزګاډر(۹.a۱۲ شکل) له پاره،چې د متمرکزبا رلاندې واقع دی د کوړوالي مومنت اوعرضي قوو دیاګرامونه رسم کړئ.

حل

د اساسي سيستم پرځای دوه يزګاډر په پام کې نيسو،چې د ورکړل شوي سيستم څخه ترلاسه کيږي (۹. b ۱۲ شکل).

د دري مومنتي معادله کاروو او په اساسي سيستم کې $n = 1$ په پام کې نيسو:

$$M_0.l_1 + 2M_1(l_1 + l_2) + M_2.l_2 =$$

$$= -6\left(\frac{a_1.\omega_1}{l_1} + \frac{b_2.\omega_2}{l_2}\right)$$

اويا: $$2M_1(l_1 + l_2) = -6(a_1.\omega_1/l_1)$$

يعنې: $$4M_1.l = -6^{\left(\frac{1}{2}.\frac{1}{2}l.\frac{Fl}{4}\right)}\Big/_{l}$$

له دې ځايه په لاس راوړوچې:

$$M_1 = -\frac{3}{32}Fl$$

د پورتنيو فورمولونونه كتل كيږي،چې د فاصله دګينې خوا اتكاء نه ترلوموړی وايې اويا د ثقل دمركزه پورې ده.كومه د هغې له پاره اساسی سيستم رسم شوی دی(۹.b۱۲شكل).دعرضي قوې اودكوږوالي مومنت دلاس ته راغلوقيمتونوله مخې يې دياګرامونه رسموو(۹.c,d۱۲ شكلونه).

د ګاډر په لوموړی وايه كې د لاس ته راغلي مومنت M_1 له مخې د لوموړی اتكاءعكس العمل پيداكوو:

$$M_1 = R_A.l - F\frac{l}{2} = -\frac{3Fl}{32}$$

له دې ځايه:

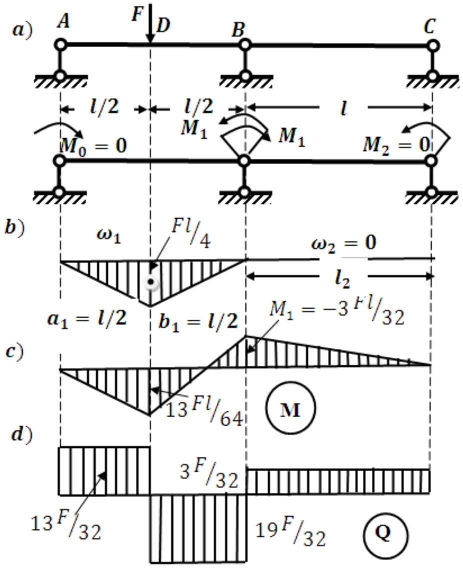
$$R_A = \frac{13.F}{32}$$

د لاس ته راغلي عكس العمل له مخې د Dاتكاء عكس العمل پيدا كوو:

$$M_D = R_A.\frac{l}{2} = \frac{13.F}{32}.\frac{l}{2} = \frac{13.Fl}{64}$$

او همدارنګه عرضٍي قوه هم پيداکولی شو:

$$Q_{BC} = \left[\frac{M_1}{l_2}\right] = \frac{3F}{32}$$



۹,۱۲ شکل:دوه وايه يزګاډر

د ژورا فسکي فورمول نه کتل کيږي،چې دعرضي قوې عددی قيمت د BC په برخه د مايلې کربښې او د مستقيمې کربښې ترمنځ تانجنت زاويې سره برابردی.

۹,۶ مثال

د يوغيرمنقطع دوه وايه يزګاډر(۹.a۱۳ شکل) لپاره چې عرضي مقطع يې ثابته ده دعرضي قوو او د کوږوالي مومنتونو دياګرامونه رسم کړئ.

حل

د اساسي سیستم پرځای یووایه یزګاډرونه نیسو،چې په کې غوټې شاملې دي او د Aپه اتکاءکې سخته اتکاء په غوټیزاتکاء باندې اوړل شوې ده (۹.b۱۳ شکل).اتکلو چې د لومړۍ وایې غیرحقیقي اوږدوالی صفردی. نوپه ترتیب اساسي سیستم ددرې غوټیزیووایه ایزاتکاءیزګاډرڅیره غوره کوي.

دکنسول په برخه کې(۹.f۱۳ شکل) متمرکزباراغیزه متمرکزمومنت $M_3 = -F.l$ رامنځته کوي.

دمئسلې دحل په موخه بایددوه معادلې ترتیب کړو:

$$n = 1;\ 2M_1(l_1 + l_2) + M_2.l_2 =$$

$$= -6\left(\frac{b_2\omega_2}{l_2}\right)$$

$$n = 2;\ 2M_2(l_2 + l_3) + M_1.l_2 + M_3.l_3 =$$

$$= -6\left(\frac{a_2.\omega_2}{l_2} + \frac{b_3.\omega_3}{l_3}\right)$$

د شمیرنې لپاره ټول ضروري هندسي پارامترونه په کې ښودل (۹.b۱۳شکل) شوې دي.د شمیرنې دساده کولو موخه په دریمې وایې $l_3 = 3\ M$کې دمتمرکزمومنت $m = 6\ KN.M$ لپاره د کوږوالي مومنت او د اتکاء یز متمرکز مومنت $M_3 = -2\ KN.M$ بیلا بیل رسم شوي (۹.c۱۳شکل).

په فورمول کې دهغې عددي قیمتونه وضع کوو:

$$2M_1(2) + M_2.2 = -6\left[\left(1.\frac{2}{3}.2.10\right)/2\right];$$

$$M_1.2(2+3)+M_3.3=-6\left[\left(1.\frac{2}{3}.2.10\right)/2\right]+$$
$$+\left[\left(-2.\tfrac{1}{2}.3.1.5+1.\tfrac{1}{2}.3.1.5-1\tfrac{2.3}{2}\right)/3\right]$$

له دې ځايه په لاس راوړوچې: $M_1=-7.718$او
دمومنتونو دغه قيمتونه او د C په نقطه کې کې $M_2=-4.56\ KN.M.$
مومنت چې د M_3 مومنت $M_C=M_3=-2\ KN.M$ سره برابردی ځای پرځای کوو(۹.b۱۳ شکل).

له دې نه وروسته دغوتېې يووايه يزګارچې د AB برخه نيسي او اتکاء په دوو متمرکزو مومنتونو M_1 او M_2 بار شوې د کوږوالي مومنت دياګرام رسموو.

اوس تعادلي معادله ترتيبوو:

$$\sum M_B=-7.72+R_A.2-20.2.1=0;$$

له دې ځايه دعکس العمل قيمت پيداکوو:

$$R_A=21.58\ KN$$

د $Q_A=R_A=21.58$ قيمت په پام کې نيولوسره د ګينې خواعرضي قوه پيداکوو:

$$Q_B^{L.S}=R_A-ql_2=21.58-20.2=-18.42$$

د ABپه برخه عرضي قوه د صفري مقطعې څخه تيريږي،نو د دې برخې په حدودوکې د وايه يز مومنت مومنت تجربوي قيمت ذ A اتکاءڅخه د x په فاصله کې په لاس راوړو:

$$M_x=R_A.x-M_1-\frac{qx^2}{2}=21.58.x--7.72-\frac{20x^2}{2}$$

د تفاضلي معادلې له مخې :

$$\frac{dM_x}{dx}=21.58-21.x=0$$

له دې معادلې څخه د x قيمت پيداکوو: $x=1.08\ M$ اوپه پايله کې د کوږوالي مومنت قيمت $M_x=3.9$په لاس راوړو.

د ټولولا س ته راغلوقيمتونوله مخې دکوږوالي مومنت M اوعرضي قووQ دياګرامونه رسموو(۹.d,e ۱۳شکل).

د یووایه یزګارډر BC برخه ګورو ، چې په اتکاء یزو مومنتونو M_2 او M_3اوپه متمرکزمومنت m بارشوی دی. دکوړوالي M مومنت او Q عرضي قوودیاګرامونه رسم کړئ.

له دې وروسته د کوړوالي M مومنت او Q عرضي قوودیاګرامونو کنترول ترسره کوو.د دې له لومړی اتکاءیزعکس العملونه $R_A = 21.58$ ، R_B او R_Cپیداکوو:

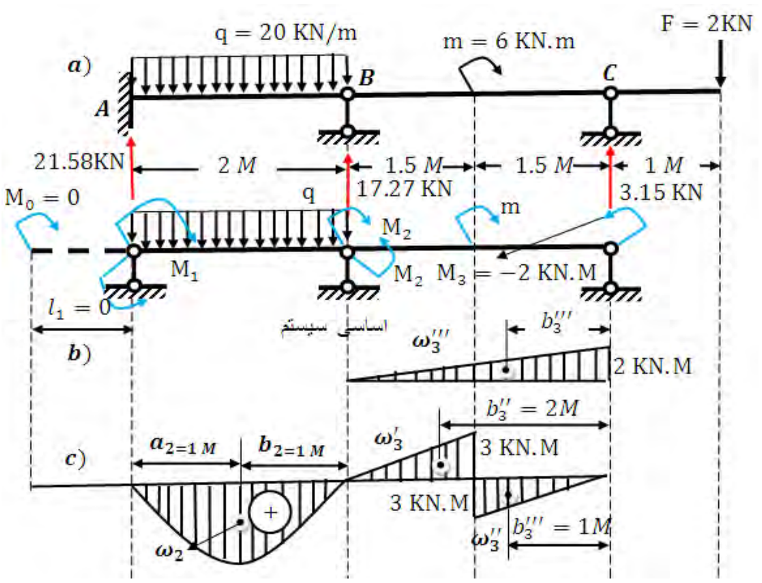
$$R_B = 18.42 - 1.15 = 17.27;$$

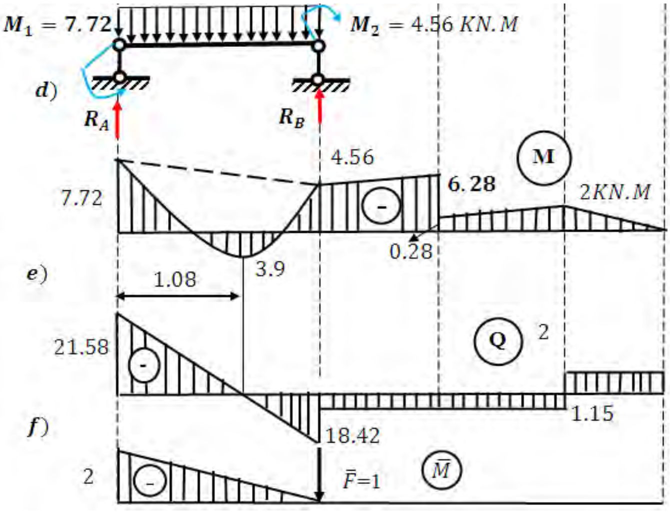
او:

$$R_C = 1.15 + 2 = 3.15\ KN;$$

دټول غیرمنقطع ګاډرله پاره تعادلي معادله ترتیبوو:

$$\sum y = 21.58 - 20.2 + 17.27 + 3.15.2 = 0$$





۹,۱۳شکل:ځوواپه ایزناټاکلي ګاډر

د واحدي بارله اغیزه د کوږوالي مومنت $\bar{M}$ دیاګرام رسمووواوبیاد موئردانتګرال اود ویرشاګین دطریقي په مرسته دځای بدلون پیداکوو.

$$\Delta_B = \frac{1}{EI}\Big[\frac{2}{6}(2\times 7.72\times 2 + 2\times 4.65\times 7.72\times 0 +$$

$$+4.56\times 2) - \frac{2}{3}\times\frac{20\times 2^2}{8}\times 2\times 1\Big] = 0;$$

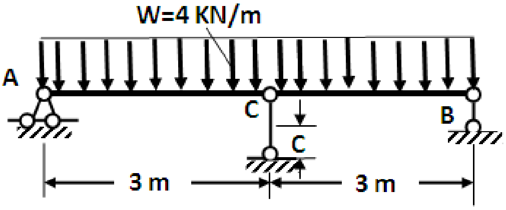
[2: 235-239]

پوښتنې

۹,۱ پوښتنه

د دوه ایزګاډر(۹,۱۴ شکل)له پاره دعرضي قوواو کوږوالي مومنتونو دیاګرامونه رسم کړئ،که چیرې ویشلی منظم بار $w = 4\ KN/m$ وي او منځنۍ اتکاء د $5\ cm$ په اندازه د ځای بدلون حاصل کړی وي او

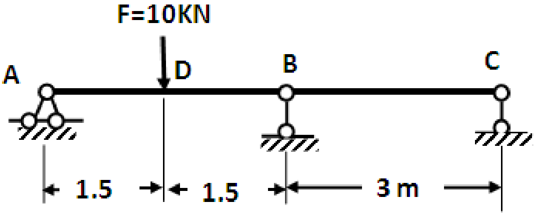
همدارنګه ډیر لوړ نارملی تشنج که د عرضي مقطعي ابعاديې هريو $b \times h = 5 \times 10$ او $E = 2 \times 10^5 MPa$ او $\sigma_{alo} = 240\ MPa$ وي پیدا کړئ.



۹,۱۴ شکل: دویشلي بارلاندې دوه وایه ایزګاډر[2:226]

۹,۲ پوښتنه

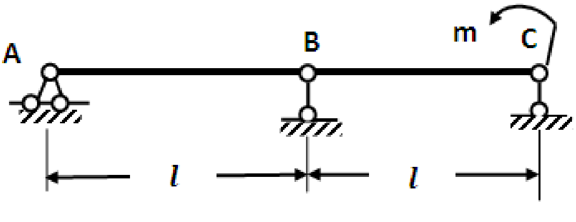
د دوه وایه ایزګاډر(۹,۱۵ شکل)له پاره د عرضي قوو او د کوږوالي مومنتونودیارګرامونه رسم کړئ،که چیرې متمرکزبار $F = 10\ KN$ او $l = 4\ m$ وي.



۹,۱۵ شکل: دویشلي بارلاندې دوه وایه ایزګاډر[2:242]

۹,۳ پوښتنه

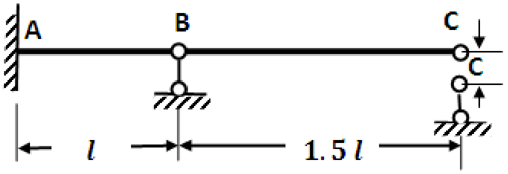
د دوه وایه ایزګاډر(۹,۱۶ شکل) له پاره د عرضي قوو اود کوږوالي مومنتونودیاګرامونه رسم کړئ ،که چیرې $m = 20\ KN.m$ متمرکز مومنت تراغیزلاندې وی اودهرې وایې اوږوالی یې $l = 4\ m$ وي.



۹,۱۶ شکل: دویشلي بارلاندې دوه وایه ایزګاډر[2:244]

۹,۴ پوښتنه

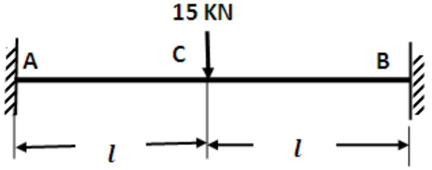
د دوه وايه ايزګاډر(۹,۱۷ شکل) له پاره دننه عوامل پيداکړئ که چيرې د اتکاء دځای بدلون حاصل کړئ اوعرضي مقطع يې ثابتهm وي.



۹,۱۷ شکل: دويشلي بارلاندې دوه وايه ايزګاډر[2:263]

۹,۵ پوښتنه

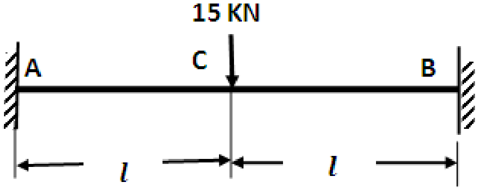
د يوګاډر(۹,۱۸ شکل) دA اوB په نقطوکې ميلان او د Cپه نقطه کې کړيدنه پيداکړئ.



۹,۱۸ شکل: دويشلي بارلاندې دوه وايه ايزګاډر[2:264]

۹,۶ پوښتنه

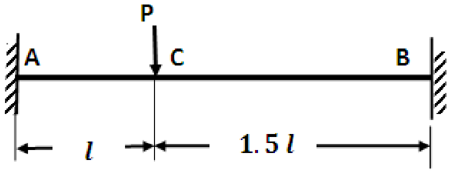
د يوګاډر(۹,۱۹ شکل) دکانجوګيټ ميتود په مرسته دA اوB په نقطوکې ميلان او د Cپه نقطه کې دځای بدلون يا کړيدنه پيداکړئ.



۹,۱۹ شکل: دويشلي بارلاندې دوه وايه ايزګاډر[2:264]

۹,۷ پوښتنه

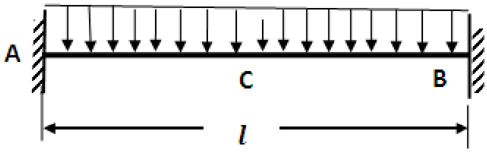
د یوګاډر(۹,۲۰ شکل) دکانجوګیټ میتود په مرسته دA اوB په نقطوکې میلان او د Cپه نقطه کې دځای بدلون یا کږیدنه پیداکړئ.



۹,۲۰ شکل: دویشلي بارلاندې دوه وایه ایزګاډر[2:264]

۹,۸ پوښتنه

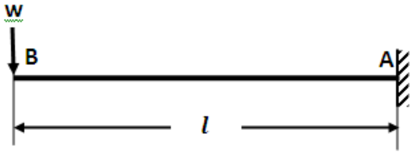
د یوګاډر(۹,۲۱ شکل) دکانجوګیټ میتود په مرسته دA اوB په نقطوکې میلان او د Cپه نقطه کې دځای بدلون یا کږیدنه پیداکړئ.



۹,۲۱ شکل: دویشلي بارلاندې دوه وایه ایزګاډر[2:268]

۹,۹ پوښتنه

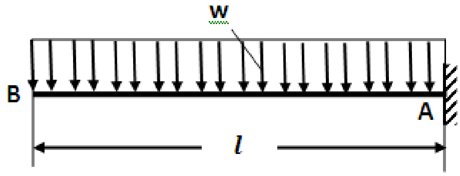
د یوګاډر(۹,۲۲ شکل) دکانجوګیټ میتود په مرسته دA اوB په نقطوکې میلان او د Bپه نقطه کې دځای بدلون یا کږیدنه پیداکړئ.



۹,۲۲ شکل: دویشلي بارلاندې دوه وایه ایزګاډر[2:148]

۹,۱۰ پوښتنه

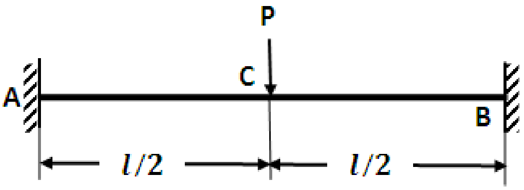
د یوګاډر(۹,۲۳ شکل) دکانجوګیټ میتود په مرسته دA اوB په نقطوکې میلان او د B په نقطه کې دځای بدلون یا کږیدنه پیداکړئ.



۹,۲ شکل: دویشلي بارلاندې دوه وایه ایزګاډر[2:149]

۹,۱۱ پوښته

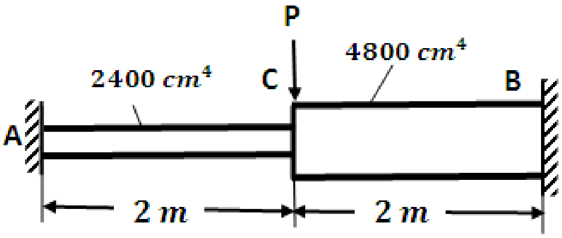
د یوګاډر(۹,۲۴ شکل) دکانجوګیټ میتود په مرسته دA اوB په نقطوکې میلان او د B په نقطه کې دځای بدلون یا کږیدنه پیداکړئ.



۹,۲۴ شکل: دویشلي بارلاندې دوه وایه ایزګاډر[2:144]

۹,۱۲ پوښته

د یوګاډر(۹,۲۵ شکل) دکانجوګیټ میتود په مرسته دA اوB په نقطوکې میلان او د B په نقطه کې دځای بدلون یا کږیدنه پیداکړئ.



۹,۲۵ شکل: دویشلي بارلاندې دوه وایه ایزګاډر[2:151]

لسم څپرکی

د قووترسره شوی کاراود ځای بدلون عمومي میتودونه

۱۰ .۱عمومي معلومات

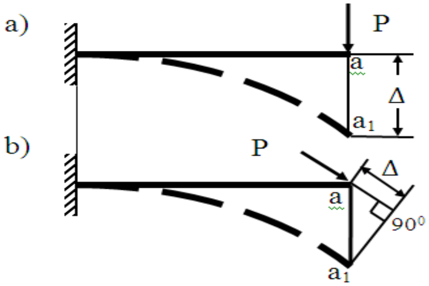
د نا ټاکلوستاتیکي سیستمونوپه شمیرنه کې د ستاتیک د تعادلي معادلو نه برسیره د شکل بدلون یا د ځای بدلون اضافي معادله بایدترتیب شي اوله دې لارې کولی شودغه نا ټاکلې مسئله حل کړو.ددې ډول معادلې د ترتیبولولپاره باید د ساختمان څیړنه وشي.د ټاکلي ستاتیکي سیستمونو دشمیرنوپه مرسته دعناصرودشکل بدلون بایدداسې وشي،چې نه یوازې محکم بلکې بشپړه شخې هم ولري،یعنې د دې ډول ساختمان دعناصرو څخه د ګټې اخیستنې پروسه کې باید د شکل بدلون اندازه د مجازي حد نه تجاوز ونه کړي.

له همدې امله د ارتجاعي سیستمونو د ځای بدلون د میتودونوڅیړنه، چې د ساختمان د انالیزیا تحلیل د عمدومسئایلوڅخه ګڼل کیږي،باید تر ترسره شي.

۱۰,۲د بهرنی قووترسره شوی کار

د سختمان د عناصرو د بارونې په پایله کې هغه دسکون حالت څخه په حرکت راځي،یعنې هغه حرکت چې سرعت اوتعجیل ولري.هرڅومره چې د اضافي بار سرعت ډېر وي نو په هماغه اندازه د سختمان د شکل بدلون زیاتیږی.د دورو بارونې په پایله کې انرشیایي قوې لږي اویا هیڅ شتون نه لري،چې د بارونې دغه حالت ته ستاتیکي بارونه ویل کیږي د مثال په توګه د ارتجاعي ګاډر(۱۰,۱شکل).له پاسه د P قوې ترسره شو وټاکئ دعنصردشکل د لږبدلون په پایله کې د نقطې اویا مقطعې د ځای بدلون د بارپورې مسقیماءمتناسب دی:

$$\Delta = K \times P \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (a)$$



۱۰,۱شکل:دمتمرکزبار لاندې کنسولي ګاډر

په دې فورمول کې:

Δ- د بارپه استقامت کې دځای بدلون دی.

k- د تناسب ضریب دی،چې د عنصرد موادو،شیمااوابعادو پورې اړه لري.

P- واردشوی باردی.

د ډېرې کوچنی باروني dP له زیاتیدو سره په پایله کې د ځای ډېر کوچنی بدلون $d\Delta$پیښیږي،چې په دې ځای بدلون کې د بار د واردیدو په پایله کې ډېرزیات کوچنی کار dA ترسره کیږي:

$$dA = (P + dP)d\Delta \approx P \times d\Delta$$

$$dA = P \times d\Delta \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots . (b)$$

څرنګه چې د قیمت ډېر زیات کم دی،نوځکه له هغه نه تیریږواو په b معادله کې د Δ قیمت په وضع کولوسره په لاس راوړو چې:

$$dA = P \times d\Delta = K \times P \times dP \dots\dots (c)$$

د دغه معادلې د انتګرالونې په پایله 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 $\Delta = K \times P$ نوله دې څخه د kقيمت په لاندې دول په لاس راوړو:

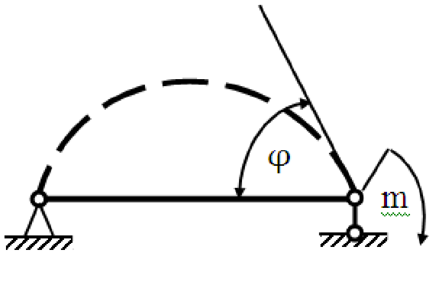
$$K = \frac{\Delta}{P}$$

د Pقوې ترسره شوی کاربه لاندینی قیمت وي:

$$A = \frac{\Delta}{P} \times \frac{P^2}{2} = \frac{P \times \Delta}{2}$$

$$A = \frac{P \times \Delta}{2} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots. (10.1)$$

په (۱) فورمول کې Δ د P قوې په امتد ادکې د ځای بدلون مرتسيم دی.که د متمرکزې قوې پرځای پرګاډرباندې متمرکز m مومنت وارد کړو، نوپه دې حالت کې د مومنت (۱۰,۲ شکل) ترشوی کارپه لاندې



۱۰,۲شکل:دمتمرکزمومنت لاندې ګاډر

ډول لاس ته راځي:

$$A = \frac{m \times \varphi}{2} \; \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots. (10.2)$$

په پورتني فورمول کې :

φ – د ګاډرپه هماغه مقطع کې چې د متمرکزمومنت لاندې واقع دی.

کله چې ګاډرهم مهاله دمتمرکزوقوواومتمرکزومومنتونوتراغیزلاندې واقع شي(۱۰,۳ شکل)،نوپه دې حالت کې د دې قوو ترشره شوی کارد دوې د حاصل شووکارونوکارد جمعې د حاصل سره برابر دی:

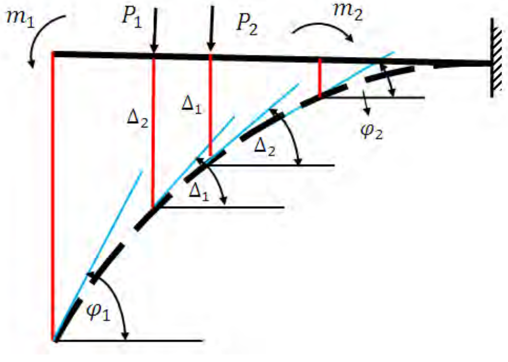
$$A = P_1\frac{\Delta_1}{2} + P_2\frac{\Delta_2}{2} + m_1\frac{\varphi_1}{2} - m_2\frac{\varphi_2}{2}$$

په اخرنی افاده کې منفي علامه ښيي،چې دميلان φ_2 يا دوران زاويې لوری د m_2 متمرکزمومنتپرخلاف دی.

$$A = \sum P_i\frac{\Delta_i}{2} + \sum m_i\frac{\varphi_i}{2} \; (10.3)$$

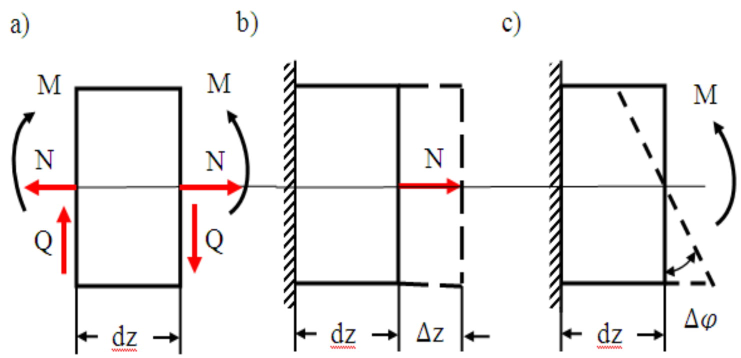
اوکله چې nشمیرمتمرکزې قوې او n شمیرمتمرکزمومنتونه د يو ګاډر له پاسه اغيزه وکړي،نو په دې مهال د دوي ترسره شوی کار په لاندې ډول شمیرل کيږي.

د خارجي قوو ترسره شوی کارکولی شوددننه عوامل نارملي قوې N



۱۰,۳ شکل:دمتمرکزوبارونوتراغیزلاندې ګاډر

عرضي قوې Q اوکوږوالي M له مخې چې دګاډرپه مقطعوکې منځ ته راځې هم وټاکو.د دې موخې له پاره د ګاډر(۱۰,۴شکل).څخه ډېره کوچنۍ برخه dz چې د دومقطوپه منځ کې رابیلوولکه چې په ټوله



۱۰,۴ شکل:بیلابیلې عرضي مقطعې

کې نارملي قوه،عرضي قوه اودکوږوالي مومنت دګاډرلپاره دننه عوامل دي،مګرد بیلې شوې dzبرخې لپاره د خارجي قووپه څیرګڼل کیږي.له دې امله ترشوي کارد انتګرالي معادلې څخه په لاس راځي، یعنې د هرې د قوې اغیزه په بیلې شوې برخې کې مطالعه کوو که دېرې شوې برخې ګینه خوا ګینه خواسخته په پام کې ونیسو،نو ښکاره ده،چې دښې خوا Δz په اندازه دځای بدلون ترلاسه کوي، دهوک د قانون پربنسټ یې 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 دځاى بدلون.

دځاى په دغه بدلون کې د نارملي قوې ترسره شوى کار په 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 اغيزڅخه ترسره شوى کارپه لاندې ډول لاس ته راځي:

$$dA_M = \frac{M.\Delta\varphi}{2} = M\frac{M.dz}{2EI} = \frac{M^2.dz}{2EI}$$

که چيرې د دننه قوه(۱۰,۵ شکل)يوازې عرضي قوه وي نود دې قوې له اغيز د Δy ځاى بدلون منځته راځي:

$$\Delta y = \frac{Q.dz}{G.A}\eta$$

په دغه فورمول کې :

$G.A$ - په بيځايه کيدنې کې شخى ده

G - په بيځايه کيدنې کې دارتجاعيت مودول دى:

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)}$$

E - دارتجاعيت مودول دى.

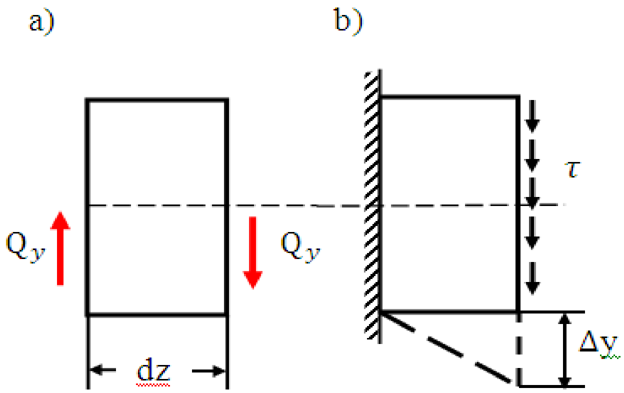
μ - دپاوسون ضريب دى$(0 \le \mu \le 0.5)$

η- بې واحددى اويوازې دمقطعې دفورم پورې اړه لري:

د مستطيلې عرضي مقطعې لپاره $\eta = 1.2$.

د کردي عرضي مقطعې لپاره $\eta = 1.11$.

د Iعرضي مقطعې لپاره $\eta = \frac{A}{A}$.



۱۰,۵ شکل:بیلابیلې مقطعې

د مماسي تشنج دټاکنې لپاره دژوافسکي فومورمول کاروو:

$$\tau = \frac{Q_y . S_x}{I_x . b_y}$$

دعرضي قوې ترسره شوی کارپه لاندې ډول شمیرو:

$$dA_Q = Q\frac{\Delta y}{2} = Q\frac{Q.dz}{2GA}.\eta$$

د دننه عواملوپرکوچنی کارد دې عواملودهریوالجبري مجموعې څخه عبارت دی:

$$dA = dA_N + dA_Q + dA_M = \frac{N^2.dz}{2EA} +$$

$$+\frac{Q^2.dz}{2GA}\eta + \frac{M^{22}.dz}{2EI}$$

د دغه فورمول دانتګرالولونه وروسته عمومي کار په لاس راځي:

$$A = \frac{1}{2}\sum\int_0^l N\frac{N.dz}{EA} + \frac{1}{2}\sum\int_0^l Q\frac{Q.dz}{GA}\eta +$$

$$+\frac{1}{2}\sum\int_0^l M\frac{M.dz}{EI} \quad (10.4)$$

$$A = \frac{1}{2}\sum\left(\int_0^l \frac{N^2dz}{EA} + \int_0^l \frac{Q^2dz}{EA}\eta + \int_0^l \frac{M^2dz}{EA}\right) \ldots (10.5)$$

په دغومعادلوکې N ،Q اوM د میلې په عرضي مقطعوکې د دننه عوامل دي.او $\frac{N.dz}{EA}$ ،$\frac{Q.dz}{GA}$ او$\frac{M.dz}{EI}$ د پرې شوو برخو dz د ځای بدلونونه دي.

د 4معادلې څخه د دننه عواملو ترسره شوی کار په لاس راوړلی شو.

۱۰,۳ پوتنشيالي انرژي

د یوجسم په باروني کې بهرنې قوې کارترسره کوي،چې د دې یوه برخه د د ننه د لرې کولو او د هغه دتودوخې او مقناطیسي ځانګړتیاو په موخه په مصرف سره رسیږي اودارتجاعي موادوله پاره د دغه کاراندازه ډېره لږه اوحتی په پام کې نه نیول کیږي.

په پایله کې ویلی شو،چې د ارتجاعي سیستمونو په پروسه کې د بهرنیو قوو ترسره شوی کارپه پوتنشيالي انرژی باندې اوړي.

پوتنشيالي انرژي دشکل دبدلون په پام کې نیولوسره چې په جسم زیرمهکیږي ارتجاعي ځانګړتیا کې لري.

د جسم په باروني کې پوتنشيالي انرژي د دننه قوود تر سره شوي کارپه ځيرمنځ ته راځي.

د انرژی دساتنې د قانون پربنسټ اتکل کيږي،چې دبهرنيوقوو ترسره شوی کارد جسم د شکل دبدلون دپوتنشيالي انرژی سره برابردی يعنې:

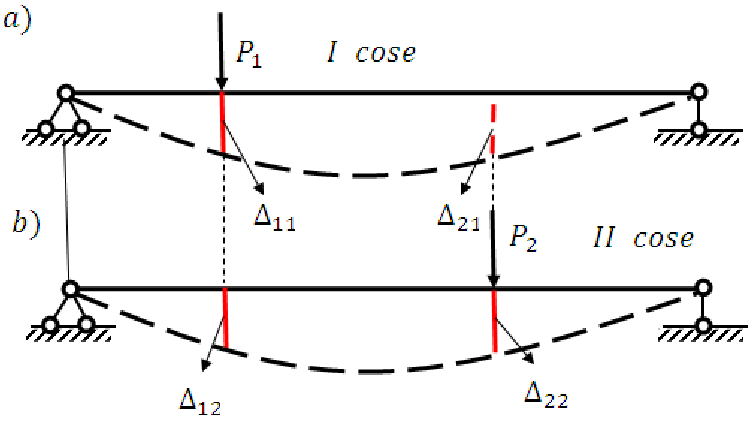
$$A = W$$

د 4 فورمول پربنسټ پوتنشيالي انرژي په لاندې ډول لاس ته راځي:

$$W = \frac{1}{2}\sum\left(\int_0^l \frac{N^2 dz}{EA} + \int_0^l \frac{Q^2 dz}{EA}\eta + \int_0^l \frac{M^2 dz}{EA}\right) \quad (10.6)$$

۱۰,۴ د کارد متقابلتوب قضيه

د ارتجاعي سيستمونودوه حالتونه ګورو،چې په هرحا لت کې په سيستم باندې ستاتيکي قوه عمل کوي(۱۰,۶ شکل).دسيستمونود شکل د بدلون



۱۰. ۶ شکل:دبارلاندې ګاډر

پرمهال د ځای بدلون د Δ_{mn} حرف له مخې په نښه کوو:

د m علامه د ځای 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.

د nعلامه د هغې قوې څخه عبارت ده، د چې د عدد له پاسه عمل کوي لکه دبيلګې په توګه متمرکزقوه اومتمرکزمومنت اومنظم ويشلي بار دΔ$_{mn}$ ځای بدلون کيدای شي د بارد ځانګړتياوو له خطي او يا زاويه

يزوي.دشکل له مخې:

Δ_{11} – دP_1 قوې له اثرد P_1 په لورډځای بدلون.

Δ_{12} – دP_2 قوې له اثرد P_1 په لورډځای بدلون.

Δ_{22}– دP_2 قوې له اثرد P_2 په لورډځای بدلون.

Δ_{21}– دP_1 قوې له اثرد P_2 په لورډځای بدلون.

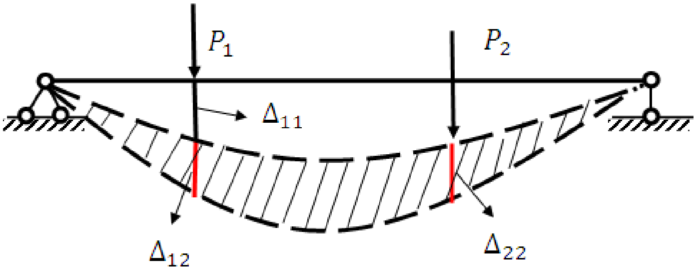
د P_1 قوې ترسره شوی کاردA_{11} اود P_2 قوې ترسره شوی کار. د A_{22} له مخې ښيو،يعنې A_{11} د ځای بدلون په Iحالت کې ترسره شوی کاردی او A_{22} د IIپه حالت کې ترسره شوي کار دی.

A_{12} د P_2 قوې له اغيزڅخه د را منځته شوی ځای بدلون کې دP_1 قوې ترسره کاردی .

A_{21} د P_1 قوې له اغيزڅخه د را منځته شوی ځای بدلون کې دP_2 قوې ترسره کاردی چې قيمتونه يې د لاندينې 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 دهمدې سيستم د P_1 او P_2 قوودستاتيکي بارونې حالت په پرله پسې توګه ګورو(۱۰,۷ شکل).



۱۰,۷ شکل:پرله پسې بارونې حالت

لومړی دسیستم له پاسه دستاتیکي قوه واردو اودهغه دځای بدلون لکه د مخه موپه شکل کې وکوت،هماغه دP_1 قوې څخه د ځای بدلون Δ_{11} دی:

$$A_{11} = \frac{P_1 \times \Delta_{11}}{2}$$

بیا وروسته د P_2 ستاتیکي قوه واردوو.په پایله کې دغه قوه سیستم کې یوه اضافي قوه او د ځای اضافي بدلون رامنځ ته کوي چې د IIحالت د ځای بدلون او د دننه قوې سره برا بردی.د P_1 قوه ثابته اوښکته خوا ته دځای داضافي بدلون لامل ګرځي،نوځکه دغه قوه یو اضافي کار A_{12} ترسره کوي:

$$A_{12} = P_1 \times \Delta_{12}$$

او همدارنګه د P_2قوه هم یوکارترسره کوي:

$$A_{22} = \frac{P_2 \times \Delta_{22}}{2}$$

د پرله پسې بارونې په پایله کې بشپړ کارپه لاندې ډول شمیرل کیږي:

$$A = A_{11} + A_{12} + A_{22} =$$

$$= \frac{P_1 \times \Delta_{11}}{2} + P_1 \times \Delta_{12} + \frac{P_2 \times \Delta_{22}}{2} \ (a)$$

او همدارنګه د P_1اوP_2 (۱۰,۸ شکل) قووترسره شوی کاردهرېِ یو قوې اودځای دبدلون دضرب حاصل په څیرپه 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:

$$\frac{P_1 \times \Delta_{11}}{2} + P_1 \times \Delta_{12} + \frac{P_2 \times \Delta_{22}}{2} = \frac{P_1 \times \Delta_{11}}{2} +$$

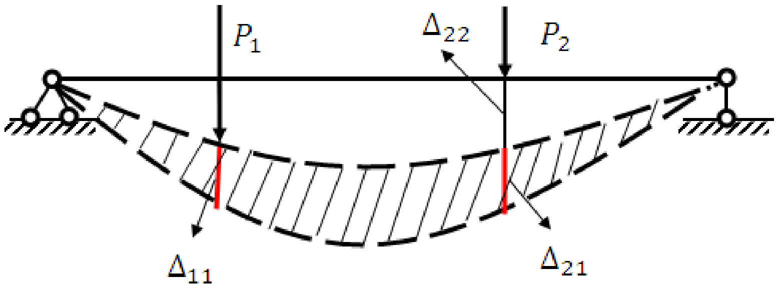
$$+P_2 \times \Delta_{21} + \frac{P_2 \times \Delta_{22}}{2}$$

له دې ځایه په لاس راوړوچې:

$$P_1 \times \Delta_{12} = P_2 \times \Delta_{21} \ (c)$$

نوځکه ترسره شوي کارونه هم سره برابردي:

$$A_{12} = A_{21} \ (10.7)$$



۱۰,۸ شکل:دقوولاندي ګادر

د لومړي حالت Iترسره شوی کارپه خپل لوري کې د دوېم حالت II قوولو اثره په خپل لوري کې ددویم حالت دترسره شوي کارسره،چې دلومړي حالت قوولو اثره رامنځ ته شوی دی سره برابردی.

دغه پایلې دبیتي قضیې یا دکارمتقابلتوب قضیې په نوم سره یادوي.
همدارنګه ترسره شوی کارد دننه عواملوپه مرسته هم په لاندې ډول لیکلی شو:

$$A = \sum \int_0^l M_1 \frac{M_2 . dz}{2EI} + \sum \int_0^l N_1 \frac{N_2 . dz}{2EA} +$$

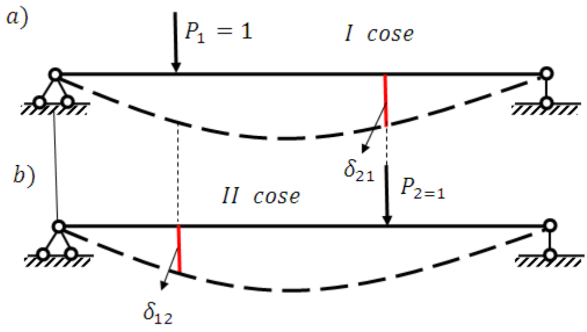
$$+ \sum \int_0^l Q_1 \frac{Q_2 . dz}{2GA} \eta \quad (8)$$

۱۰,۵ دځای بدلون دمتقابلتوب قضیه

د ځای بدلون دوه حالتونه ګورو.په لومړی حالت کې دسیستم له پاسه قوه اوپه دویم حالت کې قوه واردیږي،چې دغه حالتونه په کیفي ډول واحدي نومیږي(۱۰,۹ شکل).

د واحدي قوې له اثره دځای بدلون د δ حرف له مخې ښیو:

δ_{21} - په لومړی حالت کې دP_2 قوې په لورد $P_1=1$ قوې له اغیزنه د ځای بدلون دی.



۱۰,۹ شکل :دواحدي قوې لاندې ګاډر

δ_{12}- په دویم حالت کې د P_1قوې په لورد $P_2=1$ قوې له له اغیز نه د ځای بدلون دی.

د بيتي د قضيې 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:

$$\delta_{mn} = \delta_{nm\,(6-9)}$$

دغه حاصل شوې رابطه دځای بدلون دمتقابلتوب ياد مکسويل قضيې په نوم سره ياديږي.يعنې د يوارتجاعي سيستم د $P_1=1$ د $P_2=1$ واحدي قوې په لور د $P_2=1$ 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:

$$\Delta_{12} = \Delta_{21\,(10.6)}$$

۱۰,۶ د ځای بدلون فورمول

بيا هم د سيستم دوه حالتونه په پام کې نيسو:په لومړي حالت I کې د سيستم له پاسه هرډول باراغيزه کوي او II په دويم حالت کې د سيستم له پاسه(۱۰,۹ شکل)يوازې واحدي $P_2=1$ بارپه پام کې نيسواودلاندينۍ معادلې په مرسته په لاس راوړو:

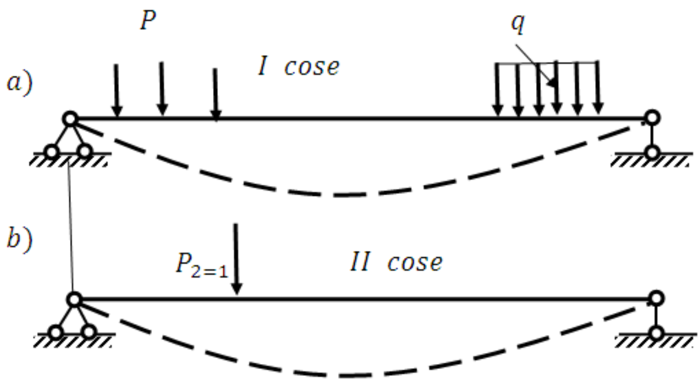
$$A_{21} = P_2 = 1 \times \Delta_{21} = \Delta_{21}$$

پورتنۍ 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 پورتنۍ معادله کې دحرف له پاسه کرښه ددې مانا لري،چې قوې په واحدي حالت کې دي. کله چې دځای خطي بدلون وټاکل شي،نوباید قوې پرته له واحدې څخه باید دغه نقطې له پاسه واقع شي چې په هغې د ځای بدلون غوښتل شوی وي.که دځای بدلون زوایه یزټاکل شوی وي نودواحدي قوې پرځای باید واحد متمرکزمومنت عوض شي.



۱۰,۱۰ شکل:دبارونولاندې ګاډر

د واحدي حالت څخه په توپیرهغه حالت چې دبهرني بارله اغیزڅخه په لاس راځي دحقیقي یا باریزحالت په نوم سره یادیږي.اود واحدي او دننه عواملو N_P ، Q_P اود M_P دیاګرامونه د واحدي دیاګرامونو په نومونو سره یادوي.

د پورتنیومفاهیموپه پام کې نیولو سره د (a) رابطه لاندینی شکل ځانته غوره کوي:

$$\Delta_{mp}=\sum\int_{0}^{l}\bar{M}_2\frac{M_1}{EI}dz+\sum\int_{0}^{l}\bar{Q}_2\frac{Q_1}{GA}dz.\eta+$$

$$+\sum\int_{0}^{l}\bar{N}_2\frac{N_1}{EA}dz \quad (10.11)$$

په دې فورمول کېΔ_{mp} د قوې په لورد $P_m=1$ قوې له غيزڅخه د ځايبدلون دی:

$$\Delta_{mp}=\sum\frac{1}{EI}\int_{0}^{l}\bar{M}\,.\,M_P.\,dz+\sum\frac{\eta}{GA}\int_{0}^{l}\bar{Q}\,.\,Q_P.\,dz$$

$$+\sum\frac{1}{EA}\int_{0}^{l}\bar{N}\,.\,N_P.\,dz \quad (10.12)$$

د (11)او(12) فورمولونه دځای بدلون يادموئر(M0re)انتګرال په نوم سره يادوي.

کله چې د Δ_{mp}قيمت مثبت وي،نود ځای بدلون د واحدي قوې په لور مطابقت لري اوکه قيمت يې منفی وي،نودغه مهال مطابقت نه لري.

په عملي چاروکې دموئر انتګرال يوحدکارول کيږي لکه په کوږوالي کې :

$$\Delta_{mp}=\sum\frac{1}{EI}\int_{0}^{l}\bar{M}\,.\,M_P.\,dz$$

اوپه کشش يافشارکې :

$$\Delta_{mp}=\sum\frac{1}{EA}\int_{0}^{l}\bar{N}\,.\,N_P.\,dz$$

۱۰,۷ دویرشاګین(Methods of Vershagen) میتود

د شمیرنو په ډېرو حالتونو کې د ځای بدلون د ټاکنې تخنیک ممکن په انتګرالي افاده کې د $\bar{M}$ او M_P دیاګرامونود ضرب دحاصل په پام کې نیولوسره وکارول شي،نوله دې امله دغه طریقه د ډاګرامونو د طریقې په نوم سره یادوي.

په دې طریقې کې ممکن د معادلې د ضرب د حاصل یوحد خطي دیاګرام او بل حد منحنی اویاماته یا منکسره کرښه وي. لکه د ګاډرپه یوه کیفي برخه (l) کې(۱۰,۱۱ شکل) د کوږوالي مومنت دیاګرام ګورو.

په دې دیاګرام کې :

M_P - دبهرني بارله اغیزڅخه په دیاګرام ارینات دی .

$\bar{M}$- دواحدي قوې څخه په دیاګرام کې اردینات دی.

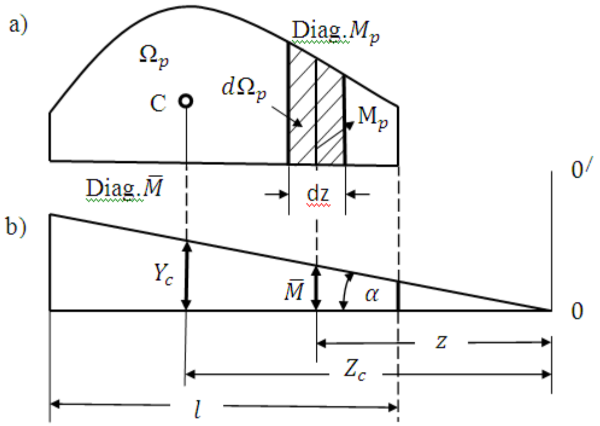
د شکل له مخې د $\bar{M}$اردینات دقیمت دپیداکولولپاره لروچې:

$$\bar{M} = z \times tan \propto \ (a)$$

دغه قیمت په انتګرالي معادله کې وضع کوو:

$$\int_0^{\ell} \mathrm{M_P}.\bar{\mathrm{M}}.\mathrm{dz} = \int_0^{\ell} \mathrm{M_P}.z \times tan \propto . dz =$$

$$= tan \propto \int_0^{\ell} M_P.z.dz$$



۱۰,۱۱شکل:دويرشاګين دميتوددياګرام

په فورمول کې د $M_P.dz = d\Omega_P$ دياګرام مساحت دی نوځکه:

$$tan \propto \int_0^{\ell} M_P.z.dz = \tan \int_0^{\ell} z.d\Omega_P \ (b)$$

په فورمول کې $\int_0^{\ell} z.d\Omega_P$ نسبت $0-0^/$ محور ته د Ωسطحې ستاتيکي مومنت دی،نوځکه ليکو:

$$\int_0^{\ell} z \times d\Omega_P = \Omega_P \times Z_C \ (c)$$

په دې فورمول کې Z_C د M_Pدياګرام د Ω مساحت د ثقل مرکز اردينات دی،نوځکه ليکو:

$$\int_0^{\ell} M_P \times \bar{M} \times dz = Z_C \times tan\alpha \times \Omega \ (d)$$

څرنګه چې $Z_C \times tan\alpha = Y_C$ دی،نوځکه لروچې:

$$\int_0^{\ell} M_P \times \bar{M} \times dz = \Omega_P \times Y_C \ (10-13)$$

په پايله د دوو تابعګانو(ددوودياګرامونو) چې له دوې څخه يوه مستقيمه کرښه ده اود M_P منحنی الخط دياګرام اود M_P دياګرام د ثقل مرکزاردينات 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.

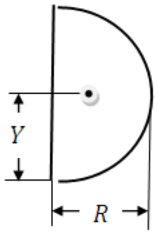
دغه ميتود په 1925 ميلادي کال کې دروسې دمسکو داوسپنې دلارې د ترانسپورت انستيتوت محصل ويرشاګين کشف کړي دی،چې اوس د همدې په نوم سره ياديږي.د نوموړي د علمي څيړنو په پايله کې د ځای بدلون د دغه فورمول په مرسته شميرل کيږي:

$$\Delta_{mp} = \sum \int_0^{\ell} \bar{M} \frac{M_P}{EI} \times dz = \sum \frac{\Omega_P}{EI} \times Y_C \ (10.14)$$

په دې فورمول کې شخی ثابته EI=const ده.

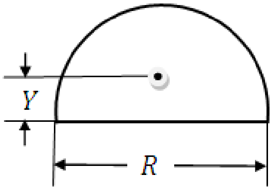
بايد له دې نه يادونه وشي،چې د ثقل مرکزاردينات بايد دخطي دياګرام څخه واخيستل شي.اوکله چې دواړه رسم شوي دياګرامونه مستقم الخطه وې،نود Y_C قيمت په خپله خوښه دهريو دياګرام څخه اخيستلی شواوپه نوروحالتونوکې د لاندينيو جدولونو څخه ګته اخيستلی شو.همدارنګه د نيم دايرې لپا ره مساحت:

$$A = \frac{\pi R^2}{2}$$



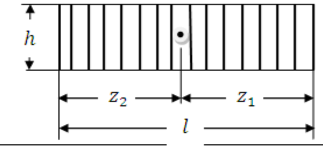
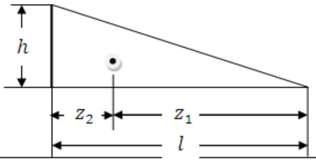
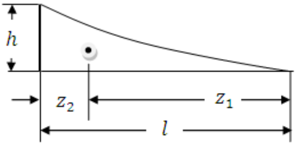
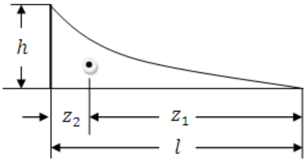
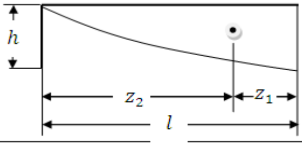
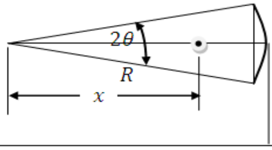
د ثقل مرکزکوردينات يې :

$$Y_C = \frac{4R}{3}$$



۱۰,۱۲ شکل:نیم دایره

۱ – جدول

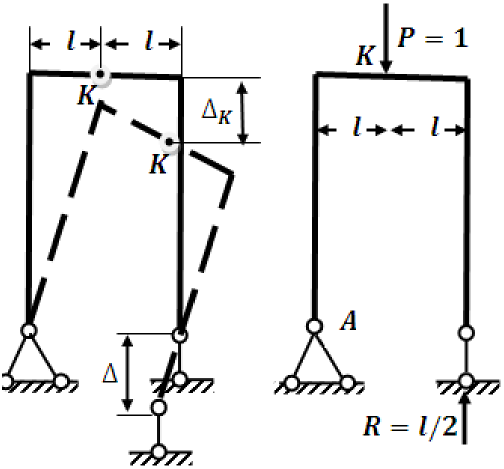
ګڼه	شکل	مساحت Ω	دثقل مرکزکوردینات	
			Z_1	Z_2
1		$h \times l$	$l/2$	$l/2$
2		$\frac{h.l}{2}$	$l/3$	$2/3\, l$
3		$\frac{h}{3} \times l$	$l/4$	$\frac{3}{4} \times l$
4		$\frac{h}{4} \times l$	$l/5$	$\frac{4}{5} \times l$
5		$\frac{2}{3} \times hl$	$\frac{3}{8} \times l$	$\frac{5}{8} \times l$
6		$\theta \times R^2$	$x = \frac{2\pi sin\theta}{3\theta}$	

۱۰,۸ د اتکاءيزوعکس العملونوپه پام نيولوسره دځای بدلون

د يوچوګاټ(۱۰a.۱۳ شکل)په اتکاءګانوکې ديوې اتکاء دځای عمودي بدلون Δ را منځته کيږي.لومړی د k نقطې د ځای بدلون پيداکوو.د دې له پاره واحدي بار(۱۰b.۱۳ شکل).$p = 1$ واقع کوو.

اتکاءيزعکس په هغه اتکاءکې رامنځ ته کيږي،چې په هغې کې د ځای بدلون kپيښيږي اود دغه قيمت د ستاتيک د تعادلي معادلې په مرسته ټاکلي شو:

$$\sum \mathrm{M_A} = 0;\ P \times l - R \times 2l = 0.$$



۱۰,۱۳ شکل:چوګاټ

له دې معادلې څخه په لاس راوړوچې:

$$R = \frac{P \times l}{2l} = \frac{P}{2}$$

دپورتينودووحالتونوله پاره دکاردمقابليت په پام کې نيولوسره 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 R او 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.نو د دې له پاره بايد:

۱.د جوړښت واحدي حالت غوره کوواوټکلوو،چې غيرمتحرکه اتکاء د ځای بدلون حاصلوي.

۲. دځای دبدلون په لورجوړښت په واحدي باربارووو.

۳. په هغه ا تکساء ګانوکې اتکاءيزعکس العمل پيداکوو،چې هغوی باندې واحدي بارواردشوی وي.

۴. دقوې ترسره کاردځای دبدلون په لورصفرګڼو.

۵. د نورولټول شووځای بدلونونو له پاره ترلاسه شوې معادله حلوو.
اټکلوو،چې ددرې غوټې يزچوکاټ(۱۰.a۱۴شکل) له پاسه د q ويشلی بار واقع شوی دی،نو د اتکاءيزعکس العمل د ټاکنې نه وروسته ليکو چې:

$$\Delta = \frac{V}{k_0}$$

k_0.داتکاءدارتجاعي سختۍ ضريب دی.

اوس د C په غوټه کې د ځای عمودی بدلون پيدا کوو.دلته يوازې د کوږوالي مومنت M_F اغيزه (۱۰.b۱۴شکل)په پام کې نيسو.

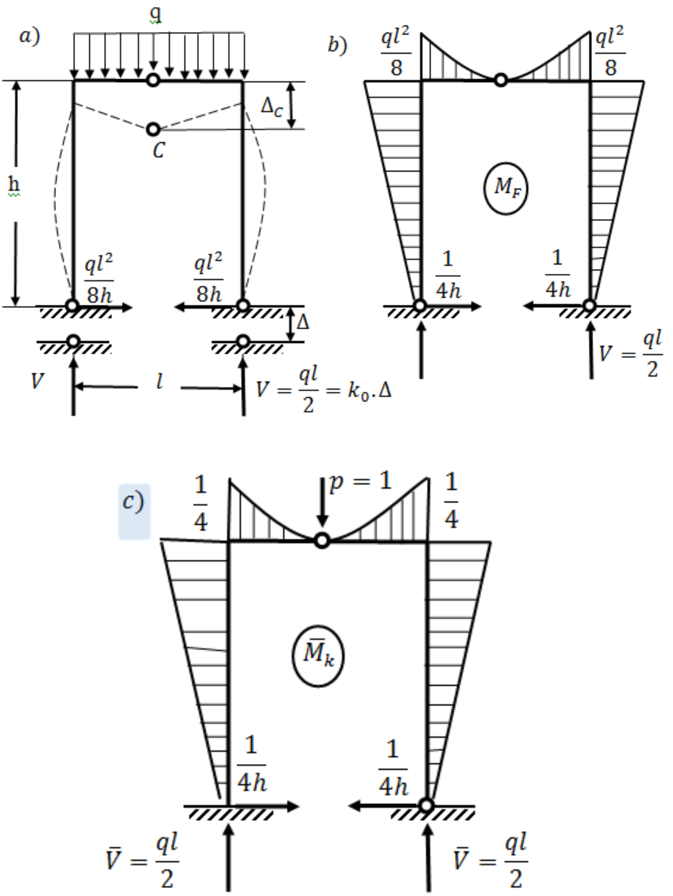
واحدي بار $p = 1$ د Cپه غوټه کې دلټول شوي ځای بدلون په لور واقع کوواودواحدبار(۱۰.c۱۴ شکل)دکوږوالي مومنت $\overline{M_k}$دياګرام رسموو،دکاردمتقابليت تيوري په کارولوسره ليکوچې:

$$W_{12} = W_{21}$$

او:

$$\sum \int \frac{\mathrm{M_F} \times \overline{\mathrm{M_k}}}{\mathrm{EI}} \times ds =$$

$$= P \times \Delta_C - 2\bar{V} \times \Delta = \Delta_C - 2\bar{V} \times \Delta$$



۱۰,۱۴شکل: درې غوټې يزچوکاټ 2: 44

له دې ځايه په لاس راوړوچې:

$$\Delta_C = \sum \int \frac{M_F \times \overline{M_k}}{EI} \times ds + 2\bar{V} \times \Delta =$$

$$= \sum \int \frac{M_F \times \overline{M_k}}{EI} \times ds + \Delta \quad (10.15)$$

۱۰,۱مثال

که چيرې د يوې ميلې(۱۰,۱۵شکل)، لپاره P ، E،a او انرشيايزمومنت قيمتونه معلوم وي دځای بدلون Δ_Cپيداکړئ.

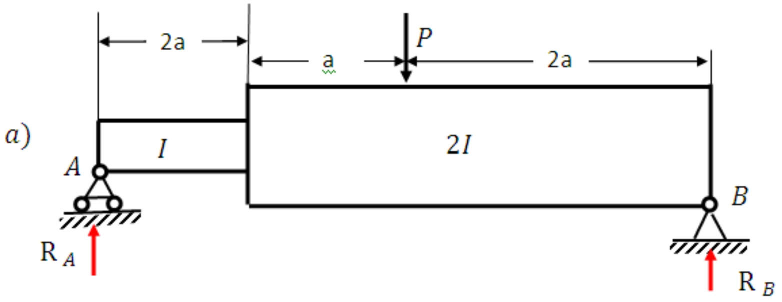
حل

لومړی اتکاءيزعکس العملونه پيدا کولو لپاره د ستاتيک تعادلي معادلې کاروو:

$$M_A = 0;\ P \times 2a - R_B \times 4a = 0.$$

له دې ځايه په لاس راوړوچې:

$$R_B = \frac{P \times 2a}{4a} = 0.5P$$



۱۰. ۱۵شکل: دمتمرکزبارلاندې ګاډر

$$M_B = 0;\ -P \times 2a + R_A \times 4a = 0.$$

$$R_A = \frac{P \times 2a}{4a} = 0.5P$$

د کوړ.والي مومنت قيمت پيدا کوواوډياګرام(۱۰.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(۱۰.d۱۵شکل).اودهرې برخې مساحتونه پيداکوو:

$$\Omega_1 = \frac{Pa^2}{4};\ Y_{C_1} = \frac{5}{6};\ Y_{C_1}^{/} = \frac{a}{3}$$

$$\Omega_2 = \frac{Pa^2}{2};\ Y_{C_2} = \frac{5}{8};\ Y_{C_2}^{/} = \frac{3a}{4}$$

$$\Omega_3 = \frac{Pa^2}{4};\ Y_{C_3} = \frac{7}{12};\ Y_{C_3}^{/} = \frac{5a}{6}$$

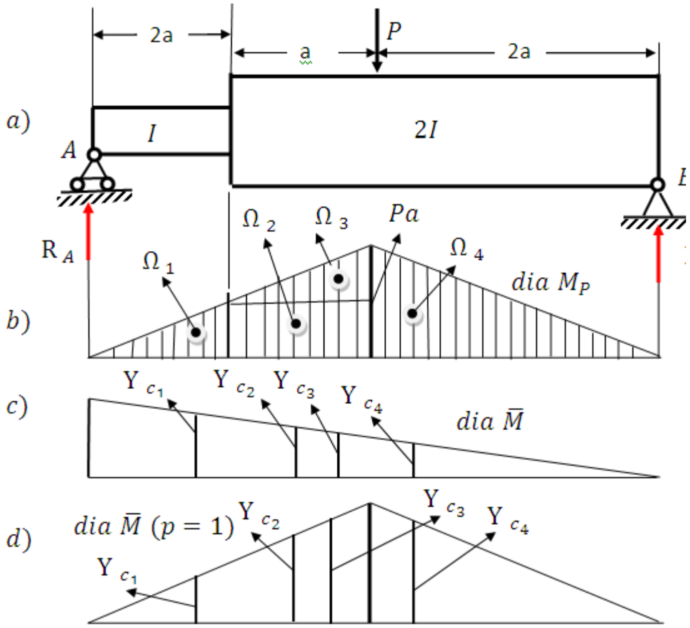
$$\Omega_4 = Pa^2;\ Y_{C_4} = \frac{1}{3};\ Y_{C_4}^{/} = \frac{2a}{3}$$

څرنګه دګاډردعرضي مقطعې انرشيايي مومنت اودموادودارتجاعتيت مودول معلوم دی،نو کولی شوچې د خای بدلون د فورمول په مرسته په لاس راوړو:

$$\Delta_C = \frac{1}{EI} \times \Omega_1 \times Y_{C_1}^{/} + \frac{1}{EI} \times \frac{\Omega_2}{2} \times Y_{C_2}^{/} +$$

$$+\frac{1}{EI}\times+\frac{1}{EI}\times\Omega_3\times Y_{C_3}^{/}=\frac{29Pa^2}{48\times EI}$$

$$\Delta_C=\frac{29Pa^2}{48\times EI}$$



۱۵,۱۰ شکل:دبار لاندې ګاډر

۱۰,۲مثال

که ديوفرم(۱۰,۱۶شکل) لپاره د P ، P/2 او M_0=Pa/2 قيمتونه معلوم وي،نود A عرضي مقطعې دځای بدلون پيداکړئ.

حل

لومړی د ۱۰,۱۶ شکل له مخې د ستاتيک د تعادلې معادلو په مرسته اتکاءيز عکس العملونه پيداکوو:

$$\sum \mathrm{M_B} = 0;\ Pa + \frac{P2a}{2} - \frac{Pa}{2} + Pa -$$

$$-M_B = 0$$

$$M_B = 2Pa - \frac{Pa}{2} = \frac{3Pa}{2} \Rightarrow M_B = \frac{3Pa}{2}$$

$$\sum \mathrm{F_y} = 0;\ V_B - P = 0 \Rightarrow V_B = P$$

$$\sum \mathrm{F_x} = 0;\ \frac{P}{2} - H_B = 0 \Rightarrow H_B = \frac{P}{2}$$

له دې وروسته دکوږوالي مومنتونه پيداکوو:

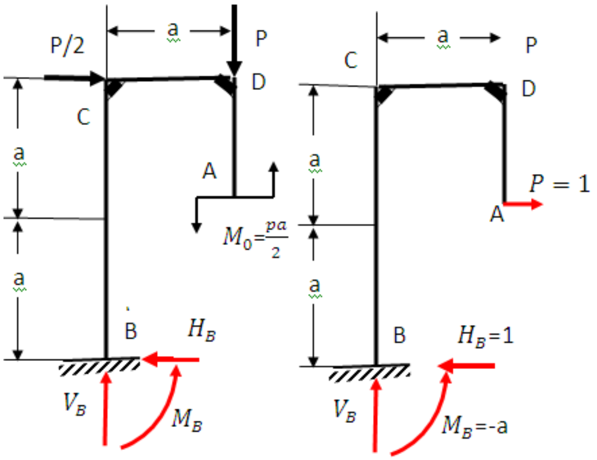
$$\mathrm{M_B}^{\mathrm{L.S}} = 0$$

$$\mathrm{M_B}^{\mathrm{R.S}} = -M_B = \frac{3a}{2}$$

$$M_C = -M_B + H_B \times 2a = -\frac{3Pa}{2} + \frac{2pa}{2} =$$

$$= -\frac{pa}{2} \Rightarrow -\frac{Pa}{2}$$

$$M_D = -M_0 = \frac{Pa}{2}$$



١٠,١٧ شکل:دبهرني بارلاندې فرم

په موهومي حالت کې عکس العملونه :

$$M_C = -a$$

$$H_B = 1$$

$$V_B = 0$$

اودکوړوالي 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 رسموو.

د دغه دياګرامونوله مخې په لاس راوړوچې:

$$Y_{C_1} = \frac{Pa}{2}\ \Omega_1 = \frac{a^2}{2}$$

$$Y_{C_2} = a\ \Omega_2 = \frac{Pa^2}{8}$$

$$Y_{C_3} = a\ \Omega_3 = \frac{Pa^2}{8}$$

$$Y_{C_4} = \frac{2Pa}{3}\ \Omega_4 = \frac{a^2}{2}$$

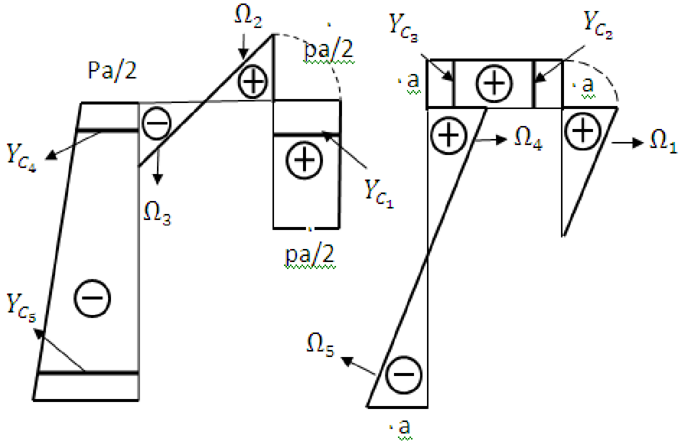
$$Y_{C_4} = \frac{4Pa}{3}\ \Omega_4 = \frac{a^2}{2}$$

$$\delta_A = \frac{1}{EI}\left(\Omega_1 \times Y_{C_1}\right) + \frac{1}{EI}\left(\Omega_2 \times Y_{C_2}\right) +$$

$$+\ \frac{1}{EI}\left(\Omega_3 \times Y_{C_3}\right) + \frac{1}{EI}\left(\Omega_4 \times Y_{C_4}\right) +$$

$$+\frac{1}{EI}\left(\Omega_5 \times Y_{C_5}\right) = \frac{7 \times pa^3}{12 \times EI}$$

$$\delta_A = \frac{7 \times pa^3}{12 \times EI}$$

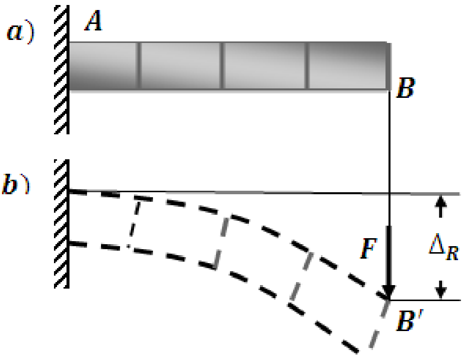


۱۸,۱۰ شکل:دکوړوالي مومنتونودياګرامونه

۱۰,۹ کار- انرژي ميتود

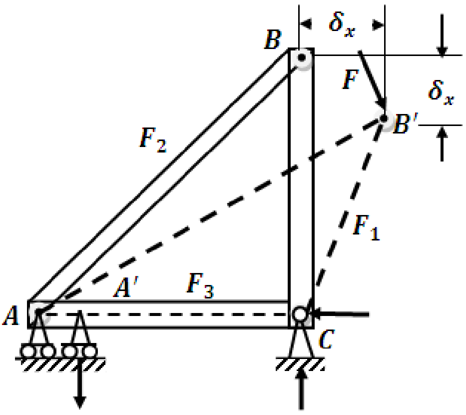
د کار- انرزی ميتود دځای دبدلون د محاسبه کولوپه پروسه کې تيارشوی دی دکار- انرژی ميتود پخپله دځای په ټاکنې کې مرسته کوي،له دې کبله چې ځای نا معلوم بدلون کيدای شي،چې دقوې اود ځای بدلون په پايله کې د کارله لا س ته راوړلوله پاره دپايلې څرګندونې نامناسبې وي.

د دې مطلب د څرګندونې لپاره يوګاډر(۱۰,۱۹ شکل)دبهرني بارلاندې په پام کې نيسو،ليدل کيږي چې دغه ګاډردشکل بدلون حاصلوي او B نقطه د ځای بدلون حاصلوي.



۱۰,۱۹ شکل:ګاډردبهرني بارلاندې

همدارنګه ددريوميلويوچوکات(۱۰,۲۰ شکل)بهرني بارتراغيزلاندې په پام کې نيسو.ليدل چې د Aاتکاء اود B نقطه د ځای بدلونونه حاصلوي يعنې د B نقطهB' نقطې ته د ځای بدلون مومي او د A اتکاء A' ته د ځای بدلون کوي.



۱۰,۲۰ شکل:دبار لاندې چوکاټ

په دې بدلون کې دغه قوه يوکارترسره کوي(۱۰,۲۰ شکل)،چې د افقي اوعمودي ځای بدلونونوپه پايله کې رامنځته کيږي:

$$W = F_x \times \delta_x + F_y \delta_y \ (10.15)$$

په دې فورمول کې:

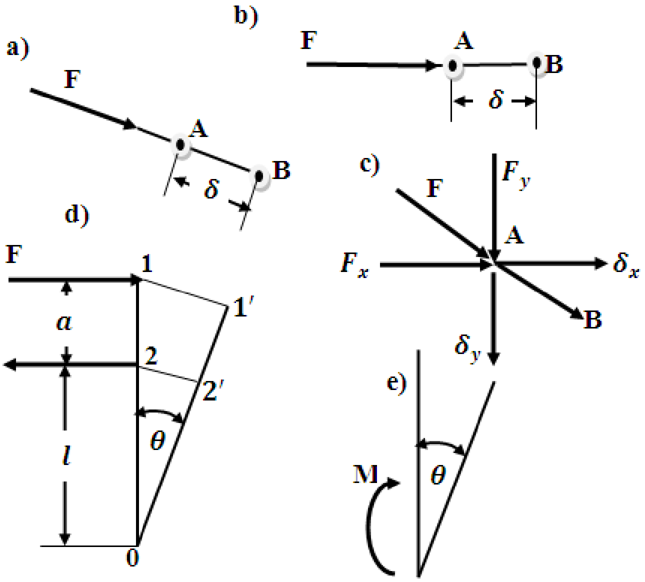
W- دقوې ترسره شوی کاردی.

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 چیرې دثابت مومنت له مخې کارمحاسبه کړو،نومادي جسم دوران مومي (۱۰.c۲۰شکل)اوترسره شوی کاردمحاسبه کولوله پاره دلاندیني فورمول نه کاراخلو:

$$W = M.\theta \ (10.16)$$

په دې فورمول کې :

W- دقوې دمومنت ترسره شوی کاردی.

M- مومنت دی.

θ- دوراني زاویه ده.

په دې ځای دمومنت قیمت د:

$$M = F.a \ (10.18)$$

سره برابردی،نوځکه لیکلی شوچې:

$$W = \int_{0}^{\theta} M \times d\theta \quad (10.19)$$

اوکه قوې په پام کې نيولوسره ترسره کارمحاسبه کړو،(۱۰d ۲۰شکل)
د قوې اودځای دبدلون دضرب حاصل نه کاراخلو:

$$W = F.d\theta \ (10.20)$$

که دامعادلې په انتګرالونوکې ونيسو،نوپه لاس راوړوچې:

$$W = \int_{0}^{\delta} F \times ds \ (10.21)$$

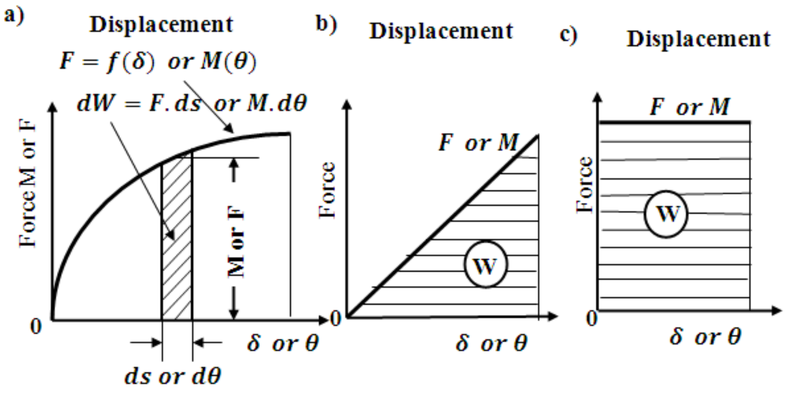
د دغوپورتنيودانتګراوني ځخ په لاس راوړوچې:

$$W = \frac{F}{2}.\delta \ (10.22)$$

او:

$$W = \frac{M}{2}.\theta \ (10.23)$$

دپورتنيوفورمولونووضاحت د لاندينيو ګرافونوله مخې کيدای شي.
دمومنت اوقوې ګرافونه



۱۰,۱۰ د شکل دمطلقه بدلون له مخې دانرژۍ تاکنه

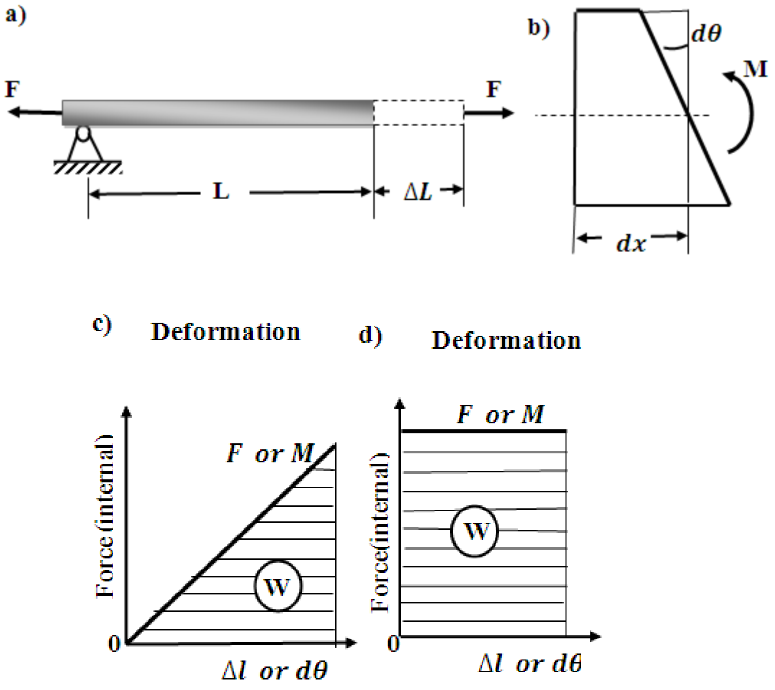
که چيرې يوګاډر(۱۰,۲۲شکل) دمحوري فشاري قووتراغيز لاندې واقع کړونو ليدل کيږي چې د ګاډرازاده خوا د شکل بدلون Δl مومي.دهوک د دويم قانون پربنسټ دغه بدلون په لاندې ډول څرګندولی شو:

$$\Delta l = \frac{F.L}{E.A} \quad (10.24)$$

نوڅکه رامنځ ته شوې انرژي به لاندې ډول وي:

$$U = \frac{F}{2}.\Delta l \quad (10.25)$$

$$\Delta L = \frac{F.L}{E.A} \quad (10.26)$$



۱۰,۲۱ شکل:ديومادي جسم دځای بدلون

په دې فورمول کې:

L . ميلې اوږدوالی دی.

A.دميلې دعرضي مقطعې مساحت دی.

F.فشاري قوه ده.

E.دميلې د موادودارتجاعيت مودول دی.

که د شکل مطلقه بدلون قيمت په (10.25) معادله کې وضع کړو،نود مصرف شوې انرژۍ قيمت په لاندې توګه پيداکوو:

$$U = \frac{F}{E} \times \frac{F.L}{2EA} = \frac{F^2.L}{2EA} \ (10.27)$$

همدارنګه دکوږوالي مومنت په پام کې نيولوسره ترسره کارياانرژي په لاندې ډول ترلاسه کوو:

$$U = \frac{M}{2}.d\theta \ (10.28)$$

څرنګه چې دوراني زاويه لاندينی قيمت لري،نوځکه پيداکووچې:

$$d\theta = \frac{M}{EI}.dx \ (10.29)$$

د پورتني قيمت په وضع کولوسره په لاس راځي چې:

$$dU = \frac{M}{2}.\frac{M}{EI}\ dx = \frac{M^2}{2EI}dx \ (10.28)$$

د پورتنۍ معادلې دانتګرالونې څخه په لاس راځي چې :

$$U = \int_0^L \frac{M^2}{2EI}\, dx \ (10.29)$$

دکوږوالي مومنت دقيمت په پام کې نيولوسره ليکلی شوچې:

$$dU = M.\,d\theta \ (10.30)$$

$$dU = \frac{M.\,M_P}{EI} \ (10.30')$$

۱۰,۱۱ دکار- انرژۍ جمع بندي

د عملي چاروله پاره يوعمومي فورمول کارول کيږي،چې په لاندې ډول دی:

$$\frac{P}{2}\delta = \sum \frac{P^2L}{2EA} \ (7.31)$$

۱۰,۷مثال

د يوګاډر(۱۰,۲۲ شکل) په منځ کې د 3 kips متمرکزواردشوی دی، د ګاډرګروپيدنه پيداکړئ.

حل

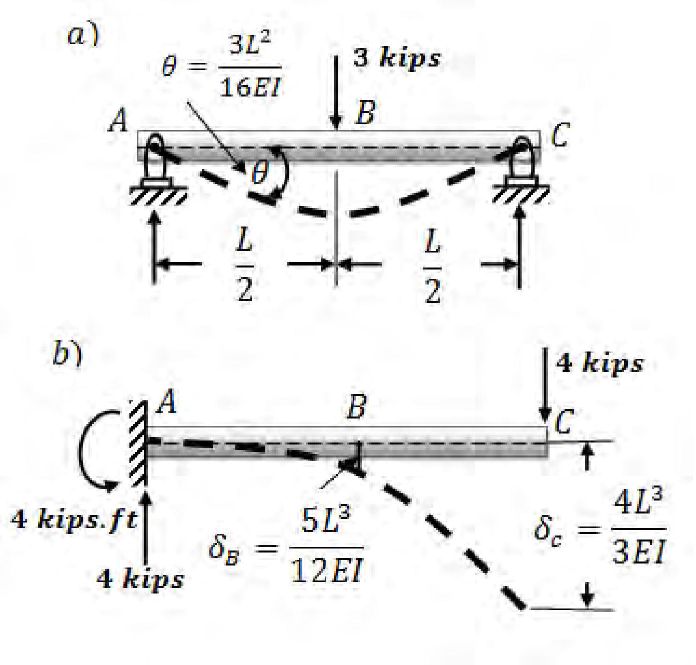
لاندينی فورمول کاروو:

$$\sum F_1.\,\delta_2 = \sum F_2.\,\delta_1 \ (a)$$

$$1.5(0) + 3kip \times \frac{5L^3}{12EI} - 1.5 \times \frac{4L^3}{3EI} =$$

$$= 4 \times \frac{3L^3}{16EI} + 4 \times (0) + 4(0)$$

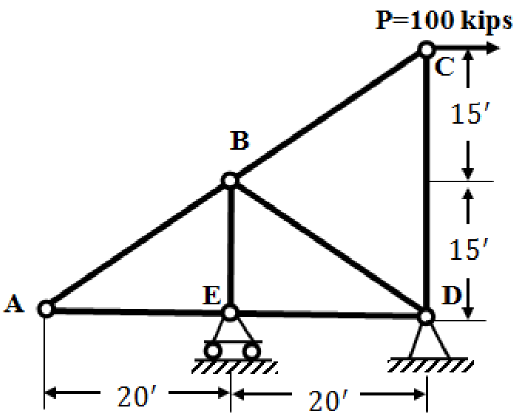
$$\frac{3L^3}{4EI} = -\frac{3L^3}{4EI}$$



۱۰,۲۲ شکل:دمتمرکز بار لاندې ګاډر

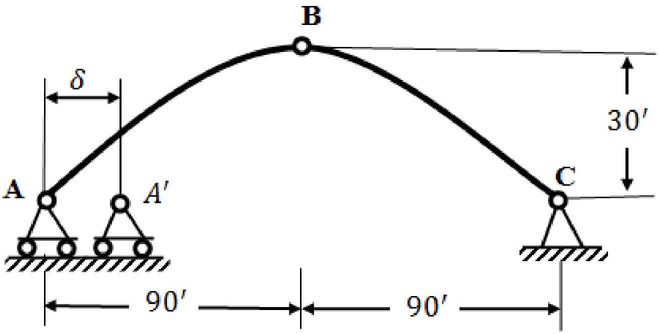
پوښتنې

۱۰,۱ پوښتنه: ديوې قيچي(۱۰,۲۳ 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 د ځای بدلونونه پيداکړئ.



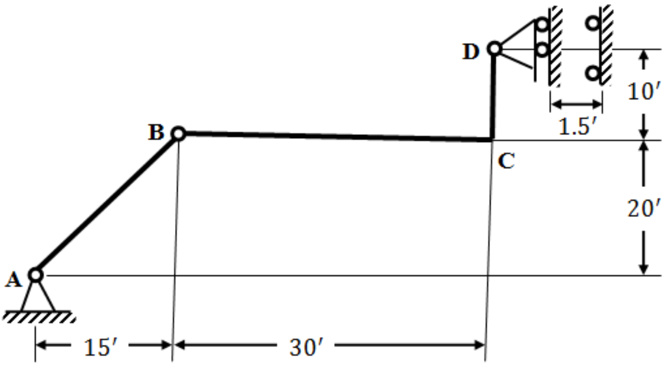
۱۰,۲۳ شکل:دمتمرکزبارلاندې قيچي

۱۰,۲ پوښتنه: ديودرې غوټې ايزکمان (۱۰,۲۴ شکل) د B غوټې د ځای بدلون محاسبه کړئ.



۱۰,۲۴ شکل:درې غوټې يزکمان

۳,۱۰ پوښتنه: ديوجوړښت (۱۰,۲۵ شکل) د Dاتکاء ″ 1.5د ځای بدلون کوي د B غوټې دځای افقي اوعمودي بدلونونه محاسبه کړئ.



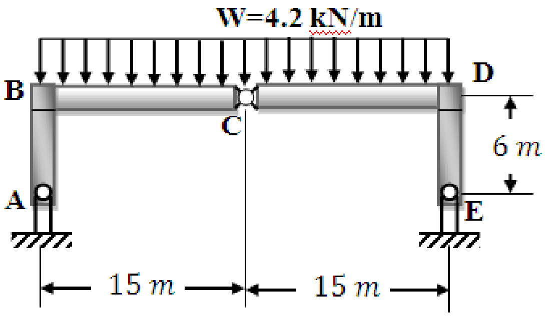
۱۰,۲۵ شکل:دخوميلوسيستم

۱۰,۳ پوښتنه

د يوساختماني جوړښت(۱۰,۲۶ شکل) د $w = 4.2\ KN/m$ ويشلي منظم بارتراغيز لاندې واقع دی.که چيرې دموادودارتجاعيت مودول قيمت يې $E = 200\ GPa$ اودميلودعرضي مقطعې انرشيايي مومنت $I = 1800 \times 10^6 mm^4$ وي يعنې دميلوشخې يې ثابته وي،نو:

الف – لومړی د C غوټې دځای بدلون محاسبه کړئ.

ب – د ډيزاينردا غوښتنه ده ،چې د A اتکاء د حرکت په واسطه د C غوټې دځای بدلون ومومي.



۱۰,۲۶ شکل:دخوميلوسيستم

يولسم څپرکی

د ميلان ياد وراني زاويې اوګړوپيدنې ياکږيدنې ميتودونه

۱۱,۱ دميلان يا دوراني زوايې اوګړوپيدنې ميتود

(Slope deflection method)

لومړی د ميلې ګروپ شوی محوررسموو(۱۱,۱شکل)اوبيا د پرې کونې دطريقې له مخې عرضي قوې اود کوږوالي مومنت په نښه نښه کوو اوليکوچې:

$$\sum M_{AB} = f(\theta_A, \theta_B , P_1)$$

$$\sum M_{BA} = f(\theta_A, \theta_B , P_1)$$

$$\sum M_{BC} = f(\theta_B, \theta_C , P_2)$$

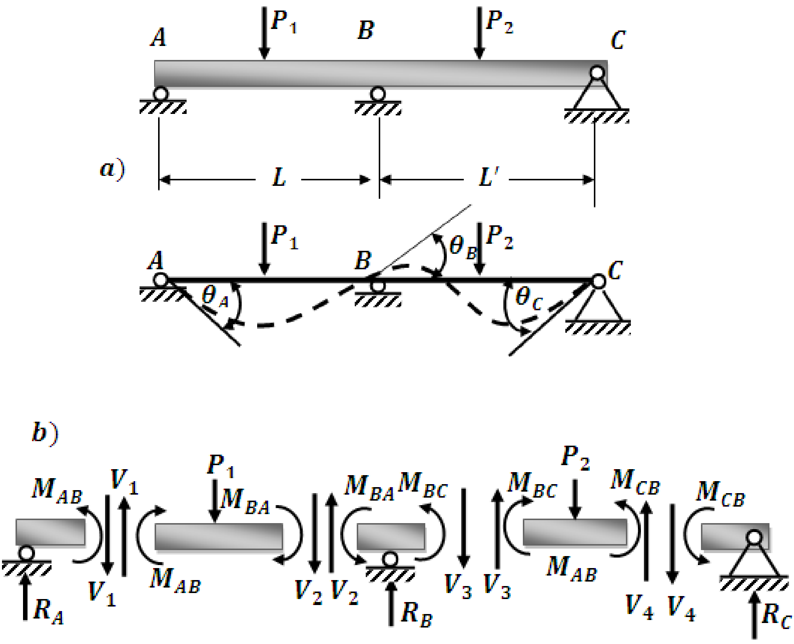
$$\sum M_{CB} = f(\theta_B, \theta_C, P_2)$$

همدارنګه د ميلې په بيلابيلو نقطوکې د کوږوالي مومنتونو قيمتونه په لاندې توګه ترلاسه کوو:

د A نقطې لپاره: $M_{AB} = 0,$

د B نقطې لپاره: $M_{BC} = o$

د C نقطې لپاره: $M_{CB} = 0.$



۱۱. ۲ شکل: دمتمرکزو بارونولاندې ګاډر

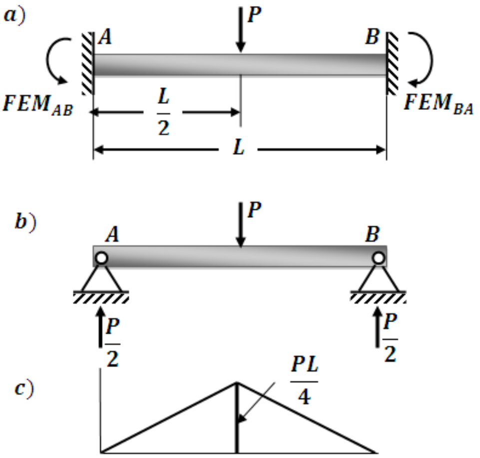
۱۱,۱ مثال

يوګاډرپه دواړو څوکوکې د سختې اتکاءګانو سره نښتی دی او ور باندې په منځنی برخه کې متمرکزبار P وارد شوی دی.دکوړوالي M_{AB}او M_{BA} مومنتونه پيداکړئ.

حل

لاندينۍ معادلې کاروو:

$$(A_M\bar{x})_A = (A_M\bar{x})_B = \frac{1}{2}L\frac{Pl}{4}\left(\frac{L}{2}\right) = \frac{Pl^3}{16}$$



۱۱. ۳ شکل: دمتمرکز بارلاندې ګاډر

$$FEM_{AB}=\frac{2(\mathrm{A_M\bar{x}})_\mathrm{B}}{L^2}-\frac{\mathrm{A}(\mathrm{A_M\bar{x}})_\mathrm{B}}{L^2}=$$

$$=\frac{2}{L^2}\left(\frac{PL^3}{16}\right)-\frac{4}{L^2}\left(\frac{PL^3}{16}\right)=\frac{PL}{8}$$

$$FEM_{BA}=\frac{2(\mathrm{A_M\bar{x}})_\mathrm{B}}{L^2}-\frac{\mathrm{A}(\mathrm{A_M\bar{x}})_\mathrm{B}}{L^2}=$$

$$=\frac{4}{L^2}\left(\frac{PL^3}{16}\right)-\frac{2}{L^2}\left(\frac{PL^3}{16}\right)=\frac{PL}{8}$$

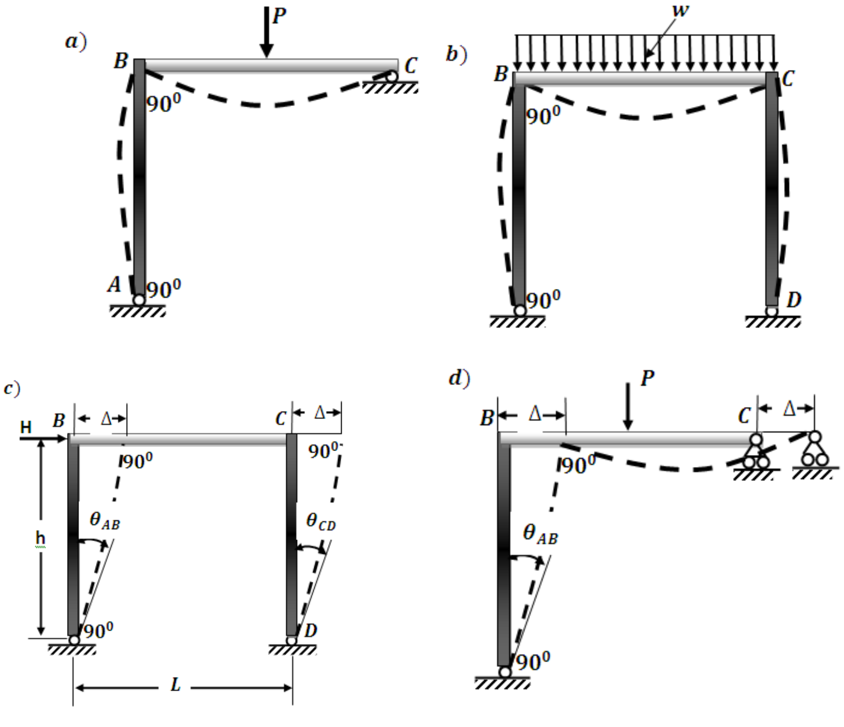
۱۱,۲ د دوراني زاويې اوګروپيدنې ميتود په مرسته د يو جوړښت څيرنه

که چيرې ديوفرم له پاسه يومتمرکزبارواقع شي(۱۲.a ۲شکل)اوکوم ويشلی منظم بار واقع شي(۱۱.b ۲شکل) نو د دې بارونو له اثره د فرم

افقي اوعمودي ميلې د شکل بدلون حاصلوي د مسئلې دحل له پاره لاندينيوغوښتنوته اړتياشته ده:

۱ . مجهول غوټودځای بدلونونه په نښه کوو.

۲ .د دوراني زوايې اودځای د بدلون معادله دټولوبارونولاندې دوراني غوټودځرګندو نمرو لپاره کاروو.
۳ .د هرې يوې غوټې لپاره سخته اتکاءغورځوواود هغې له پاره د مومنت تعادلي معادله دصفرسره برابره ليکو.
۴ .دغورځيدلي اتکاء پرځای دځای بدلون عوض کوو.
۵ .په څلورمه مرحله کې داخري مومنت دجزد ځای پرځای شوي قيمت لپاره په دويمه مرحله کې داخري مومنت دجزله پاره قيمتونه عوض کړئ.



۱۱ .۲ شکل: دمتمرکزبارلاندې فرم

۱۱,۱مثال

یو ګاډرد متمرکزبارلاندې واقع دی(۱۱,۳ شکل)دغه ګاډریوه څوکه د سختې اتکاء او بله څوکه یې دیوې مفصلي اتکاء سره نښتې ده. د کوږوالي M_{AB} او M_{BA}مومنتونه که چیرې د مقطعې انرښیایي مومنت یې $\boldsymbol{I = 240in^4}$ او$\boldsymbol{E = \frac{30000kip}{in^2}}$ یې د ارتجاعتیت مودول وي پیداکړئ.

حل

لومړی د M_{NF} کوږوالي مومنت قیمت پیداکوو:

$$M_{NF} = \frac{2EI}{L}(2\theta_N + \theta_F + 3\psi_{NF}) + FEM_{NF}$$

بیا دM_{AB} اوM_{BA} مومنتونه پیداکوو:

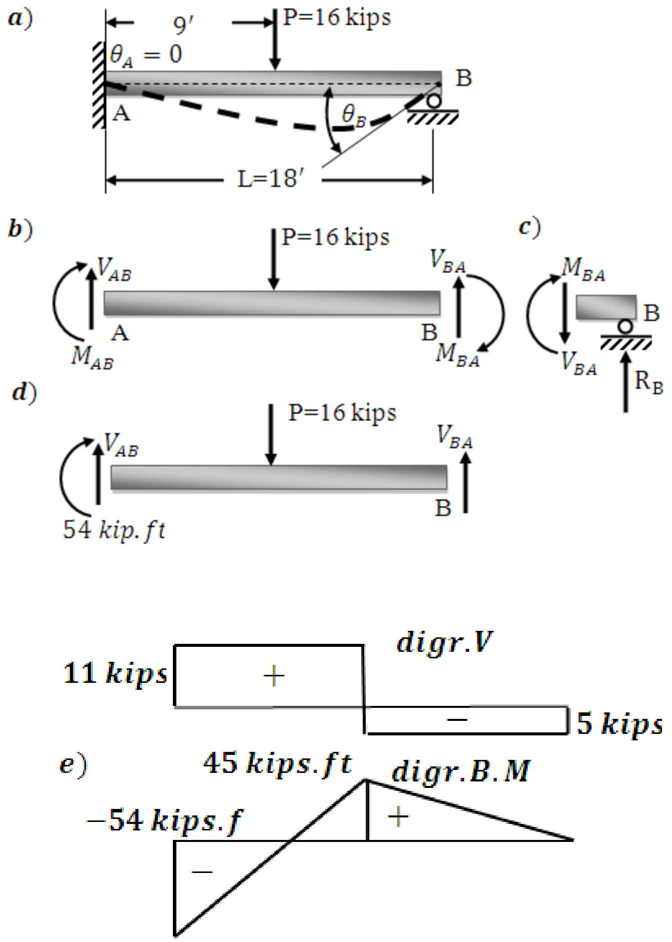
$$M_{AB} = \frac{2EI}{L}(\theta_B) - \frac{PL}{8}\ (1)$$

$$M_{BA} = \frac{2EI}{L}(2\theta_B) + 1\frac{PL}{8}\ (2)$$

له دې نه وروسته دستاتیک تعادلې معادله کاروو:

$$\sum M_B = 0 \ \Rightarrow\ M_{BA} = 0\ (3)$$

د M_{BA} قیمت عوض کوواوپه ۳ معادله کې د۲ معادلې په مرسته



۱۱,۳ شکل: دمتمرکزبارلاندې ګاډر

د θ_B قيمت په لاس راوړو:

$$\frac{4EI}{L}\theta_B + \frac{PL}{8} = 0;$$

له دې ځايه په لاس راوړوچې:

$$\theta_B = -\frac{PL^3}{32EI}$$

له دې وروسته پيداکووچې:

$$M_{AB} = \frac{2EI}{L}\left(-\frac{PL^3}{32EI}\right) - \frac{PL}{8} = -\frac{3PL}{16} = -54\ \text{Kip.ft}$$

او:Fond pages 476-479

$$M_{BA} = \frac{4EI}{L}\left(-\frac{PL^3}{32EI}\right) + \frac{PL}{8} = 0$$

مثال ۱۱,۳

ديوجوړښت(۱۱,۴ شكل) د B او D نقطوكې دميلان زاويې وټاكئ.

حل

ترهرڅه دمخه لومړى دكوږوالى مومنتونه پيدا كوو:

$$\mathrm{M_{NF}} = \frac{2EI}{L}(2\theta_N + \theta_F - 3\psi_{NF}) + FEM_{NF}$$

$$FEM_{AB} = -\frac{wL^2}{12}$$

$$FEM_{BA} = \frac{wL^2}{12}$$

اوس كولاى شوچې دكوږوالي مومنتونوقيمتونه پيداكړو:

$$M_{AB} = \frac{2E(20)}{18(12)}(\theta_B) - \frac{2(18)^2(12)}{12} =$$

$$= 1.11\ E\theta_B - 648\ (1)$$

$$M_{BA} = \frac{2E(120)}{18(12)}(2\theta_B) - \frac{2(18)^2(12)}{12} =$$

$$= 2.22\ E\theta_B + 648\ (2)$$

$$M_{BD} = \frac{2E(60)}{9(12)}(2\theta_B + \theta_D) = 2.22E\theta_B +$$

$$+1.11\ E\theta_D\ (3)$$

$$M_{DB} = \frac{2E(60)}{9(12)}(2\theta_D + \theta_B) = 2.22E\theta_D +$$

$$+1.11\ E\theta_B\ (4)$$

اوس دستاتيک دتعادلي معادله نسبت D نطقې ته څخه ترتيبوو:

$$\sum \mathrm{M_D} = 0$$

$$\sum \mathrm{M_{DB}} = 0\ (5)$$

اوبيا نسبت B نقطې ته دستاتيک معادله ترتيبوو:

$$\sum \mathrm{M_{DB}} = 0$$

$$M_{BA} + M_{BD} - 24(12) = 0\ (6)$$

$$2.22E\theta_D + 1.11E\theta_B = 0\ (7)$$

$$(2.22E\theta_B + 648) + (2.22E\theta_B + 2.22E\theta_{D)})$$

$$-288 = 0\ (8)$$

له دې نه وروسته ميلانونه پيداکوو:

$$\theta_D = \frac{46.33}{E}$$

$$\theta = \frac{92.66}{E}$$

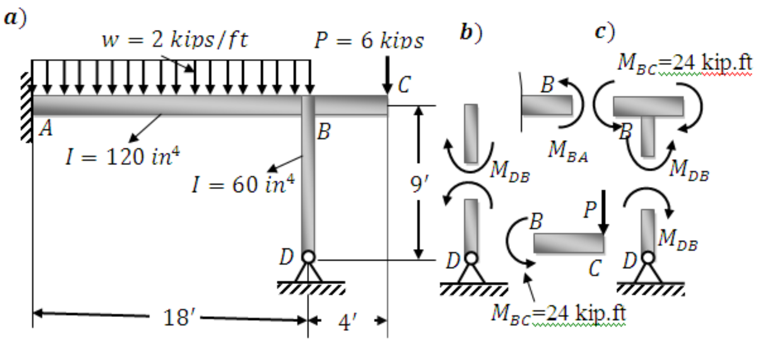
اوس دکوږوالي مومنتونوقيمتونه پيداکولی شو:

$$M_{AB} = 1.11E\left(-\frac{92.66}{E}\right) - 648 = -6.62.57\text{kip. ft}$$

$$M_{BA} = 2.22E\left(-\frac{92.66}{E}\right) + 648 = 36.86\text{kip. ft}$$

$$M_{BD} = 2.22E\left(-\frac{92.66}{E}\right) + 1.11E\left(\frac{46.33}{E}\right) =$$

$$= -12.86\text{kip. ft}$$ [K.M.L.483]



۱۱,۴ شکل: يوساختمانی جوړښت

۱۱,۳ دکړيدنې قابليت دميتود له مخې د نا ټاکلي جوړښتونوڅيړنه

دا ميتود يو ساختماني تحليل ډيرمهم ميتود دی،چې د دې په مرسته د کوړوالي مومنت قيمتونه اواتکاءيزعکس العملونه په لاس راتللی شي. د بيلګې په توګه يوګاډر(۱۱,۵ شکل)دويشلي منظم بار لاندې واقع دی، چې يوه څوګه يې دسختې اتکاء اوبله څوکه يې دمفصلي متحرکې اتکاء پورې نښې ده.

کله چې ګاډردويشلي منظم بار لاندې واقع وي،نوپه ګاډرکی کړيدنه رامنځ ته کيږي(۱۱.a۵ شکل)،يعنې د B په اتکاء کې د ځای بدلون نشته دی $\Delta_B = 0$ مګرپخپله ګاډر کړيږي.او کله چې د خوځندې غوټيزې اتکاءپرځای د $R_B = X_B$ وضع کړو،نوپه بيا هم ګاډردشکل بدلون تحميلوي اود B اتکاء دځای بدلون نه مومي(۱۱.b۵ شکل):

$$\Delta_B = 0 \quad (11.1)$$

اوس که د ګاډر د B څوګه له اتکاء نه ازاده کړواو نا معلوم عکس العملونه يې پيداکړو يعنې $R_{AO} = w.L$ او په سخته اتکاءکې غير فعال مومنت:

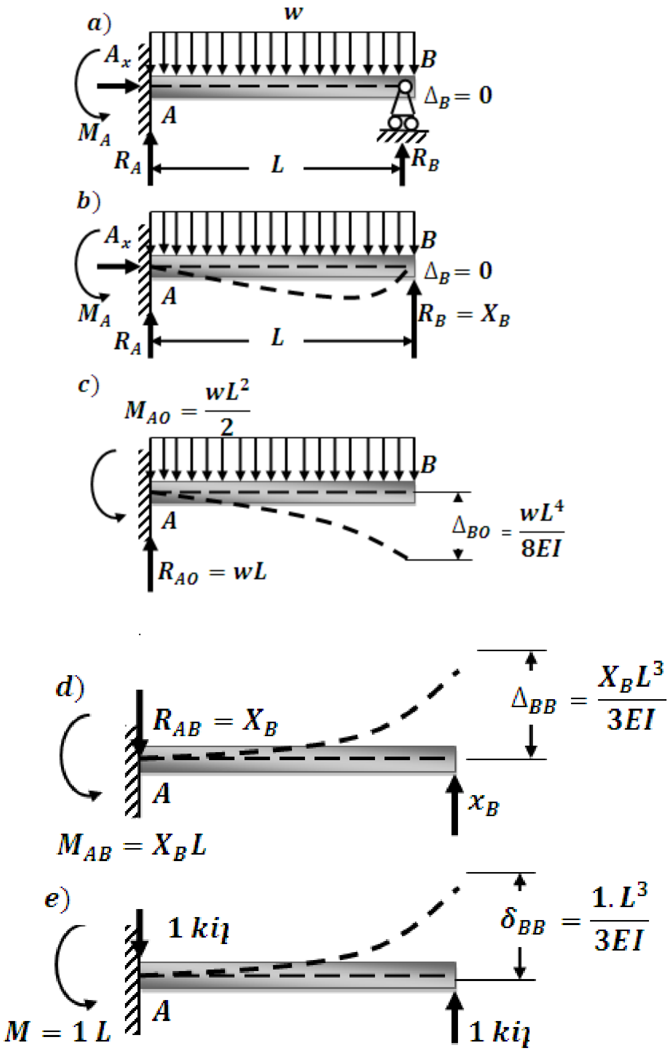
$$M_{AO} = {wL^2}/_2$$

وي،نود فورمول له مخې د B اتکاءدځای بدلون به $\Delta_{BO} = \frac{wL^4}{8EI}$ په لاس راشي(۱۱.c۵ شکل).

له بلې خوا که دګاډرپه ازاده څوکه کې د X_B عکس العمل وضع کړو نود دې عکس العمل له مخ ويشلي با په نه شتون کې غيرفعال مومنت قيمت $M_{AB} = \frac{wL^2}{2}$ په لاس راځي اوګاډرد شکل بدلون $\Delta_{AB} = \frac{X_B L^3}{3EI}$ حاصلوي(۱۱.d۵ شکل).

ځرنګه چې د B په اتکاء کې د ځای لاس ته راغلو بدولونو الجبري مجموعه صفر ده ،نوځکه ليکوچې:

$$\Delta_{BO} + \Delta_{AB} = 0 \quad (11.2)$$



۱۱,۵ شکل دويشلي منظم بارلاندې ګادر

نوکه دهريوقيمت په دغه معادله کې وضع کړوپه لاس راوړوچې:

$$-\frac{\mathrm{wL}^4}{8\mathrm{EI}}+\frac{\mathrm{X_B L}^3}{3\mathrm{EI}}=0$$

له دې ځايه په لاس راځي چې:

$$\mathrm{X_B}=\frac{3\mathrm{wL}}{8}\ (11.3)$$

له دې نه وروسته د A اتکاء عکس العمل پيداکولی شو:

$$R_{\mathrm{A}}=\mathrm{wL}-\mathrm{X_B}=\mathrm{wL}-\frac{3\mathrm{wL}}{8}=\frac{5\mathrm{wL}}{8}$$

$$R_{\mathrm{A}}=\frac{5\mathrm{wL}}{8}$$

همدارنګه غيرفعال مومنت قيمت هم په لا س راوړلی شو:

$$M_{\mathrm{A}}=\frac{\mathrm{wL}^2}{2}-\mathrm{X_B.L}=\frac{\mathrm{wL}^2}{2}-\frac{3\mathrm{wL}}{8}\mathrm{L}=\frac{\mathrm{wL}^2}{8}$$

اوس دغه قيمتونه په شکل کې وضع کوو(۱۱.f ۵ شکل).دعرضي قووقيمتونه پيداکوواودياګرام يې رسموو(۱۱. ۵g شکل) اوبيا دکوږوالي مومنت قيمتونه پيداکوواو(۱۱. ۵h شکل).

پوهيږو،چې د B اتکاء د ځای بدلون Δ_{BB}د لانديني فورمول له مخې هم لاس ته راځي:

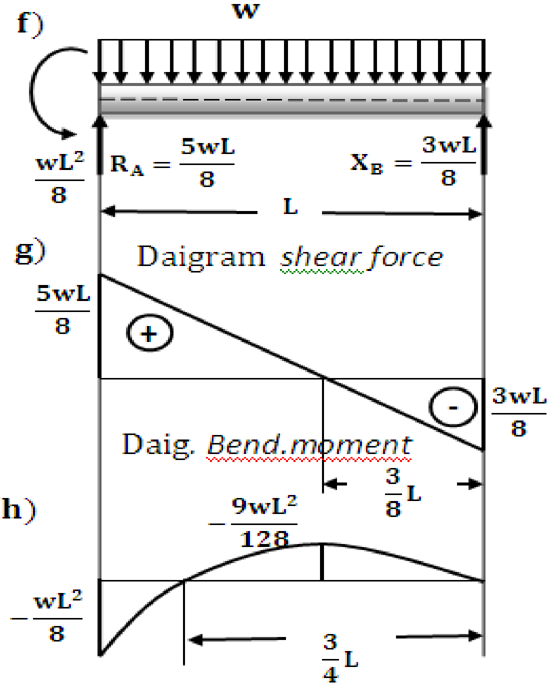
$$\Delta_{BB}=X_B.\delta_{BB}\ (11.4)$$

اويا :

$$\Delta_{BO}+X_B.\delta_{BB}=0\ (11.5)$$

له دې ځايه د X_B قيمت په لاس راځي:

$$X_B = \frac{\Delta_{BO}}{\delta_{BB}} \quad (11.6)$$



۱۱,۵ شکل دويشلي منظم بارلاندې ګاډر

که په دغه معادله دصورت اومخرج قيمتونه وضع کړو،نوپه لاس راځي چې :

$$X_B = \frac{\Delta_{BO}}{\delta_{BB}} = \frac{-\frac{wL^4}{8EI}}{\frac{L^3}{3EI}} = \frac{3wL}{8}$$

اودکورږوالي مومنت قيمت پيداکوو:

$$M_A = \frac{wL^2}{2} - 1.(\mathrm{L})\mathrm{X_B} = \frac{\mathrm{wL^2}}{2} - 1.\mathrm{L}\frac{3\mathrm{wL^2}}{8} = \frac{\mathrm{wL^2}}{8}$$

$$M_A = \frac{wL^2}{8}$$

۱,۱۱ مثال

يوګاډر(a۱۱,۶ شکل)چې يوه څوکه يې د مفصلي ځوځنده اتکاء او بله څوګه يې دسختې اتکاء پورې نښتې ده د $w = 2\,\frac{kip}{ft}$ ويشلي منظم بارلاندې واقع دی.که دګاډردعرضي مقطعې انرشيايي مومنت قيمت يې $I = 600\mathrm{in}^4$ او د موادو دارتجاعيت مودول قيمت يې

$E = 30\ .000\ \mathrm{kip/in}^2$ وي،نو د ګاډرعرضي قوې اود کوږوالي مومنت پيداکړئ دياګرامونه يې رسم کړئ.

حل

د ويشلي بارله اثره د ګاډر د B په اتکاء کې د شکل دوه افقي اوعمودي بدلونونه رامنځته کيږي،چې افقي يې صفر $\Delta_\mathrm{B}= 0$ دی.اودشکل عمودي بيا يوازې د ويشلي بار له اثره (b.۱۱ ۶شکل) $\Delta_\mathrm{BO}= 7.96\ in$ اود ويشلي بار(c.۱۱ ۶شکل) پر ځای واحدي بار $1\ kip$وارد کړو،نو د شکل بدلون به$\delta_{BO} = 0.442\ in$ را منځته کيږي.

څرنګه چې د دواړوبدلونوالجبري مجموعه صفر ده،نوځکه ليکوچې:

$$\Delta_\mathrm{BO} + \delta_{BB}.X_B = 0$$

په معادله کې يې قيمتونه وضع کوو:

$$-7.96 + 0.442 \times X_B = 0$$

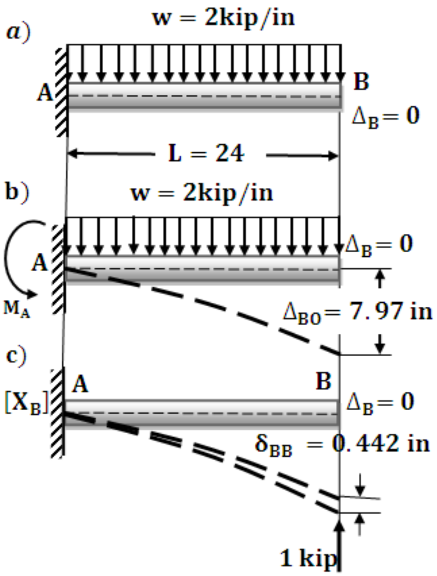
له د ې ځايه د X_B قيمت په لاس راوړوچې:

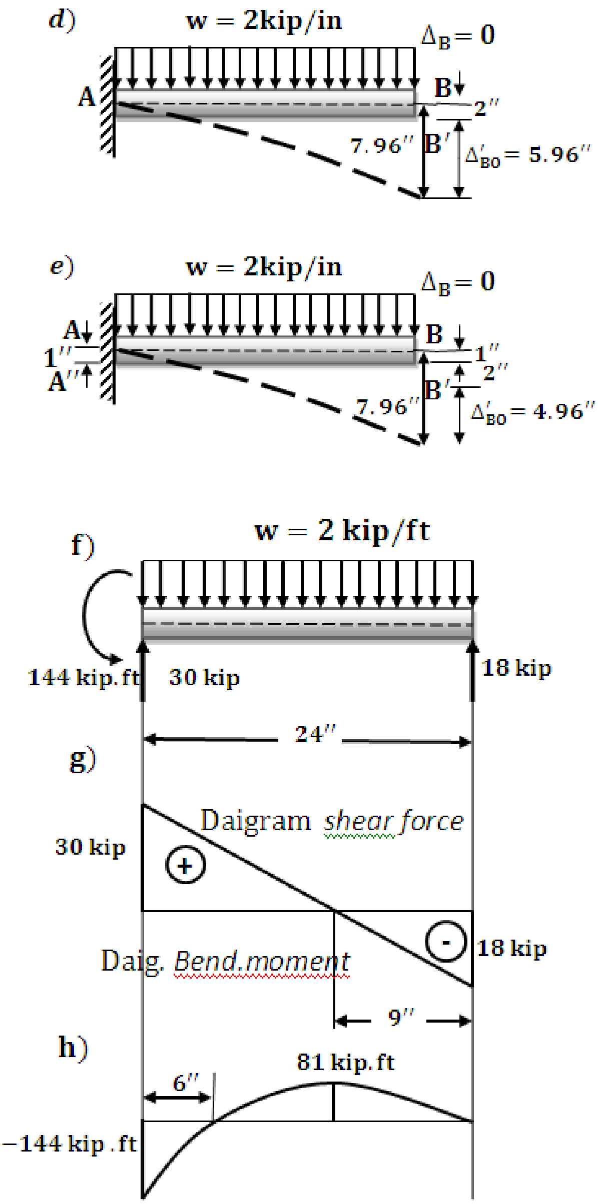
$$X_B = 18\ kip$$

که چيرې د B په اتکاء (۱۱. 6d شکل)باروارد کړو،نو د in 2په اندازه د B' نقطه غوره کوي دشکل عمودي بدلون $\Delta'_{BO} = 5.96\ in$ را منځ ته کيږي،نو د X'_B د نوي قيمت په پام کې نيولو سره محاسبه

کووچې:

$$\Delta'_{BO} + \delta_{BB}.X'_X = 0$$





۱۱. ۶ شکل:دويشلي منظم بارلاندي ګاډر

په معادله کې يې قيمتونه وضع کوو:

$$-5.96 + 0.442 \times X_B = 0$$

له د ې ځايه د X'_Bقيمت په لاس راوړوچې:

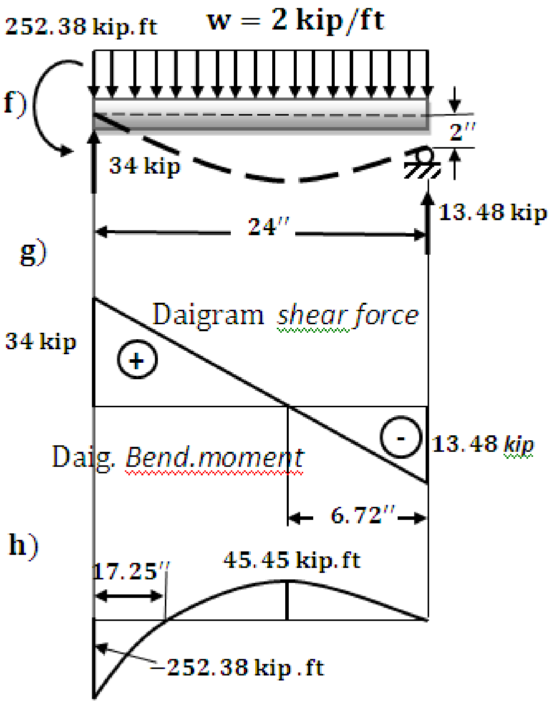
$$X'_B = 13.484\ kip$$

په پايله کې د A اتكاء (١١. e١ شکل)په ناڅاپي ډول د $1\ in$ په اندازه کښته شي،نود Bاتكاء هم د $2\ in$ په اندازه کښته کيږي .د شکل عمودي بدلون $\Delta''_{BO} = 4.96\ in$ را منځ ته کيږي،نو د X''_B نوي قيمت په پام کې نيولوسره محاسبه کووچې:

$$\Delta''_{BO} + \delta_{BB}.X''_X = 0$$

په معادله کې يې قيمتونه وضع کوو:

$$-496 + 0.442 \times X_B = 0$$



١١,٦ شکل:دويشلي منظم بارلاندې ګاډر

له د ې ځايه د X_B قيمت په لاس راوړوچې:

$$X_B'' = 11.22\ kip$$

۲,۱۱مثال

يو ګاډر(۱۱.b ۷ شکل)د ويشلي منظم بارلاندې واقع دی،چې يوه څوکه يې دمفصلي خوځنده اوبله څوکه يې د سختې اتکاءګانو سره نښتې دي. په سخته اتکاء کې اتکاءيزه عکس العمل پيداکړئ.

حل

د A دوران مومي اوپه دواړواتکاءګانوکې عکس العملونه عوض کوو.

د بارله اثره دګاډردشکل بدلون ښيو اوس د اتکاءيزوعکس العملونو پر ځای يې قيمتونه وضع کوواودګاډرد شکل بدلون ګورو(۱۱.c ۷ شکل).

له دې نه وروسته واحد بار واقع کوواو وينو،چې ګاډرڅرنګه د شکل بدلون حاصلوي(۱۱.d۷ شکل).

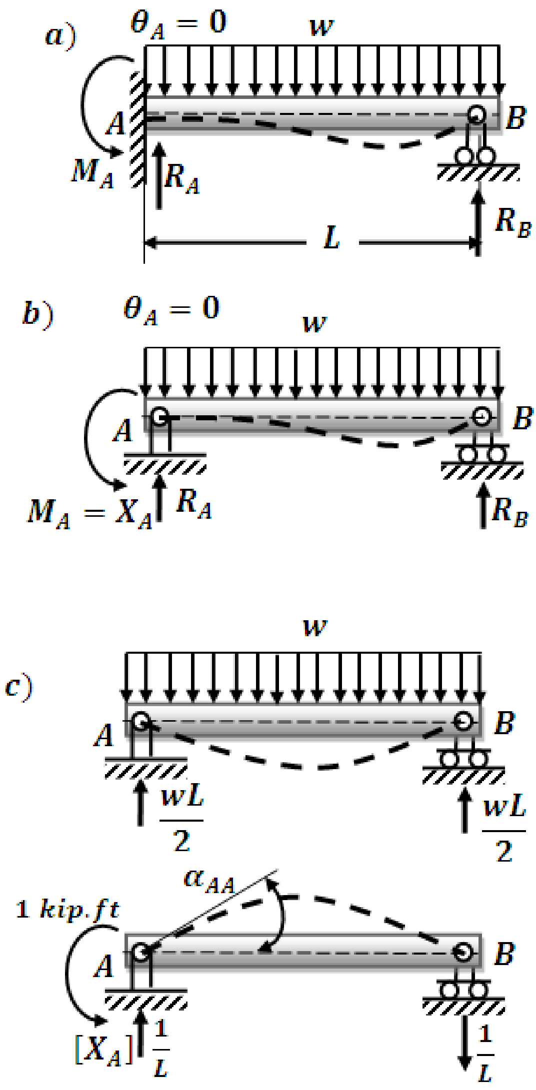
اوس دA په اتکاءکې دځای بدلونونه ګورو،ليدل کيږي،چې د دوې الجبري مجموعه صفر ده:

$$\theta_{AO} + \alpha_{AA} \times \mathrm{X_A} = 0$$

θ_{AO}- د اتکاءدوران يوډول باررامنځ ته کوي.

α_{AA} - داتکاء دوران د واحدبارله اثره رامنځ ته کيږي.

X_A - ډيرزيات باريا مومنت.



١١. ٧ شکل: دويشلي منظم بارلاندې ګاډر

که چیرې قیمتونه یې وضع کړو،نوپه لاس راوړوچې:

$$-\frac{wL^3}{24EI}+\frac{wL}{3EI}\times \mathrm{X_A}=0$$

له دې ځايه د X_A قيمت په لاس راځي:

$$X_A = \frac{wL^2}{8}$$

۳,۱۱ مثال

يوقيچي ډوله جوړښت (۱۱,۸ شکل) دبيلابيلوبارونولاندې واقع دی،دC په اتکاءکې اتکاءيزعکس العمل X_C پيداکړئ.

حل

ليدل کيږي،چې د Cاتکاء دحقيقي بارله اثره دشکل افقي بدلون Δ_{CD} او د واحدي بار له اثره د شکل عمودي بدلون δ_{CC} رامنځته کوي،چې د دواړو دالجبري مجموعه صفرده:

$$\Delta_{CD} + \delta_{CC} \times X_C = 0$$

د انرژۍ له مخې دګروپيدنې دټاکنې له معادلې نه کاراخلو:

$$\sum Q.\delta_P = \sum F_Q \frac{F_P.L}{AE}$$

واحدي باروارد وو:

$$1\,kip(\Delta_{CD}) = \left(\frac{5}{3}\right)\frac{-7.5(2.5 \times 12)}{AE}$$

له دې ځايه په لاس راوړوچې:

$$\Delta_{CD} = -\frac{35.50}{AE} \downarrow$$

د δ_{CC} قيمت دټاکنې له پاره د C په اتکاءکې واحدي باروارد وو:

$$1\ kip(\delta_{CC}) = \sum \frac{\mathrm{F_Q^2} \times \mathrm{L}}{\mathrm{AE}}$$

له دې ځايه په لاس راوړوچې:

$$\delta_{CC} = \left(-\frac{4}{3}\right)^2 \frac{20 \times 12}{AE}(2) + \left(\frac{5}{3}\right)^2 \frac{25 \times 12}{AE}(2) =$$

$$= \frac{2.520}{AE} \uparrow$$

اوس دغه دواړه قيمتونه په پورتنۍ معادله کې وضع کوو:

$$-\frac{35.50}{AE} + \frac{2.520}{AE} \times X_C = 0$$

له دې ځايه په لاس راوړوچې:

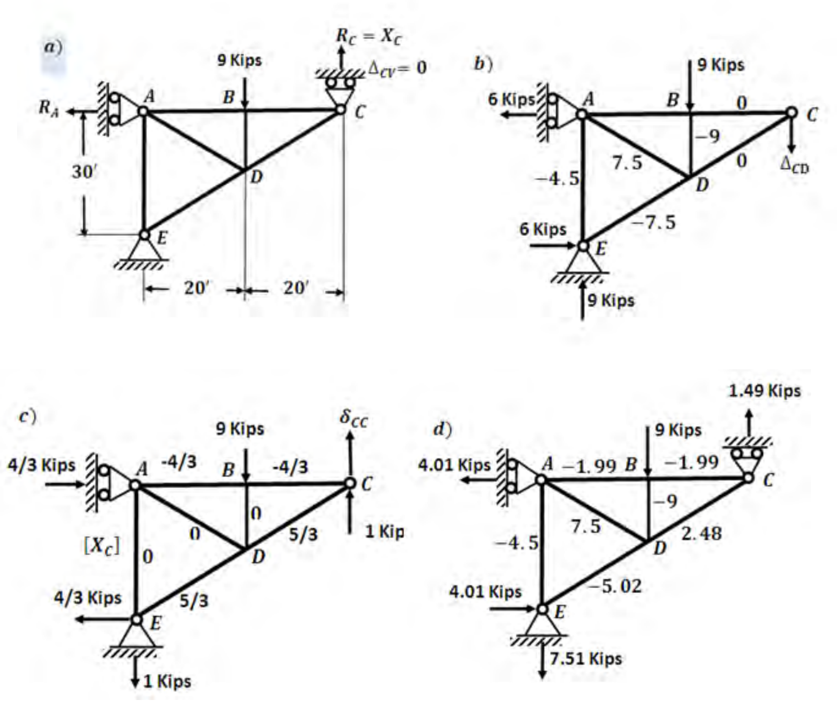
$$X_C = 1.49$$

اودA اتکاءاتکاءيزعکس العمل پيداکولی شو:

$$R_A = 6 - \frac{4}{3}(1.49) = 4.01\ kips$$

او:[4:Pond PP 430]

$$\mathrm{F}_{ED} = -7.5 + \frac{5}{3}(1.49) = -5.02\ kips$$



۱۱,۸ شکل: متمرکزوبارونولاندې قيچي

۴,۱۱ مثال

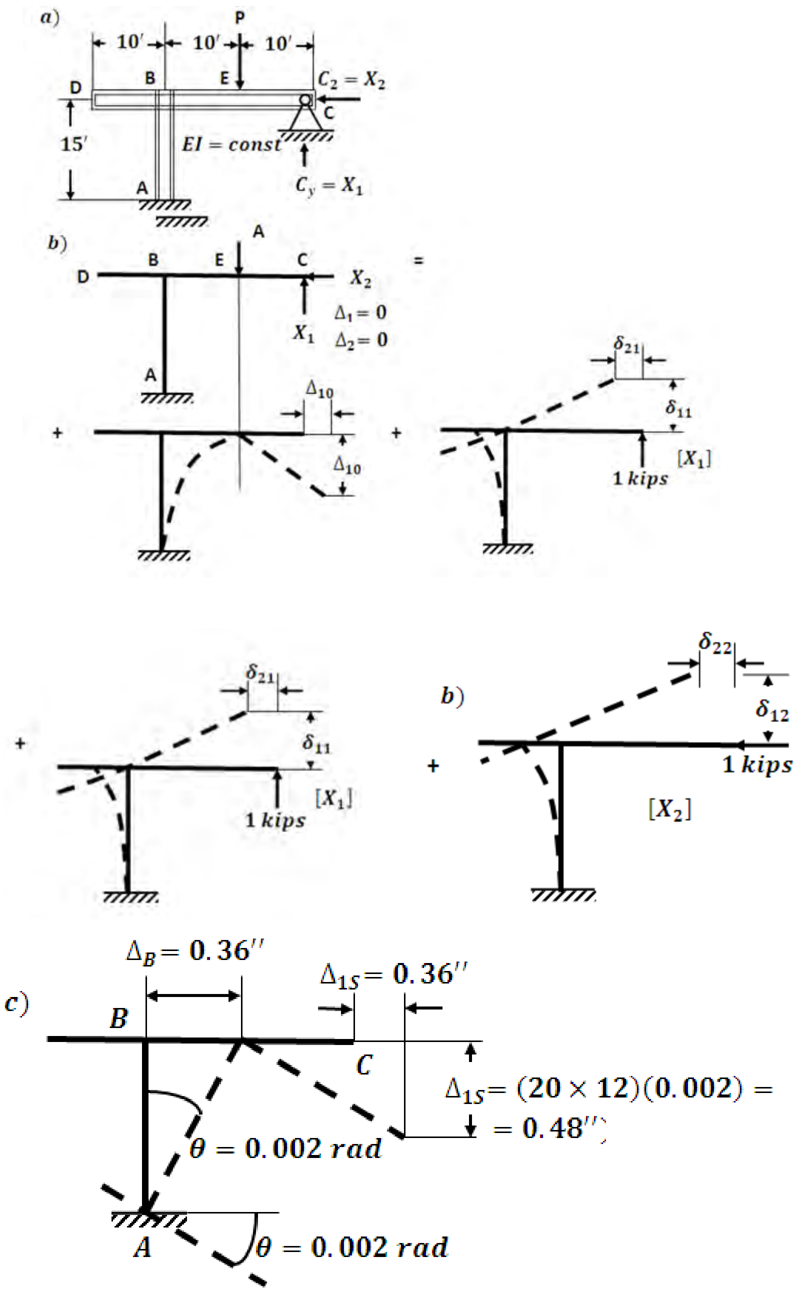
يوفرم(۱۱,۹شکل) دمتمرکزبار $P = 9\ kips$ بارلاندې واقع دی. د ځای د بدلون معادلې ترتيب کړئ.

حل

د Δ_1 او Δ_2 ټاکو:

$$\Delta_1 = 0 = \Delta_{10} + \delta_{11} \times X_1 + \delta_{12} \times X_2$$

$$\Delta_2 = 0 = \Delta_{20} + \delta_{21} \times X_1 + \delta_{22} \times X_2$$



۱۱. ۹ شکل: دمتمرکزوبار لاندې فرم[4:Fondam 454 page]

او همدارنګه :

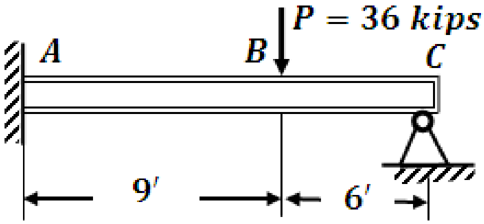
$$\Delta_1 = 0.5 = \Delta_{10} + (-0.48) + \delta_{11} \times X_1 + \delta_{12} \times X_2$$

$$\Delta_2 = 0 = \Delta_{20} + (-0.36) + \delta_{21} \times X_1 + \delta_{22} \times X_2$$

پوښتنې

۱۱,۱ پوښتنه

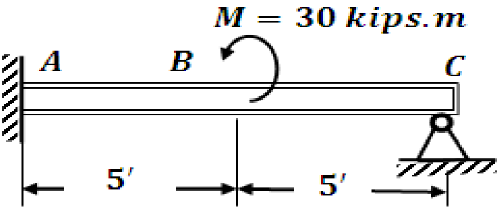
ديوګاډرله پاره(۱۱,۱۰ شکل)چې شخي يې $(EI = const)$ ثابته وي د اتکاءيزعکس العملونود ټاکنې نه وروسته د کږيدنې اومومنت منحني کرښې رسم کړئ اوپه هغه نقطه کې چې دکږوپيدنې ياکږيدنې لوړقيمت يې پيداکړئ.



۱۱. ۱۰ شکل: دمتمرکزوبارلاندې ګاډر

۱۱,۲ پوښتنه

د يوګاډرله پاره(۱۱,۱۱ شکل)چې شخي يې $(EI = const)$ ثابته وي داتکاء يزعکس العملونو د ټاکنې نه وروسته دکږيدنې اومومنت منحني کرښې رسم کړئ اوپه هغه نقطه کې چې دکږوپيدنې ياکږيدنې لوړقيمت يې پيداکړئ.

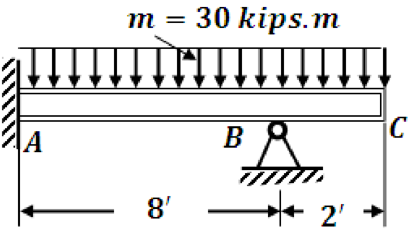


۱۱,۱۱ شکل: دمتمرکزمومنت لاندې ګاډر

۱۱,۳ پوښتنه

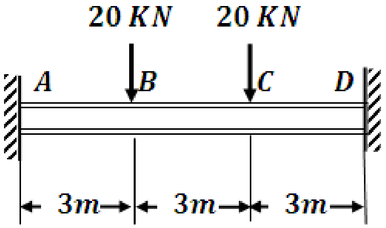
دیوګاډرله پاره(۱۱,۱۲ شکل)که چیرې دګاډر دارتجاعیت مودول یې $E = 29000\ kip/in^2$ اودعرضي مقطعې انرشیایي مومنت یې

$I = 180in^4$ وي نود اتکاءیزعکس العملونود ټاکنې نه وروسته د کږیدنې اومومنت منحني کرښې رسم کړئ اود C په نقطه کې چې د کږوپیدنه یاکږیدنه یې پیداکړئ.



۱۱. ۱۲ شکل: دویشلې منظم بارلاندې ګاډر

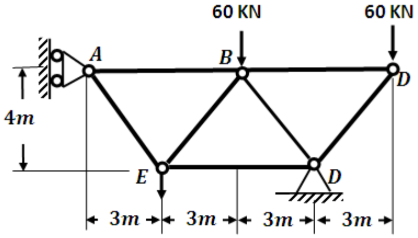
۱۱,۴ پوښتنه: دیوګاډرله پاره(۱۱,۱۳ شکل)که چیرې دګاډر شخې ثابته وي یعنې $EI = const$ وي نود اتکاءیزعکس العملونود ټاکنې نه وروسته د کږیدنې اومومنت منحني کرښې رسم کړئ.



۱۱. ۱۳ شکل: دمتمرکزوبارونولاندې ګاډر

۱۱,۵ پوښتنه: د يوې قيچي له پاره(۱۱,۱۴ شکل)که چيرې د ګاډر دارتجاعيت مودول يې $E = 200GPa$ اودعرضي مقطعې يې

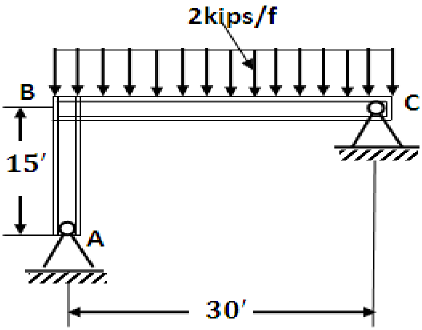
$A = 1000mm^2$ وي اوشخي يې $\mathrm{E} = const$ ثابت وي نو د اتکاءيزعکس العملونود ټاکنې نه وروسته يې دننه قوې پيداکړئ .



۱۱. ۱۴ شکل: دمتمرکزوبارونولاندې قيچي

۱۱,۶ پوښتنه

د يو فرم (۱۱,۱۵ شکل) له پاره که چيرې دفرم د BC او AB ميلو د ارتجاعيت مودول يې $E = 29000kip/in^2$ او دهرې يوې ميلې انرشياي مومنتونه يې $I_{AB} = 600in^4$ او $I_{BC} = 900in^4$ وي نو د اتکاءيزعکس العملونودټاکنې نه وروسته يې محوري ګروپيدنه يا کږيدنه پيداکړئ .



۱۱. ۱۵ شکل: دويشلي منظم بارلاندې فرم[4:Fond 463-4]

دولسم څپرکی

دویشنې یا دیسټریبیوشن(Distribution) میتود

۱,۱۲ د میتود موخې

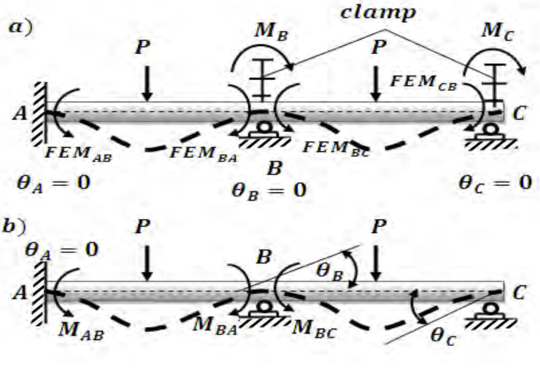
۱ . ددې میتود زده کړه دنا ټاکلوستاتیکي ګاډرونواوچوګاټونوعناصرو د څیړنې دپروسې دګمارنې داړینوغبرګومعادلو حلولو لپاره اټکل دی.

۲ . د دې میتودپه مرسته پوهیدلی شو،چې کومه تعادلي غوټه ،چې په پرله پسې توګه د چوګاټ د پرانستواوتړلوغوټوپه ذریعه خلاصیږي، ترڅوټولې غوټې په تعادل کې راشي،نود چوګاټ د ټولوعناصرو په دواړوڅوکو کې مومنتونه ویشل کیږي.

۳ . دچوګاټ دمناسبي کړیدني اوهممهاله دنامناسبي کړدیدني دپروسي دغزولوپوهیدل .

۴ . دګاډرونواوچوګاټونودبې شمیره برخولپاره دویشنې یادیسټریبیوشن میتودپراخیتا.

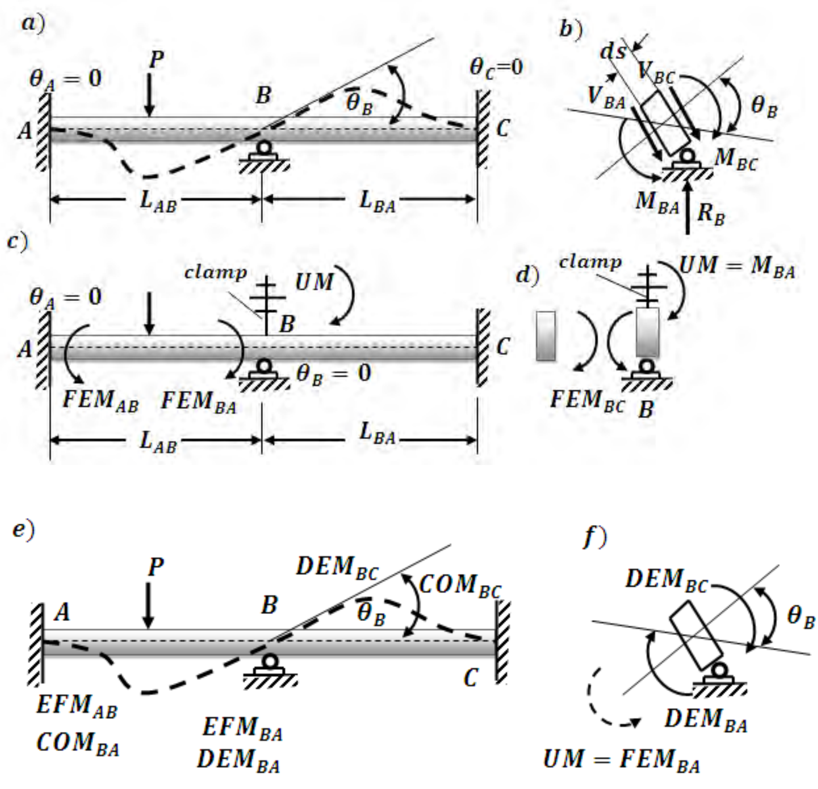
د ویشنې یا دیسټربیوشن میتودکې لومړې د اتکاءګانو پرشا وخوا د کوړوالي مومنتونه ځای پرځای کوو(۱۲.a ۱شکل)یعنې د دووسختواتکاء ګانوګاډرونه پرله پسې په موقتي ډول د او په غوټوکې نښلوو اوبیا موقتي نښتنې غوځوو اوګاډرپه تعادلي حالت کې دی،نودوراني زاویې په نښه کوو(۱۲.b۱ شکل).



۱,۱۲ شکل: دمتمرکزبارونولاندې ګاډر

۱۲,۲ دويشنې يادیستریبیوشن میتود پراختیا

د دووسختو اتکاءګانو ګاډرد يو متمرکز بار لاندې واقع کوو. ليدل کيږي،چې دغه ګاډرد شکل بدلون حاصلوي اوکږيږی یامنحي کيږي (۱۲.a ۲ شکل)،چې دA، B اوC په اتکاءګانوکې د دوران زاويې صفر دی،نو په ګروپ حالت کې د Bغوټې د شکل بدلون ښيو(۱۲.b ۲ شکل)،په ډېره ياتکيه کوونکي ګاډر کې د سختې اتکاء(۱۲.c ۲ شکل) مومنت ځای پرځای کوو (د B په غوټه کې موقتې نښتنه راولو) بیاپه (۱۲.d ۲)شکل



۲,۱۲ شکل: دمتمرکزبارونولاندې ګاډر

يې کې دياګرام ترتيبوواود موقتي نښتني دغورځولو نه مخکې د B غوټې څخه (e.۱۲ ۲شکل)د موقتي نښتنې دغورځولوسره په ګاډرکې مومنتونه په نښه کوو،دنا انډوله يا نا متوازن مومنت (MU) د توازن له پاره د Bغوټې د دوران په مرسته د سختې اتکاء د ويشنې مومنت DEM_Sمنځ راځي چيرې چې د BA اوBC ميلوکې کې مومنتونه سره برابردي $M_{BA} = \mathrm{M}_{BC}$.دغه حالت دستاتيک دتعادلي معادلې له مخې ښودلی شو:

$$\sum \mathrm{M}_{B} = 0;$$

$$DEM_{BA} + DEM_{BC} - UM = o \ (12.1)$$

په دې فورمول کې:

DEM_{BA} - د B دورانې زاويې د دوران په ذريعه د ګاډرد AB برخې د B څوکې مومنت دی.

DEM_{BC} – د B دورانې زاويې ددوران په ذريعه د ګاډرد BC برخې د B څوکې مومنت دی.

UM – دغوټې دنه توازن مومنت.

د B دورانې زاويې ددوران په ذريعه د ګاډرد ABبرخې د A څوکه کې اود BC برخې د B په څوکه کې چې مومنت منځ ته راځي دګڼونکې (carryover)مومنت په نوم سره ياديږي او په لاندې ډول ښودل کيږي:

۱. د هرې يوې برخې په څوکه کې اخرنی مومنت د ټولو ويشنې مومنت (ګڼونکې مومنت)اوسختې اتکاء په څوکه کې مومنت (که چيرې وايه بارشوي وي) دالجبري مجموعې سره برابردي.

۲. د ثابتې عرضي مقطعې برخو له پاره،په هره يوه وايه کې ګڼونکې مومنت چې دويشلي اخري مومنت هماغه نښه ولري،مګرد لويوالي يو نيم دی .

د فورمول له مخې د ګاډردAB برخې لپاره:

$$M_{BA} = \frac{2EI_{AB}}{L_{AB}}(2\theta_B) + FEM_{BA} =$$

$$= \frac{4EI_{AB}}{L_{AB}} + +FEM_{BA} \ (12.2)$$

$$(DEM_{BC})$$

$$M_{AB} = \frac{2EI_{AB}}{L_{AB}}(\theta_B) + FEM_{AB} \ (12.3)$$

د فورمول له مخې د ګاډرد BC برخې لپاره:

$$M_{BC} = \frac{2EI_{BC}}{L_{BC}}(2\theta_B) = \frac{4EI_{BC}}{L_{BC}}\theta_B \ (12.4)$$

$$(DEM_{BC})$$

$$M_{CB} = \frac{2EI_{BC}}{L_{BC}}\theta_B \ (12.5)$$

(COM_{BC})

$$DEM_{BA} = \frac{4EI_{AB}}{L_{AB}}\theta_B \ (12.6)$$

$$COM_{BA} = \frac{2EI_{AB}}{L_{AB}}\theta_B \ (12.7)$$

او:

$$COM_{BA} = \frac{1}{2}(DEM_{BA}) \ (12.8)$$

اوس د (12.1)فورمول له مخې په لاس راوړوچې:

$$DEM_{BA} + DEM_{BC} - UM = 0 \ (12.1)$$

$$\frac{4EI_{AB}}{L_{AB}}\theta_B + \frac{4EI_{BC}}{L_{AB}}\theta_B = UM \ (12.9)$$

له دې فورمول څخه پیداکووچې:

$$\theta_B = \frac{UM}{4EI_{AB}/L_{AB}+4EI_{BC}/L_{AB}} \ (12.10)$$

که چیرې دغه قیمتونه ولرو،نوپیداکوو چې:

$$K_{AB} = \frac{I_{AB}}{L_{AB}} \ and \ K_{BC} = \frac{I_{BC}}{L_{BC}} \ (12.11)$$

نو د ویسشني دضریب په پام کې نیولوسره لیکو چې:

$$\theta_B = \frac{UM}{4EK_{AB}+4EK_{BC}} = \frac{UM}{4E(K_{AB}+K_{BC})} \ (12.12)$$

نو دغه قیمت په (13.6) معادله کې وضع کوواوپه لاس راوړو چې:

$$DEM_{BA} = 4EK_{AB} \times \frac{UM}{4E(K_{AB}+K_{BC})} \ (12.13)$$

له دې ځایه لیکو چې:

$$DEM_{BA} = \frac{K_{AB}\times UM}{(K_{AB}+K_{BC})} \ (12.14)$$

څرنګه چې :

$$DF_{BA} = \frac{K_{AB}}{K_{AB}+K_{BC}} = \frac{K_{AB}}{\sum K} \ (12.15)$$

نوځکه لیکلي شو چې:

$$DEM_{BA} = DF_{BA}(UM) \ (12.16)$$

ا و BCمیلې لپاره:

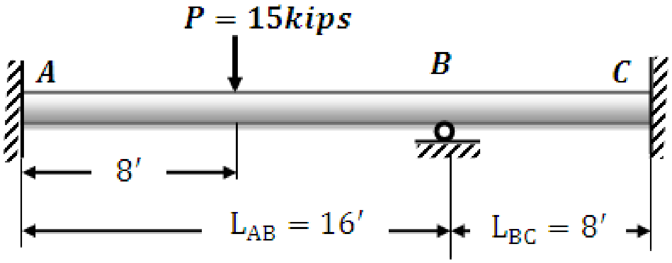
$$DEM_{BC} = DF_{BC}(UM) \ (12.16a)$$

اویا:

$$DF_{BC} = \frac{BC}{K_{AB} + K_{BC}} = \frac{K_{BC}}{\sum K}$$

۱۲,۱مثال

يو ګاډرددووسختواتکاءګانواويوغيرمفصلي اتکاء سره نښتی دی که چيرې د هغه شخصي ثابته وي،نود ګاډرپه برخوکې اخرنی مومنت پيداکړئ.



۳,۱۲ شکل:دمتمرکزبارلاندې دسختواتکاءګانوګاډر

حل

لومړی دويشنې دکلکوالی ضريب پيداکوو:

$$K_{AB} = \frac{\mathrm{I}}{\mathrm{L_{AB}}} = \frac{I}{16} \text{ او } K_{AB} = \frac{\mathrm{I}}{\mathrm{L_{AB}}} = \frac{I}{16}$$

$$\sum K = K_{AB} + K_{BC} = \frac{I}{16} + \frac{I}{8} = \frac{3I}{16}$$

نودفورمول له مخې:

$$DF_{BA} = \frac{K_{AB}}{\sum K} = \frac{I/16}{3I/16} = \frac{1}{3}$$

او:

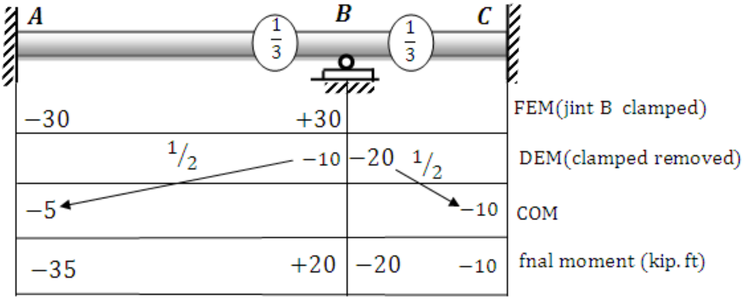
$$DF_{BC} = \frac{K_{BC}}{\sum K} = \frac{I/8}{3I/16} = \frac{2}{3}$$

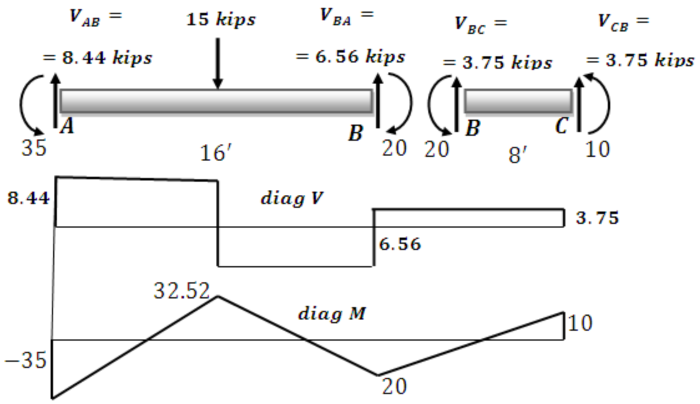
۱۲,۲مثال

د يو(۱۲,۴ شکل) ګاډرنسبت غوټې ته ا خرنی مومنت قیمتونه ورکړل شوي دي:

$$FEM_{AB} = \frac{-PL}{8} = \frac{-15(16)}{8} = -30\ kip.ft$$

$$FEM_{BA} = \frac{PL}{8} = \frac{15(16)}{8} = 30\ kip.ft$$

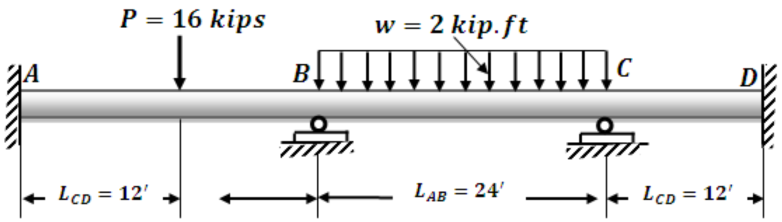




۱۲,۵ شکل:دعرضي قوواودکوږوالي مومنت دياګرام

۱۲,۳مثال

د يوګاډر(۱۲,۶ شکل) ديومتمرکزاو ويشلي بارلاندې د دوو سختو او دوو مفصلي غيرمتحرکو اتکاء ګانو له پاسه پروت دی.که چيرې د ټول ګاډرله پاره شخې يې ثابته وي،نود کوږوالي اخرني مومنتونه يې پيداکړئ.



۱۲,۶ شکل:دعرضي قوواودکوږوالي مومنت دیاګرام

حل

لومړی دویشنې ضریبونه د Bغوټې لپاره پیداکوو:

$$K_{AB} = \frac{I}{24} \; K_{BC} = \frac{I}{24}$$

$$\sum K_{AB} + K_{BC} = \frac{2I}{24}$$

$$DF_{BA} = \frac{K_{AB}}{\sum K} = \frac{I/24}{2I24} = 0.5$$

$$DF_{BC} = \frac{K_{BC}}{\sum K} = \frac{I/24}{2I24} = 0.5$$

بیا د Cغوټې لپاره پیداکوو:

$$K_{BC} = \frac{I}{24} \; K_{CD} = \frac{I}{12}$$

$$\sum K = K_{BC} + K_{CD} = \frac{3I}{24}$$

$$DF_{BC} = \frac{K_{BC}}{\sum K} = \frac{I/24}{3I24} = \frac{1}{3}$$

$$DF_{CD}=\frac{K_{CD}}{\sum K}=\frac{I/12}{3I24}=\frac{2}{3}$$

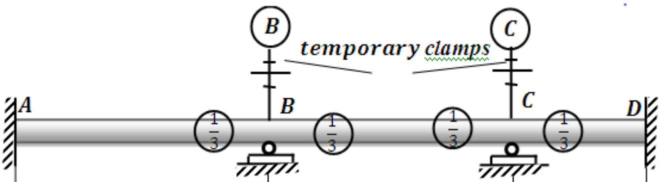
د سختې اتكاء اخرني مومنتونه پيداكوو:

$$FEM_{AB}=\frac{-PL}{8}=\frac{-16(24)}{8}=-48\ \mathrm{kip.ft}$$

$$FEM_{BA}=\frac{PL}{8}=\frac{I/24}{2I24}=48\ \mathrm{kip.ft}$$

$$FE_{MBC}=\frac{-wL^3}{12}=\frac{-2(24)^3}{12}=-96\ \mathrm{kip.ft}$$

$$FEM_{CB}=\frac{wL^3}{12}=\frac{2(24)^3}{12}=96\ \mathrm{kip.ft}$$



−48	+48	−96	+96			FEM(all joints locked)
	+24	+24	+24			DEM(joint B unlocked)
+12			+12			COM
			−36	−72		DEM joint C unlocked)
		−18			−36	COM
	+9	+9				DEM joint B unlocked)
+4.5			+4.5			COM
			−1.5	−3		DEM joint C unlocked)
		−0.76			−1.5	COM
	+0.38	+0.38				DEM joint B unlocked)
+0.2			+0.2			COM
			−0.07	−0.13		DEM joint C unlocked)
−31.3	+81.38	−81.38	+75.13	−75.13	−37.5	Final moments(kip.ft)

۱۲,۷ شکل:دعرضي قوواودکوږوالي مومنت دیاګرام

اټکلوووچې د CD وایه نه لیدونکي یاپټه ده:

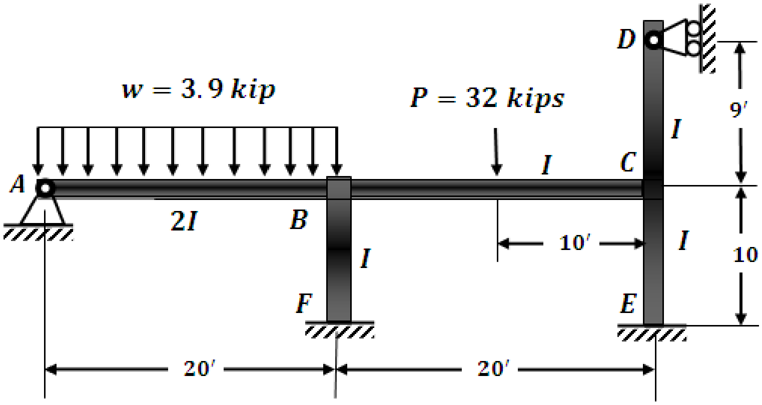
$$FEM_{CB} = FEM_{DC} = 0.$$

نوځکه:4:Fondam. Pag 513-524

$$DF_{CB} = \frac{K_{BC}}{\sum K} = \frac{K_{BC}}{K_{BC}} = 1$$

مثال۱۲,۴

يو ګاډرد ویشلي اومتمرکزبارونولاندې د اتکاءګانو له پاسه پروت او هم نښتی دی.د ډیشتریبیوشن میتودپه مرسته يې وڅیړئ.



۱۲,۸ شکل:دويشلي منظم ا ومتمرکزبارونولاندې چوکاټ

حل

لومړی دویشني ضریبونه د Bغوټې لپاره پیداکوو:

$$K_{AB} = \frac{3}{4}\left(\frac{2I}{20}\right) = \frac{3I}{40}\ K_{BC} = \frac{I}{20}\ K_{BF} =$$

$$= \frac{\mathrm{I}}{10}\ 2\mathrm{K} = \frac{9\mathrm{I}}{40} = 2.275$$

$$DF_{BA} = \frac{K_{AB}}{\sum K} = 0.33$$

$$DF_{CD} = \frac{K_{BC}}{\sum K} = 0.22$$

$$DF_{BF} = \frac{K_{BF}}{\sum K} = 0.45$$

بيا دويشنې ضريبونه د Cغوټې لپاره پيداكوو:

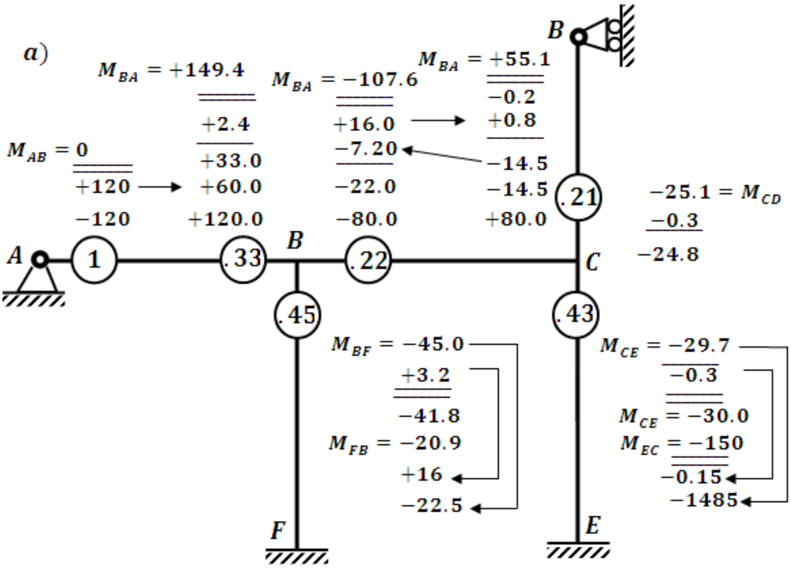
$$K_{\mathrm{CB}} = \frac{1}{20};\ \mathrm{K_{CD}} = \frac{3}{4}\left(\frac{\mathrm{I}}{9}\right);$$

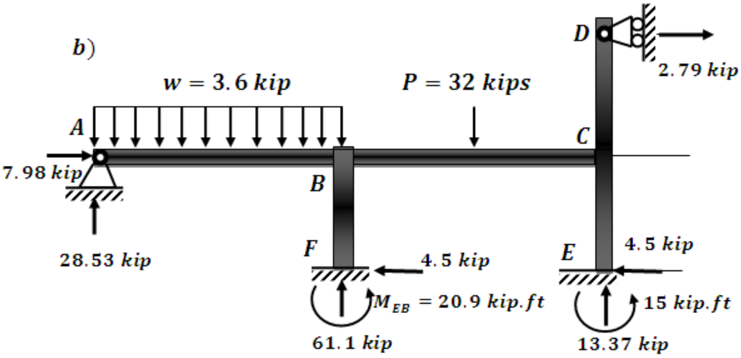
$$\mathrm{K_{CE}} = \frac{\mathrm{I}}{10};\ 2\mathrm{K} = \frac{14\mathrm{I}}{60}$$

$$DF_{CB} = 0.21\ DF_{CD} = 0.36, DF_{CE} = 0.4$$

د ABاوBC وايوپه منځ كې دسختې اتكاء مومنتونه پيداكوو:

$$FEM_{AB} = \frac{wL^2}{12} = \frac{-3.6(20)^2}{12} = -120\ kip.ft$$





۱۲,۹ شکل:د ویشلي منظم ا ومتمرکزبارونولاندې چوکاټ

$$FEM_{BA} = -FEM_{AB} = +120\ kip.ft$$

$$FEM_{BC} = \frac{-PL}{8} = -80\ kip.ft$$

$$FEM_{CB} = -FEM_{BC} = +80\ kip.ft$$

۱۲,۵ مثال

يوچوګاټ (۱۲,۹ شکل)دويشلي منظم بارلاندې واقع دی.د ډ ېترې يوشن دميتودپه مرسته يې وڅېړئ.

حل

په لومړی مرحله کې دويشنې يادکلکوالي ضريبونه پيداکوو:

$$\mathrm{K_{AB}} = \mathrm{K_{CD}} = \frac{3}{4}\frac{I}{L} = \frac{3}{4}\frac{360}{18} = 1.5$$

$$\mathrm{K_{BC}} = \frac{1}{2}\frac{I}{L} = \frac{1}{2}\frac{600}{40} = 7.5$$

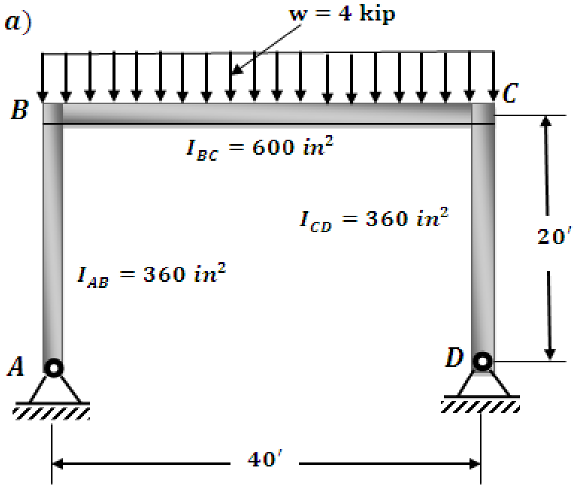
په لومړی مرحله کې د Bاو C غوټولپاره د ويشنې فکتورونه پيدا کوو:

$$DF_{BA} = DF_{CD} = \frac{K_{AB}}{\sum K} = \frac{1.5}{1.5+7.5} = \frac{2}{3}$$

$$DF_{BC} = DF_{CB} = \frac{K_{BC}}{\sum K} = \frac{7.5}{1.5+7.5} = \frac{1}{3}$$

$$FEM_{BC} = FEM_{CB} = \frac{wL^2}{12} = \frac{4(40)^2}{12} =$$

$$= \pm 533.33\ kip.ft$$



۱۲,۱۰ شکل:دويشلي منظم لاندې چوکاټ

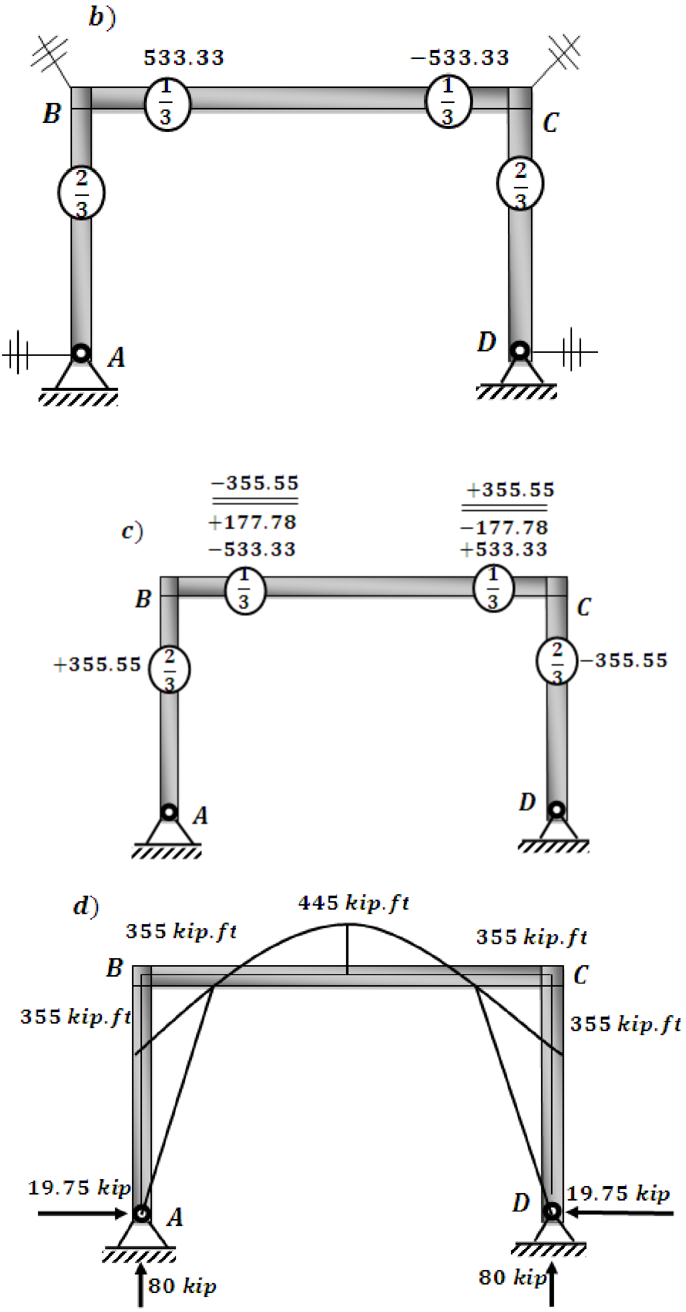
دريمه مرحله

الف- تولې غوټې نښلوواودBCسترګادرلپار هممجنسه بارغوښتنه کوو(۱۲. b ۱۰ شکل).

ب- د AاوD اتکاءګانوځخه نښتنې غورځوو.اوهغې مودې څخه چې د ستنويا پايو له پاسه دباراغيزه نه وي نود ويشنې مومنت نه لري او په اتکاء ګانوکې غوټې بايدنښتنې پاتې نشي.له هغه مودې را هيسې چې د هرې يوې ستنې اساس ازادانه ځرخي،که چيرې ليرې شوي څوکه نه نښتونکې وي،نودهرې يوې ستنې کلکوالی کيدای شي په 3/4 فکتورپه مرسته ترلاسه شي.

څلورمه مرحله

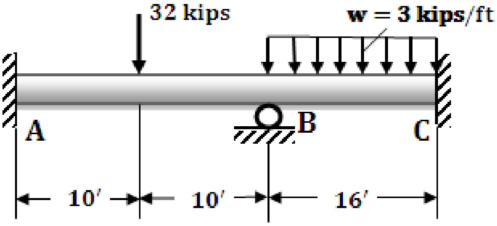
د Bاو Cغوټو نښتنې په راتلونکې کې يوځای ليرې شي. د Bاو C غوټې يوډول ځرخې اودګادردهرې يوې څوکې اخرنې مومنت قيمتونه يو ډول انکشاف وکړي(۱۲.c ۱۰ شکل).اود ځيرنو اخرنی پايلې يې په ۱۲.d۱۰ شکل کې ښودل شوې ده.



۱۲,۱۰ شکل:دويشلي منظم لاندې چوکاټ

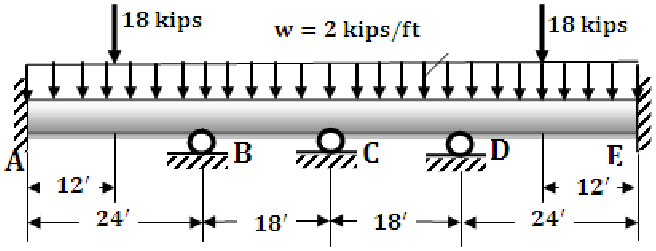
پوښتنې

۱۲,۱ پوښتنه: د ويشنې يا ديستريبيوشن ميتود په مرسته دغه جوړښت (۱۲,۱۱شکل)وڅيړئ اودهغوي لپاره اتکاءيزعکس العمولونه پيدا اوپه هره يوه وايه کې معلومويا په نښه شووځايونودعرضي قوواوکوږوالي مومنتونولوړقيمتونه پيدااودياګرامونه يې وکاږئ.



۱۲,۱۱ شکل:دويشلې منظم لاندې ګاډر

۱۲,۲ پوښتنه: دويشنې يا ديستريبيوشن ميتودپه مرسته دغه جوړښت

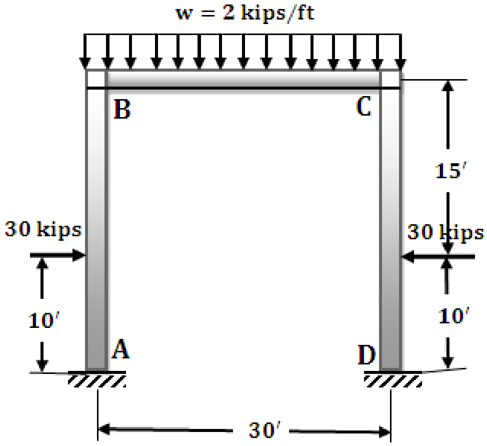


۱۳,۱۲ شکل:دويشلې منظم لاندې ګاډر

(۱۳,۱۲شکل) وڅيړئ،که چيري دشخې يې ثابته وي،نودعرضي قوو اودکوږوالي مومنتونودياګرامونه يې وکاږئ.

۱۲. ۳ پوښتنه:د ويشنې يا د يستريبيوشن ميتود په مرسته دغه د سختئ ا تکاءچوکاټ(۱۲,۱۴شکل) وڅيړئ اود هغوي لپاره اتکاءيزعکس العمولونه پيدا اد هرې يوې وايه په معلومويا په نښه شوو ځايونو کې د

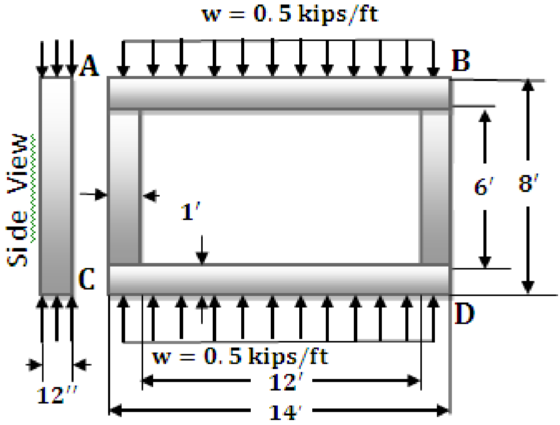
عرضي قوواوکوږوالي مومنتونولوړ قیمتونه پیدا او دیاګرامونه یې وکاږئ.



۱۲. ۱۴ شکل: دویشلي منظم اومتمرکزوبارونو لاندې چوکاټ

۱۲,۴ پوښتنه

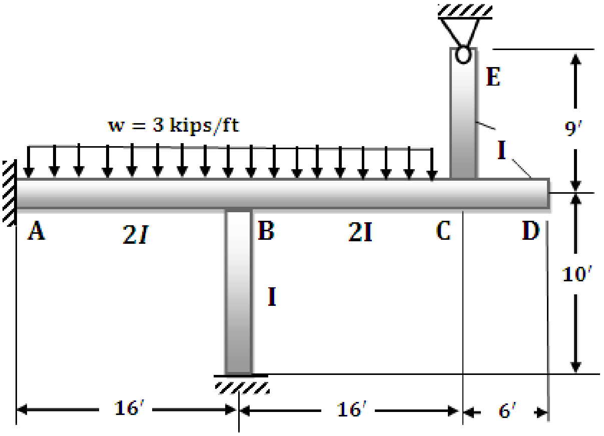
د ویشنې یادیستریبیوشن میتودپه مرسته داوسپنه یزکانکریت بکس له پاره څیړنه وکړئ(۱۲,۱۵شکل) که چیرې شخې یې ثابته وې،نو په کې دعرضي قوواو کوږوالي مومنتونه قیمت پیدا او دیاګرامونه یې رسم کړئ.



۱۲,۱۵شکل:کانکریتي بکس دویشلومنظموبارونولاندې

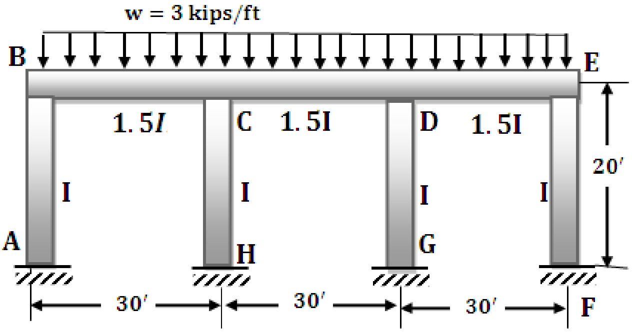
۱۲,۶ پوښتنه

د ويشنې ياديستريبيوشن ميتودپه مرسته په مرسته دغه جوړښت (۱۲,۱۶شکل) وخيرئ اودهغوي لپاره اتكاءيزعكس العمولونه پيدا اوپه هره يوه وايه كې معلومويا په نښه شووځايونودعرضې قوواو كوږوالې كوږوالي مومنتونولوړقيمتونه پيدااودياګرامونه يې وكاږئ.



۱۲,۱۶ شکل:كانكريتي بكس دويشلومنظم بارلاندې چوكاټ

۱۲,۷ پوښتنه : دويشنې ميتودله مخې دويشلي بارلاندې چوكاټ وخيرئ او د اتكاء يزعكس العملونو د ټاكنې نه وروسته يې عرضي قوې او د كوږوالي مومنتونه حساب اودياګرامونه يې وكاږئ.



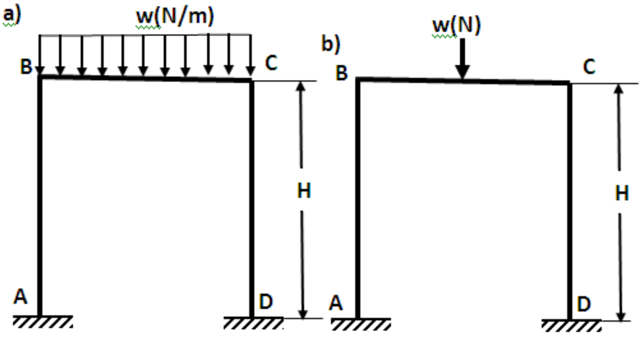
۱۲,۱۷ شکل:كانكريتي بكس دويشلومنظم بارلاندې

ديارلسم څپرکی

په نمونه ډوله پارتالي چوکاټ کې ددیستریبیوشن میتود

۱۳. ۱ انډول یامتناظرپارتالي چوکاټ

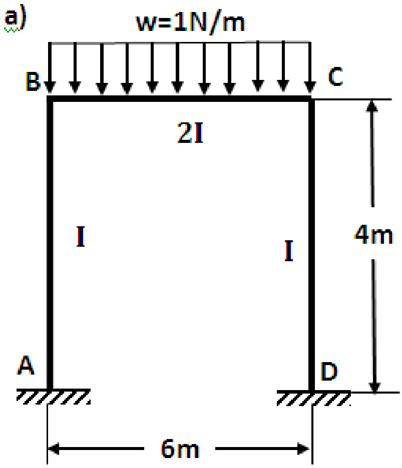
انډول يا متناظرپارتالي چوکاټ هغه ته ويل کيږي،چې دواړه ستنې يا پايې يې يو ډول لوړوالي او شرايط ولري (۱۳,۱شکل)او دلته بارهم انډول وي.د ستنواو ګاډردموادو دارتجاعيت مودول اوانرشيايي مومنت ورته وي.



۱۳,۱ شکل:دويشلي بارلاندې پارتالي ګاډر

۱۳,۱ مثال

يو پارتالي چوکاټ(۱۳,۲ شکل)دويشلي منظم بارلاندې واقع دی،چې د وايې اوږدوالی يې 6 m اودستنولوړوالي يې H=4 m دی.اود ګاډرانرشيايی مومنت 2Iاود ستنو انرشيايي مومنتونه يې I دي.د دېترې بيوشن ميتود په مرسته اتکاءيزمومنت اودکوږوالي مومنتونه پيدا اوديالګرامونه يې وکاږئ.



۱۳,۲ شکل :دويشلې منظم بارلاندې پارتالي چوکاټ

حل

څرنګه چې دغه پارتالي چوکاټ درې وايې لرې اوپه AB اوCD ستنو باندې بار نه شته دي،نو ځکه په A او D نقطو کې مومنت صفردی. او يوازې اوAB په ګاډرکې مومنت رامنځته کيږي د Bله پاره د BC په ميله کې دسختې اتکاء مومنت $= -\frac{wL^2}{L^2}$

$$-\frac{wL^2}{L^2} = -\frac{1 \times (6)^2}{12} = -3\ \text{KN.m}$$

د Cله پاره د BCپه ميله کې دسختې اتکاء مومنت $= +\frac{wL^2}{L^2}$

$$\frac{wL^2}{L^2} = \frac{1 \times (6)^2}{12} = 3\ \text{KN.m}$$

اوس د ويشنې ضريب پيداکوو:

$$K_{BA} = \frac{4EI}{L} = \frac{4\mathrm{EI}}{4} = \mathrm{EI}$$

$$K_{BC} = \frac{4EI}{L} = \frac{4\mathrm{E2I}}{6} = \frac{4}{3}\mathrm{EI}$$

اوس د BA او BC لپاره د ويش ضريبونه پيدا کوو:

$$\frac{EI}{EI + \frac{4}{3}EI} : \frac{\frac{4}{3}EI}{EI + \frac{4}{3}EI} = \frac{3}{7} : \frac{4}{7}$$

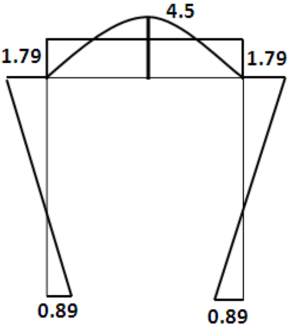
د غړو نسبتونو څخه جدول جوړوو.

۱۳.۱ جدول: داخلي مومنټونه

A	B		C		D	
	3/7	4/7	4/7	3/7		
0	0	-3	3	0	0	**Fixed and initial moment**
	1.29	1.71	-1.71	-1.29		**Balance**
0.64		-0.85	0.85		-0.64	**Carry over**
	0.36	0.49	-0.49	-0.36		**Balance**
0.18		-0.24	0.24		0.18	**Carry over**
	0.10	0.14	-0.14	-0.10		**Balance**
0.05		-0.07	0.07		0.05	**Carry over**
	0.03	0.04	-0.04	-0.03		**Balance**
0.01		-0.02	0.02		-0.01	**Carry over**
0.01	0.01	0.01	-0.01	-0.01	-0.01	**Balance and Carry over**
0.89	1.79	-1.79	1.79	-1.79	-0.89	**Final moment**

د وېل لپاره کړوالي مومنټونه پيدا کوو:

$$B.M = \frac{wL^2}{8} = \frac{1(6)^2}{8} == 4.5\ KN.m$$



۱۴,۳ شکل :دکوړوالي مومنت دياګرام

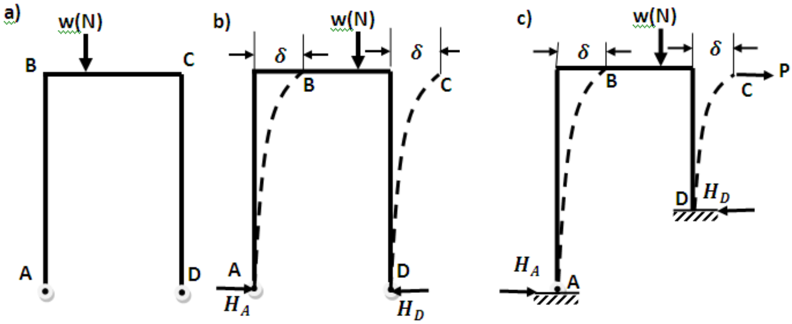
۲,۱۳ غيرمتناظرياناانډول پارتالی چوکاټ

نا انډول پارتالي چوکاټ لاملونه:

۱ . دمرکزنه بهرباروول.

۲ .دستنودترمنځ توپيراووضعيت.

۳ .د چوکاټ دعناصرودعرضي مقطعونه يوډول والی.

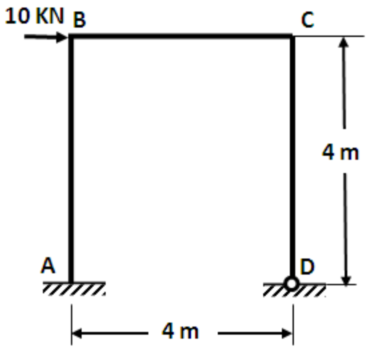


۱۳. .۵ د چوکاټ داتکاءګانوځای پرځای کيدنه.

۴ . په ستنوباندې افقي بارونه
دا ډول چوکاټونه په لاندېنيوشکلونوکې ښودلی شو.
a) – د ناانډول بار لاندې چوکاټ.
b) – دباردانتقال په صورت کې چوکاټ.
c) – دبيلابيلوستنوله پاسه دبار لاندې چوکاټ.

۱۳,۲مثال

يو پارتالي چوکات په ۱۳,۴ شکل کې ښودل شوی دی.يو اتکاء يې سخته او بله اتکاءيې مفصلي ده،د چوکات د کوړوالي مومنت او د ميلان زاويه يې پيداکړې ا وديا گرامونه يې وکاږئ.



۱۳.۴شکل افقي ونډې چوکاټ

حل

لومړی دويشنې ضريبونه پيداکوو:

$$K_{BA} = \frac{4EI}{L} = \frac{4\mathrm{EI}}{4} = \mathrm{EI}$$

$$K_{BC} = \frac{4EI}{L} = \frac{4\mathrm{EI}}{4} = \mathrm{EI}$$

او د BA او BC لپاره ويشنې فکتورونه پيداکوو:

$$\frac{EI}{EI+EI}:\frac{EI}{EI+EI}=\frac{1}{2}:\frac{1}{2}$$

د CB ولچک پاره د کلکوالي ضریب پیداکوو:

$$K_{CB}=\frac{4EI}{L}=\frac{4\mathrm{EI}}{4}=\mathrm{EI}$$

$$K_{CD}=\frac{3EI}{L}=\frac{3\mathrm{EI}}{4}$$

اوس یې نسبت پیداکوو:

$$\frac{EI}{EI+\frac{3}{4}EI}:\frac{EI}{EI+\frac{3}{4}EI}=\frac{4}{7}:\frac{3}{7}$$

د $\mathrm{M_{BA}}$ او M_{CD} ستنودکوږوالي مومنتونوترمنځ نسبت پیدا کوو:

$$\frac{\mathrm{M_{BA}}}{M_{CD}}=\frac{\frac{2I}{4^2}}{\frac{I}{4^2}}=\frac{2}{1}$$

څرنګه چې $\mathrm{M_{BA}}$ او M_{CD} سرهبرابرنه دي نوځکه:

$$\mathrm{M_{BA}}=2M_{CD}$$

داچې $\mathrm{M_{CD}}=-5\ KN.m$ دی نوپه لاس راوړوچې:

$$\mathrm{M_{BA}}=\mathrm{M_{AB}}=-10\ KN.m$$

۱۴.۱ جدول: نورپاتې ویشونو څخه جدول جوړو.

A	B				C	D
	3/7	4/7	4/7	3/7		
-10	-10.0	-	-	-5	0	**Fixed and initial moment**
	5.0	5	2.85	2.15		**Balance**
2.5		1.42	2.50			**Carry over**
	-0.71	-0.71	-1.43	-1.07		**Balance**
-0.35		-0.72	-0.35			**Carry over**
	0.36	0.36	0.20	0.15		**Balance**
0.18		0.10	0.18			**Carry over**
	0.05	0.05	-0.10	-0.08		**Balance**
-0.2		0.05	-0.02			**Carry over**
0.01	0.02	0.03	0.01	0.01		**Balance and Carry over**
-7.68	-5.38	5.38	3.84	-3.84		**Final moment**

وس افقيتاکښاګرلیږيپرځاکوو:

$$Harizontal\ reaction\ at\ A =$$

$$= \frac{-7.68 - 5.38}{4} = 3.265\ K$$

او:

$$Harizontal\ reaction\ at\ D = \frac{-3.84}{4} = 0.06\ KN$$

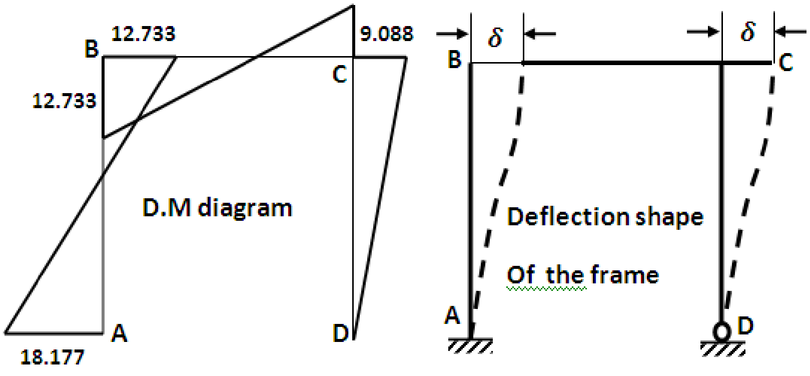
دقوېبدلونله امله د مومنټونو مجموعه د دغه مومنټ تخښیره غوره کوي:

$$3\ .265 + 0.06 = 4.225\ KN.m$$

اوس بدلون د غه حالت په لاندېني جدولکې ځای پرځای کوو:

۱۳.۲ جدول: قوېبدلون

A	B		C		D	
Sway=4.225 KN	**-7.68**	**-5.38**	**5.38**	**3.84**	**-3.84**	**0**
Sway=10 KN	**-18.177**	**-12.73**	**12.73**	**9.09**	**-9.09**	**0**



۱۳.۴شکل: د چوکاټ دکوږوالي مومنټ اکرام واکروپېږي نغوځکه:

$$Harizontal\ reaction\ at\ A = \frac{3.265}{4.225} \times 10 =$$

$$= 7.728\ KN$$

او:

$$Harizontal\ reaction\ at\ D = \frac{0.96}{4.225} \times 10 =$$

$$= 2.272\ KN$$

۱۳,۳ مثال

پېلټوالي ته وپه مرسته په ۳.۵ شکل کې ښودل شوي چوکاټ وڅېړئ
د غه چوکاټ د A، B او C ستنو ځواکونه او سره ښتنې دي.

حل

لومړی د ستنو کې د عالي معالې څخه په لاس راوړو چې:

$$\sum F_x = 0;\ 3 - V_1 - 2V_2 - V_1 = 0.$$

داچې:

$$V_1 = 0.75\ kips$$

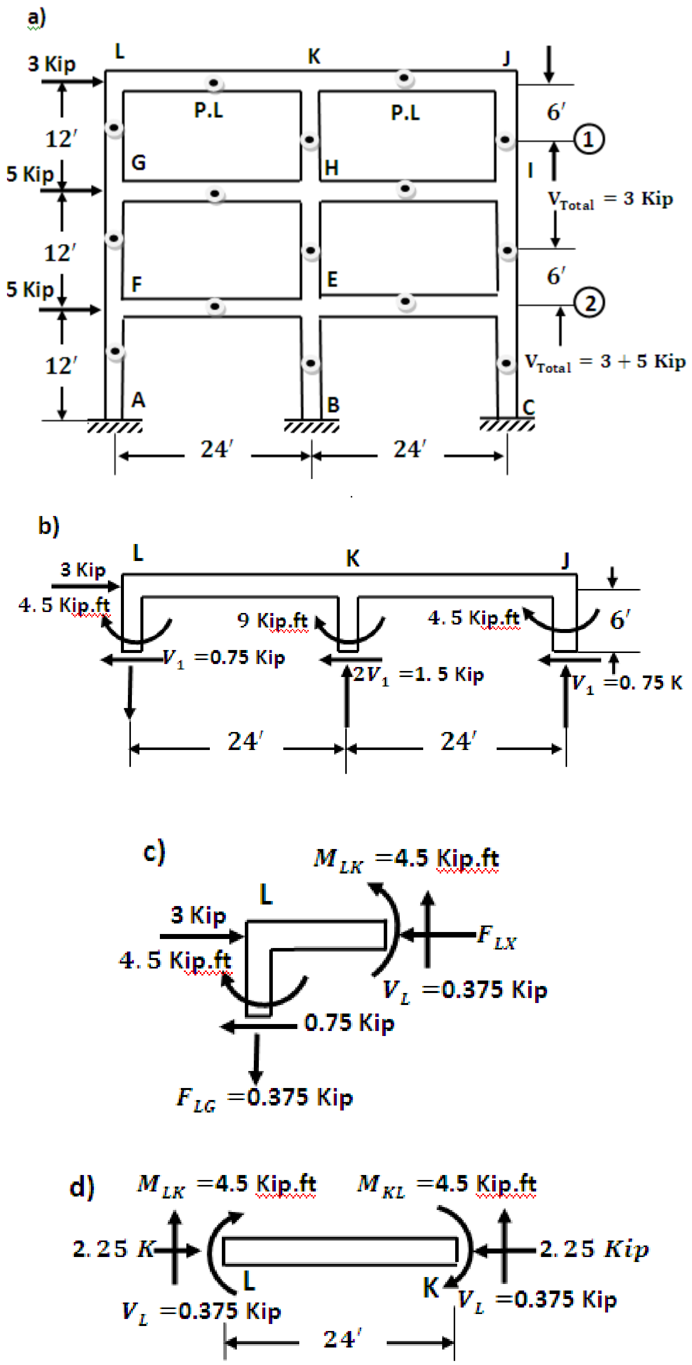
نو:

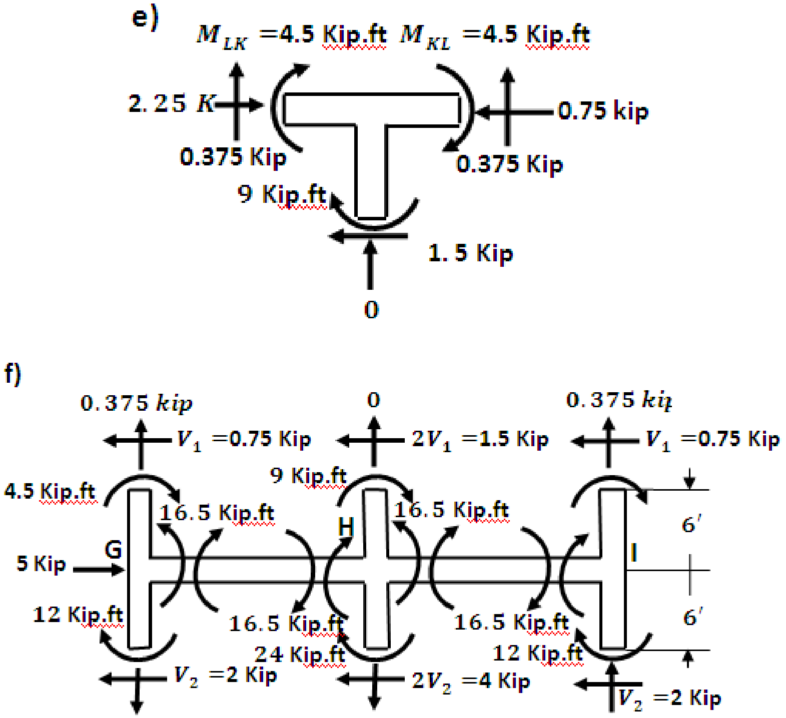
$$V_L = \frac{\sum M}{L} = \frac{4.5 + 4.5}{24} = 0.375\ Kips$$

له دې نه وروسته:

$$\sum F_x = 0;\ 3 + 5 - 4V_2 = 0$$

$$V_2 = 2\ Kisp$$

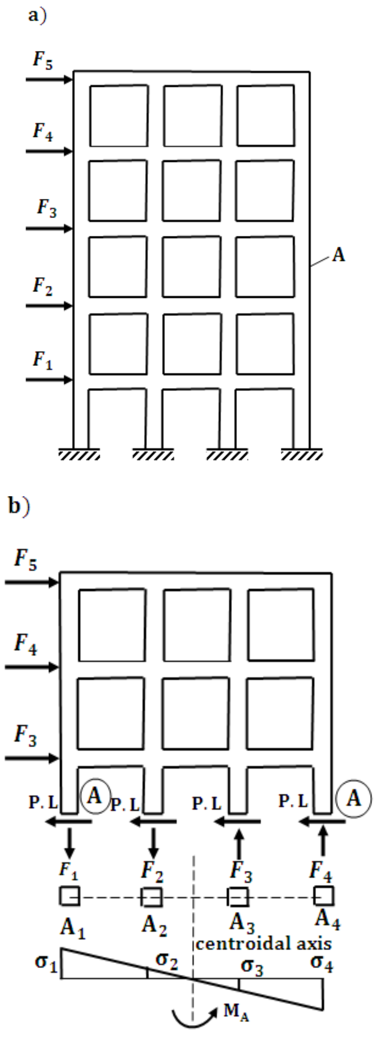

a)
3 Kip
L
K
J
P.L
P.L
6′
1
12′
G
H
I
5 Kip
V Total = 3 Kip
12′
F
E
6′
5 Kip
2
V Total = 3 + 5 Kip
12′
A
B
C
24′
24′
b)
3 Kip
L
K
J
4.5 Kip.ft
9 Kip.ft
4.5 Kip.ft
6′
V1 =0.75 Kip
2V1 =1.5 Kip
V1 =0.75 K
24′
24′
c)
M LK =4.5 Kip.ft
L
3 Kip
F LX
4.5 Kip.ft
V L =0.375 Kip
0.75 Kip
F LG =0.375 Kip
d)
M LK =4.5 Kip.ft
M KL =4.5 Kip.ft
2.25 K
2.25 Kip
L
K
V L =0.375 Kip
V L =0.375 Kip
24′



۳.۵ شکل د افقي قوو لاندې چوکاټ [5:640-641]

۴,۱۳ کنسولي (contilever) میتود

کنسولي میتود د چوکاټ د اړخیز بار د محاسبې لپاره کارول کېږي کېږي په دې میتود کې د داخلي ګاډر عرضي مقطع یې کله د ستنو د عرضي عرضي مقطع په څېر ونیسو د لګېږي. کله چې په پورته کومه د داخلي ګاډر عرضي مقطع له (A-A) مقطعې څخه د لاندې عرضي مقطعې A_1، A_2، A_3 او A_4 شکل کې ښودل شوي (۱۳.۶ شکل). د چوکاټ د دې عرضي مقطعو له څخه د چوکاټ د دې افقي مقطعې له پاسه د ستنو په اوږدو کې د نښتن چې په څو برخو په ستنو کې څخه راغلې ننه قوې د اړخیزو قوولو اثره ننه قوي جوړه جوړوي.



۳.۶ شکل: د افقي قوو لاندې چوکات

کنسولي مېتود د پورټال مېتود په څېر دی. دا مېتود څلور لاندې فرضیې لري:

۱. یو پورټل چوکاټ ته کوښښ ته دوه ځلې غوڅو ستنې په اوږدو کې یې غوڅو ستنو په منځنۍ نقطو کې یوازې محوري قوه او عرضي قوې را منځته کېږي.

۲ په هره ستنه کې د امتدادي قوې او د ارخيزو قوو د مومنت اثره دننه مومنت سره برابرېږي.

۳ په کنارکې د ستنې ځای پر ځای کېدونې په هکله قضاوت په غوټو کې د فلقي تعادل له مخې کېږي.

۴ په کنارکې د مومنت ستنې پر ځای کېدونې ثابته ده او د ګادر مومنت په لاندې ډول محاسبه کېږي:

$$M_G = V\left(\frac{L}{2}\right)$$

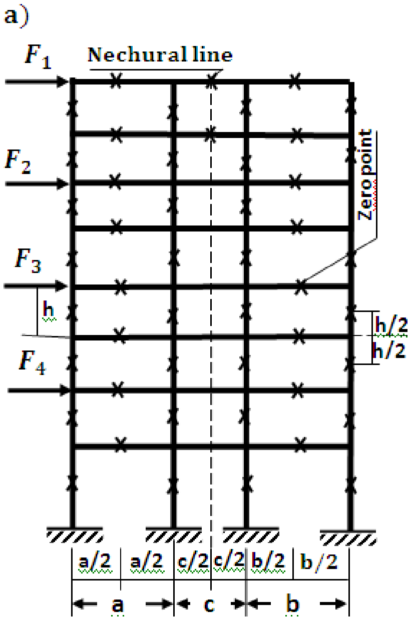
۵ په پام کې نیولي غوټې د تعادل له مخې د ستنو مومنت محاسبه کول او بیا د پورتني چت نه محاسبه پیل کوو او بیا د لاندیني چت محاسبه کوو.

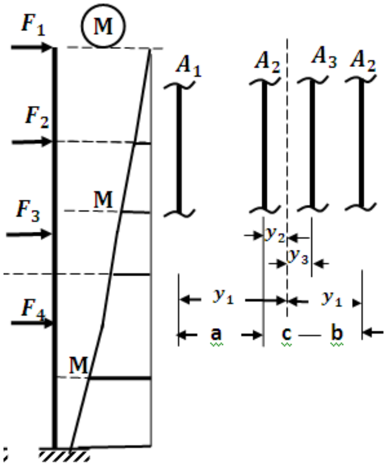
۶. په ستنو کې د ځای کېدونې نقطه د مومنت د ستنې د اوږدوالي په نیمایي کې ده د مومنت دوه شونو له دې لارې پیدا کونه.

۷ په کنارونو کې د غوټې پاره او د x په استقامت کې په پام کې نیولو قوو له مخې د امتدادي قوو ټاکنه.

همدارنګه د دې طریقې په کمله روښانه او هم نظري پلان په لاندې ډول څرګند کړي دي:

نسکورولي طریقې د محاسبې ډېره زیاته سرعت کېږي او د شمېرنې د تېروتنې د 100-200% پورې ده. دغه طریقه په مقدماتي ټاکنه د چوکاټ د مقطعو د ټاکلو لپاره کارول کېږي.





۱۳ .۷شکل: فلقيقوولاندې چوکاټ

د کښنې پورته ولونکو څکنډونو په ټکو کس ولیکډ اډرو واوړلی شوکوم چې دفلقېی ا ړخ زیقو ولاندې وقلع دي په سرتوی لپولوکې ټنو قویېپه لاندېتوګه لکی کیږي:

$$N_i = M_i \frac{A_i}{I}$$

په دې فورمول کې:

M- په ټکس ولیکډ ارکې د هغه قطعې لپاره کوړولي مومنټ دی، چې د یوې ستونې له مخه ځی کیږي)شکل ۱۳.b ۷).

y_i- د مخنئ ي محوروډسوتنې ترمحو پورې فاصله ده.)شکل ۱۳.b ۷).

A_i-د ستنې د عرضي مقطعې مساحت دی.

I- د څکات د عرضي مقطعې اېنرشي مومنټ دی:

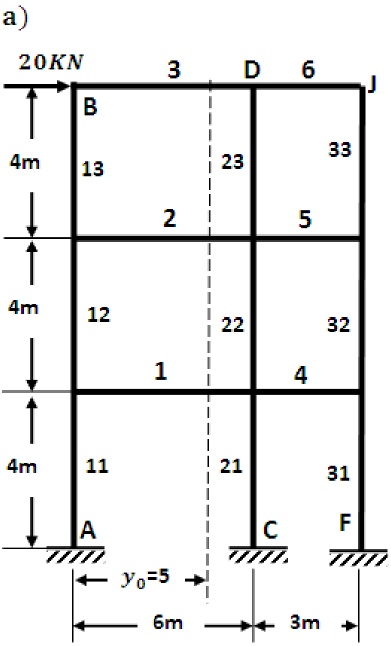
$$I = y_1^2 \times A_1 + y_2^2 \times A_2 + \dots + y_n^2 \times A_n$$

د څکات تکوړوالي مومنټونو په ټکو کې صفري نقطه ټکاډر د مخ ځي وطې پېرد تنې په اړوالي کې واقع کیږي)شکل ۱۳.a ۷ (په لومړي پوړ کې د کوړوالي مومنټونو په ټکر کې صفري نقطه تناكاء نه په $\frac{2}{3}h$ فاصله کې واقع کیږي.نوستت دنې قطې ته د M مومنټ مومنټ تاکلی شو.

په ستونو کې لاس ته راغلی قیمت د څکات په ولو استونو کې بنداعالي شوطوله مخې نارملي N عرضي V او تکوړوالي مومنټ M ټاکل کیدای شي.

۱۳. ۴ مثال

دوه ولې ه دوله څکات، چې دفلقې قوې لاندې وقع دی کډ نسولې لوله مخې وشو ي ږئ که څېږي څکات ی وډول قطعې $(A_1 = A)$.



۳.۸ شکل فرېم

حل

لومړی د خنثی محور موقعیت ټاکلو لپاره دستنو کي موږ دستنو د لجري مجموعه او دمقطع د ټولو مساحت نسبت کاروو:

$$y_0 = \frac{S_{x0}}{\sum A_i} = \frac{\mathrm{A} \times 9 + \mathrm{A} \times 6 + \mathrm{A} \times 0}{3\mathrm{A}} = 5\mathrm{M}.$$

بیا نسبت خنثی محور ته دستنو دعرضي مقطع د عطالت مومنټونه پیدا کوو:

$$\mathrm{I_z} = I = \sum Ii_z + \sum y_i^2 = \sum y_i^2 \times A_i =$$

$$= A(5^2 + 1^2 + 4^2) = 42\,A$$

اوس په ستنو کې لټدادي قوې پيداکوو:

$$N_{13} = \frac{20.2.5.A}{42A} = 4.76\ KN$$

$$N_{13} = \frac{20.6.5.A}{42A} = 14.29\ KN$$

$$N_{11} = \frac{20.9.33.5.A}{42A} = 22.2\ KN;$$

$$N_{23} = \frac{-20.2.1.A}{42A} = -0.95\ KN$$

$$N_{21} = \frac{-20.9.33.1.A}{42A} = -4.44\ KN$$

$$N_{22} = \frac{20.6.1.A}{42A} = -2.86\ KN;$$

$$N_{33} = -3.81\ KN;$$
$$N_{21} = -17.78\ KN$$

دنارمل يا لټدادي لاسته راغلو قوو د قيمتونو له مخې ى يې ډياګرام رسموو (۸شکل b.۱۴).

اوس د کړوالي مومنت د ډياګرام د رسمولو په اره د چوکات د B غوټه غوڅوو او د غوڅ شويبرخې (۱۰ شکل a.۱۳) اغېز په پېټ برخه باندې واردوو او له هغې له مخې ليکو چې:

$$Q_{s.3} = -N_{13} = -4.76\ KN$$

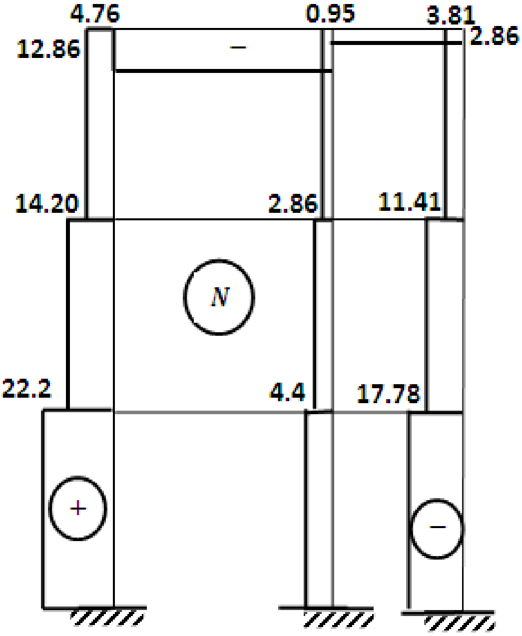
په دغه فورمولکې د ولي فهوم بندي ونو ت عادلي شرط له مخې لرو چې:

$$M_C = Q_{13} \times 2 - N_{13} \times 3 = 0$$

له دې ځايه په لاس راوړو چې:

$$Q_{13} = \frac{M_C + N_{13} \times 3}{2} = \frac{M_C + 4.76}{2} = 7.14KN$$

b)



نوځکه:

$$\sum x = N_{S3} - Q_{13} + 20 = 0$$

نو:

$$N_{S3} = Q_{13} - 20 = -12.86\ KN$$

له دېنه وروسته M_B پيداکوو:

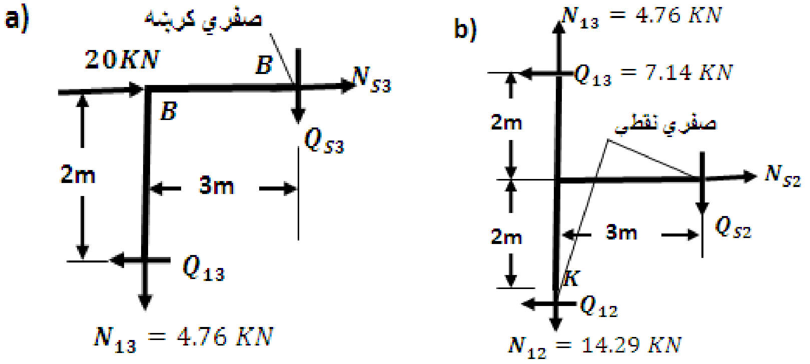
$$M_B = Q_{13} \times 2 = 14.28\ \text{KN.m}$$

دغه لاسته راغلی قيمت د B په غوټه کې نکوروالی مومنت دی. د لاس ته راغلي قطعي د S3 او 13 وطي او ستنو فرېقطو خخمه تقيمه

کرښه تی روو(۱۳.b شکل ۸).له دېنه وروسته د J غوټې په ماميسو او په لاس راوړو چې:

$$Q_{S6} = -3.81\,KN;\; Q_{33} = 2.86\,KN;$$

$$N_{S6} = -2.86\,KN;\; M_J = Q_{33}.2 = 5.72\text{ KN.}$$



۱۳. شکل ۸: د چوکاټ قطعې

د چوکاټ د غوټې تعادل له کوروا په لاس راوړو چې:

$$Q_{23} = 10KN$$

د ستنې ځينې برخې په څوکې مومنته

$$M = 14.28 + 5.72 = 20$$

کومه غوټه چې په ۱۳.b شکل کښې ښکاري بېلې په تعادل کې وي.

نو ځکه:

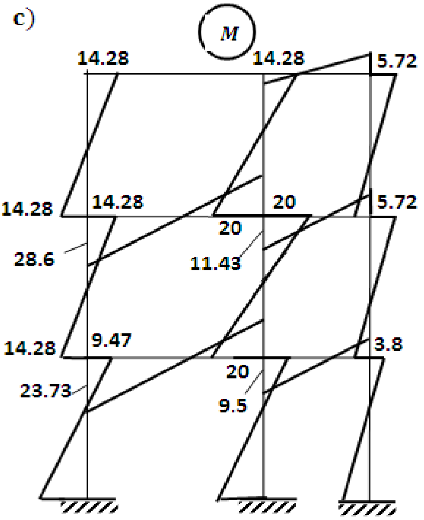
$$\sum y = N_{13} - N_{12} - Q_{S2} = 0,$$

نو:

$$Q_{S2} = -9.53\ KN$$

له دې نه وروسته د ۱۳.b ۱۱ شکل نه د Q_{12} عرضي قوې معلومېدلکوو:

$$Q_{13} = Q_{12} = 7.14KN$$



۳.۹ شکل: افقي قوې لاندې چوکات [2: 65-68]

او داکرامونه رسموو (۱۳. b,C,d ۸ شکل).

له دې شرط څخه، چې د K نقطې سره فرېکي ربښه دمون لروچې:

$$M_K = Q_{13} \times 4 + Q_{S2} \times 3 + N_{S2} \times 2 = 0$$

له دې ځای نه لتداديق و مهاکوو: $N_{S2} = 0$ او لاسته راغلي قوه

$$Q_{13} = 7.14\ KN$$

ده.

مثال ۱۴,۵

یو چوکاټ فلقيقو تراغيز لاندې وقع دی (شکل ۱۴.a) کوږوالي مومنټ او عرضي قوې يې پيدا کړئ.

حل

لومړی به زني مومنټ قيمت د لاندينۍ فورمول له مخې پيدا کوو I-I عرضي مقطع لپاره ګورو چې :

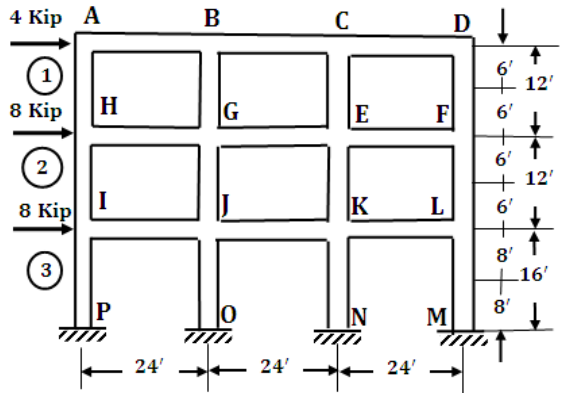
$$M_G = V\left(\frac{L}{2}\right)$$

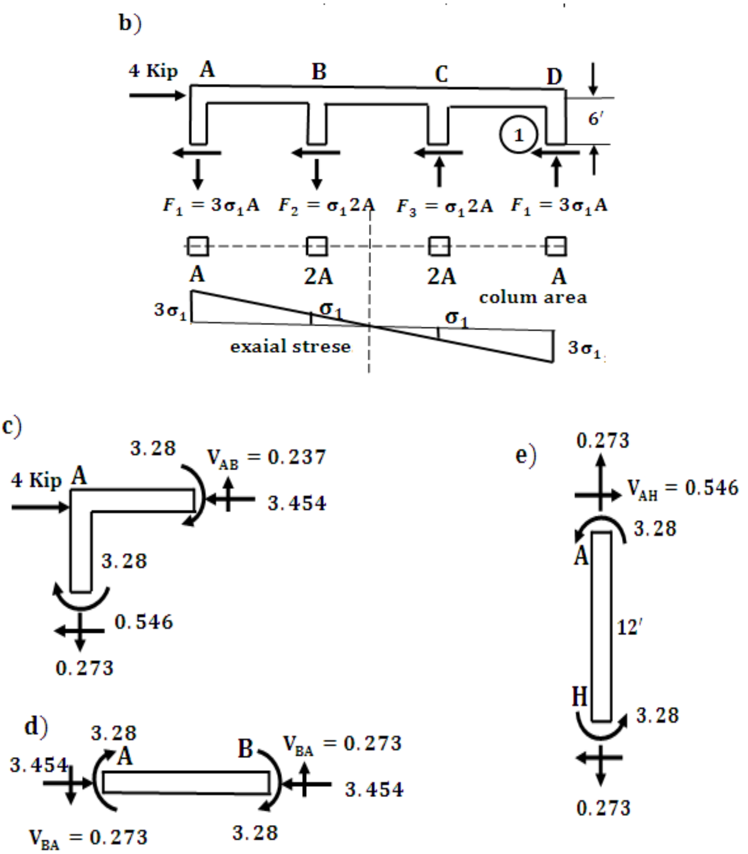
$$M_{ext} = (4kip)(6\text{ft}) = 24\ \text{kip.ft}\ (1)$$

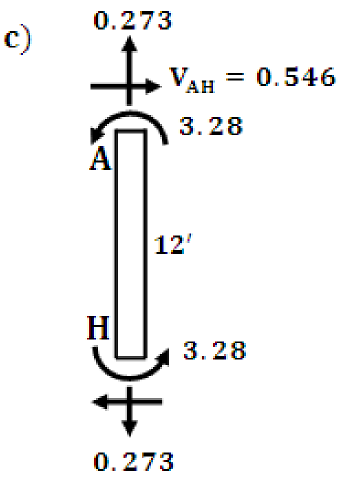
له دې نه وروسته د چوکاټ پورتنۍ سمه ګورو (شکل ۱۴.b).

د لومړۍ ستنې په منځ کې تشنج $3\sigma_1$ او دويمې ستنې منځ کې تشنج $2\sigma_1$ او ددريمې ستنې منځ کې $2\sigma_1$ او د څلورمې ستنې منځ کې $3\sigma_1$ دی نو ځکه د ننه مومنټ په لاس راوړو:

$$\text{M}_{\text{int}} = 36F_1 + 12F_2 + 12F_3 + 36F_4\ (2)$$







۱۳.۱۰شکل: دطاقيقوولاډدي
چوکاټ

(3) معادله د (1) معادلې سره وتړل شي:

$$24 = 264.\sigma_1.A$$

اوس دغه معادله په لاندې ډول حلوو:

$$\sigma_1.A = \frac{24}{264} = \frac{1}{11}$$

اوس د F_1 او F_2 قوې معلومې کړو:

$$F_1 = F_4 = 3.\sigma_1.A = \frac{3}{11} = 0.273\ kip$$

$$F_2 = F_3 = 2.\sigma_1.A = \frac{2}{11} = 0.182\ kip$$

اوس 2-2 قطع په اړه کې داخلي مومنټ معلوم کړو:

$$M_{int} = (4)(12+6) + (8)(6) = 120\ kips.ft \quad (4)$$

(4) معادله د (3) سره وتړل شي:

$$120\ kips.ft = 264.\sigma_2.A;\ \sigma_2 A = \frac{5}{11}$$

اوس محوري قوې معلومې کړو:

$$F_1 = F_4 = 3.\sigma_2.A = \frac{15}{11} = 1.364\ kip$$

$$F_2 = F_3 = 2.\sigma_2.A = \frac{10}{11} = 0.91\ kip$$

اوس 3-3 قطع په اړه کې داخلي مومنټ معلوم کړو:

$$\mathrm{M_{int}} = (4)(32) + (8)(20) = 352\ kips.ft\ (5)$$

(5) معادله د (3) سره پرتله کوو:

$$352\ kips.ft = 264.\sigma_3.A;\ \sigma_3.A = \frac{3}{4}$$

اوس محوري ځواکونه پیداکوو:

$$\mathrm{F_1} = \mathrm{F_4} = 3.\sigma_3.A = 3\left(\frac{4}{3}\right) = 4\ kip$$

$$\mathrm{F_2} = \mathrm{F_3} = 2.\sigma_1.A = 2\left(\frac{4}{3}\right) = 2.67\ kip$$

له دې نه وروسته د ستون نه ښکته کولو په پار د قوو د مومنټ مجموعه نیسو:

$$\sum \mathrm{F_y} = 0;\ -0.273 + V_{AB} = 0;$$

$$V_{AB} = 0.273\ kips$$

اوس د AB په برخه کې اخرني مومنټ پیداکوو[4:846-649]:

$$M = V_{AB}\frac{L}{12} = 0.273(12) = 3.28\ Kip.ft$$

پوښتنې

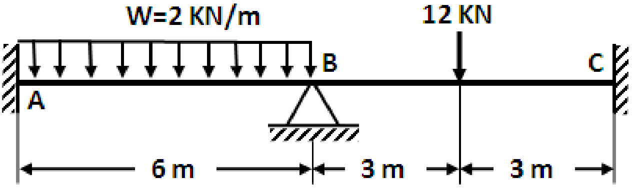
۱۳,۱ پوښتنه

د ABC ګاډر (۱۳. ۱۰ شکل) په دواړو خواوو کې سخت ولګول شوی او سره او په منځ کې یې مفصلي غوړ متحرک ټکاء سره نښتی دی یو شیلي بار لاندې واقع دی که چیرې شخیت یې ثابت وي نو په څوکو یې اخرني مومنټونه پیدا او ګراف یې رسم کړئ.

ځوابونه یې:

$$M_{AB} = -5.25\ KN.m \quad M_{BA} = 7.5\ KN.m$$

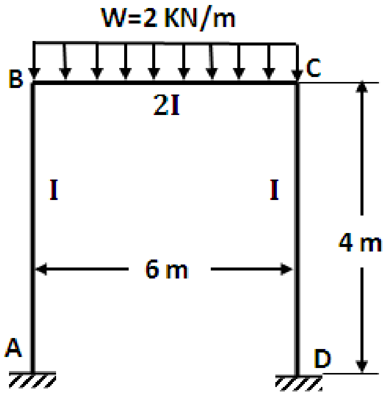
$$M_{BC} = -7.5\ KN.m \quad M_{CB} = -9.75\ KN.m$$



۱۳.۱۰ شکل: وېشلی او متمرکز بار لاندې ګاډر

۱۳. ۲ پوښتنه

د ABCD چوکاټ پورتني (۳.۱۱ شکل) وېشلي بار لاندې واقع دی که چیرې د ستون شخیت I او افقي ګاډر شخیت 2I وي نو د A، B، C او D په نقطو کې یې مومنټونه پیدا او ګراف یې رسم کړئ ځوابونه [1.5 KN.m , 3.0 KN.m and 3.0 KN.m]:



۱۳.۱۱شکل پلټوالي چوکاټ [6:255-263].

څوارلسم څپرکی

دکني طريقه

۱۴,۱ عمومي معلومات

دجوړښتونودانالیزله ډیرومهوطریقوڅخه یوه هم دکني طریقه ده،چې د ودانیودچاروانجینران یې دخپلوډیزاینونوله پاره له همدې طریقې نه کار اخلي.

د دې طریقې په مرسته دناټاکلوستاتیکي سیستمونودحل اسانه لاره په لاس راځي او پرته له کوموستونزو څخه د یوپیچلي ودانۍ په بیلا بیلو عناصرو کې د کوږوالي مومنتونواو دعرضي قووشمیرنه ترسره کیدای شي.

ترهرڅه د مخه لومړی داضافه باري دضریبونوپه پام کې نیولوسره دودانیودنورم مطابق بارپه محاسبوي باربدلوو:

$$Q^{norm} = P^{norm} + q^{norm}$$

په دغه فورمول کې:

P- نورماتیفي ثابت باردی.

q- نورماتیفي موقتي باردی.

اویاپه بل ډول:

$$P^{cul} = P^{norm} \times n$$

په دغه فورمول کې:

P_{cul} - محاسبوی ثابت بار.

q_{cule}– محاسبوي موقتي بار.

n- داضافه باري ضريب دی.

د بيلګې په توګه ثابت بارونه لکه د اوسپنيزکانکريت د ګاډروزن، د پلستر وزن،اوسپنيزچادروزن د اخيز وزن،د قيچي ډوله جوړښت وزن او په عمومي ډول دودانيوذاتي وزن دی.اوموقتي بارلکه د زلزلې څپې اود واورووزن اونوردی.

د بيلګې په توګه ګاډروزن داسې شميرل کيږي:

$$q_{\text{beam}} = b \times h \times \gamma \times n$$

په دې فورمول کې:

b- د ګاډرعرضي مقطعې وزن دی.

h- دګاډردعرضي مقطعې لوړوالی دی.

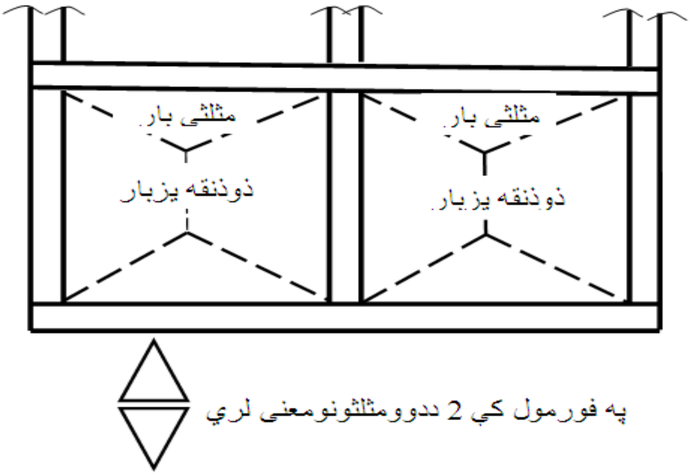
γ– حجمي وزن دی.

n- داضافه باری ضريب دی.

اوپه ټوله کې دګاډرټول وزن داسې شميرل کيږي:

$$Q = 2(0{,}335 \times q^{cul} \times l_{min}) + q_{beam}$$

په لاندينې شکل کې دايمې ياثابت بارونه ښودل شوی دی

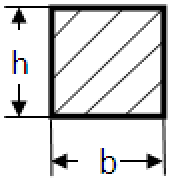


۱۴,۱ شکل:د بارونودواردیدوډولونه

۱۴,۲ د چوکاټ شمیرنه

۱ـ دګاډراوستنې(پایې)دعرضي مقطعودانرشیایزمومنت شمیرنه:

$$I = \frac{bh^3}{12}$$



۲ـدهریوعنصرسختي شمیرو:

$$\boldsymbol{K = \frac{I}{l}}$$

l- دګاډراوږدوالی دی.

3- دکوړوالي مومنت دويشلوضريب پيداکوو:

$$\mu = 0.5\frac{k}{\sum k}$$

0.5- ثابت ضريب دی.

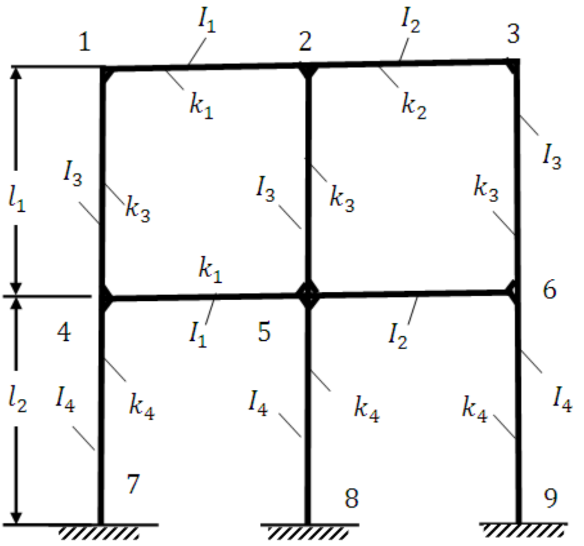
μ - دکوړوالي مومنت دويشني ضريب دی.

$\sum k$ -دعناصرودسختيومجموعه ده لکه$k_1 + k_2$ اونور.

په پام کې نيسواودهرې يوې غوټې لپاره ليکوچې:

$$\mu_{2-1} = -0.5\frac{k_1}{k_1+k_2+k_3}\ \mu_{1-2} = -0.5\frac{k_1}{k_1+k_2};$$

$$\mu_{1-4} = -0.5\frac{k_3}{k_1+k_3};\ \mu_{4-1} = -0.5\frac{k_3}{k_1+k_3+k_4}$$



فرم:شکل ۱۴,۲

دويشنې ضريب دپيداکولولپاره دغوټو(ګيريو)مرکزونه

$$;\mu_{3-2} = -0.5\frac{k_2}{k_2+k_3}\ \mu_{2-3} = -0.5\frac{k_2}{k_1+k_2+k_3}$$

$$\mu_{2-5} = -0.5\frac{k_3}{k_1+k_2+k_3};\ \mu_{5-2} = -0.5\frac{k_3}{k_1+k_2+k_3+k_4}\mu_{3-6} =$$

$$;\ \mu_{6-3} = -0.5\frac{k_3}{k_2+k_3+k_4}\ = -0.5\frac{k_3}{k_2+k_3}$$

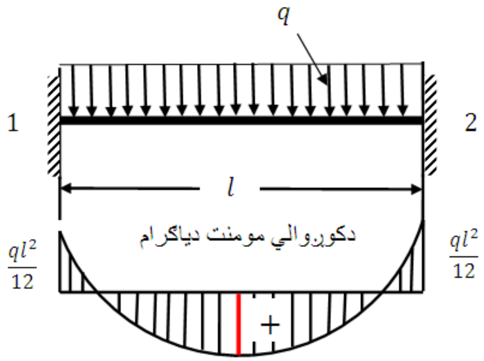
$$;\mu_{5-4} = -0.5\frac{k_1}{k_1+k_2+k_3+k_4}\ \mu_{4-5} = -0.5\frac{k_1}{k_1+k_3+k_4}$$

$$\mu_{5-8} = -0.5\frac{k_4}{k_1+k_2+k_3+k_4};$$

$$\mu_{4-7} = -0.5\frac{k_4}{k_1+k_3+k_4}$$

کنترول:په هره يوه غوټه کې بايددضريبونوټوله الجبري مجموعه 0.5 شي:

$$\mu_{1-2} + \mu_{1-4} = 0.5$$



۱۴،۳ شکل :دسختې اتکاءګانو ګادر

۱۴،۳ په غوټوکې دکوږوالي مومنتونوټاکنه

دګاډرونواوستنو(پايو)(شکل) په مشترکوغوټوکې دکوږوالي مومنتونو دټاکنې لپاره لاندېني فورمولونه کارول کيږي:

$$M_{1-2} = M_{2-1} = \frac{ql^2}{12}$$

$$M_{2-3} = M_{3-2} = \frac{ql^2}{12}$$

۱۴,۴ په ګاډرونو دعرضي قووټاکنه

په ګاډرونوکې عرضي قوه Q_1 اوعکس العملونه Rدلاندينوفورمولونو په مرسته ټاکل کيږي:

$$Q_{1-2} = \mathrm{R}_{1-2} = \frac{ql^2}{12} + \frac{|\mathrm{M}_1| + |\mathrm{M}_2|}{l}$$

$$Q_{3-2} = \mathrm{R}_{3-2} = \frac{ql^2}{12} + \frac{|\mathrm{M}_1| + |\mathrm{M}_2|}{l}$$

په همدې ډول ورته د Q_{3-4} او Q_{4-5} قيمتونه هم پيداکولی شو.

۱۴,۵ په ګاډرونوکې دکوږوالي مومنتونولوړقيمت ټاکنه

د دې لپاره لانديني فورمولونه کاروو:

$$\mathrm{M}_{\max}^{1-2} = \frac{\mathrm{Q}_{1-2}}{2 \times \mathrm{q}} + \mathrm{M}_1$$

$$\mathrm{M}_{\max}^{2-3} = \frac{\mathrm{Q}_{2-3}}{2 \times \mathrm{q}} + \mathrm{M}_2$$

۱۴,۶ په ستنو(پايو) کې دعرضي قووټاکنه

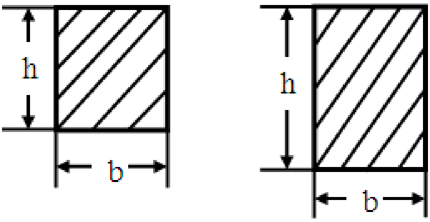
په ستنوکې عرضي قوه Q_1 دلاندنيوفورمولونوپه مرسته ټاکل کيږي:

$$Q_{1-6} = \frac{|\mathrm{M}_1| + |\mathrm{M}_2|}{h}$$

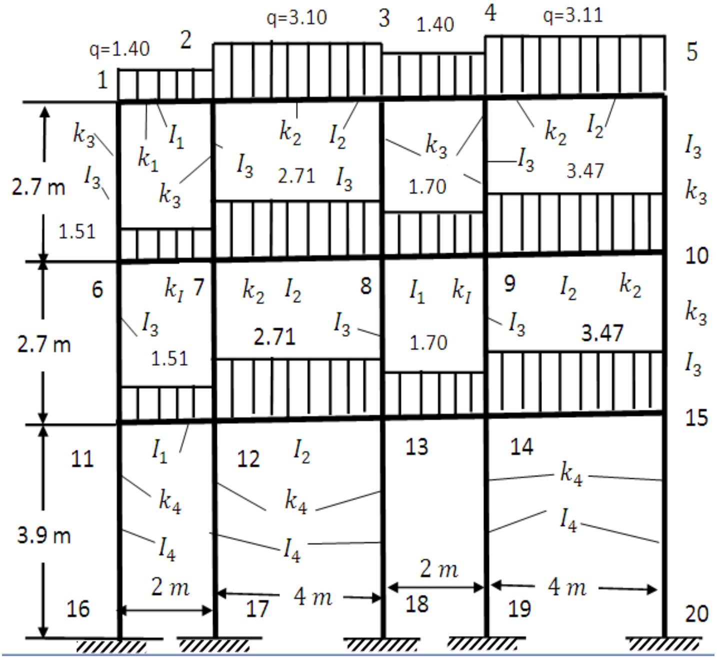
د چوکاټ(فرم)عملي شميرنې مثال

يوچوکاټ راکړل شوی دی(۹,۴شکل) دچوکاټ (فرم) د ګاډرونواو د پايوپه عرضي مقطعوکې عرضي قوې اودکوږوالي مومنتونه پيداکړې اودياګرامونه يې رسم کړئ.

د ګاډرونواو پايوعرضي مقطعې په لاندينوشکلونوکې ښودل شوې دي،چې دګاډرعرضي مقطع مستطيلي اودپايوعرضي مقطعوايعاديې



۱۴,۴ شکل:دګاډراوپايې عرضي مقطعې



۱۴,۵ شکل:څووايه يزفرم

مربع يزدي(۹,۵ شکل)چې دګاډردعرضي مقطعې لوړوالی 0.4 متره اوسوريې 035متره اودپايوعرضي يې مربع ايزه ده چې دهرې ضلعې اوږدوالی يې 0.35 متره دی.

۱- د ټولونه د مخه دګاډرونواوستنودعرضي مقطعوانرشيايي مومنتونه شميرو:

$$I_1 = \frac{bh^3}{12} = \frac{0.35(0.4)^3}{12} = 0.0018666\ m^4$$

$$I_1 = I_2 = 0.0018666\ m^4$$

$$I_3 = \frac{bh^3}{12} = \frac{0.35(0.35)^3}{12} = 0.0012505\ m^4$$

$$I_3 = I_4 = 0.001505\ m^4$$

۲- سختي شميرو:

$$k_1 = \frac{I_1}{\ell_1} = \frac{0.0018666}{2} = 0.0009333\ m^3$$

$$k_2 = \frac{I_2}{\ell_2} = \frac{0.0018666}{4} = 0.0004666\ m^3$$

$$k_3 = \frac{I_3}{\ell_3} = \frac{0.001505}{2.7} = 0.0004631\ m^3$$

$$k_4 = \frac{I_4}{\ell_4} = \frac{0.001505}{3.9} = 0.0003206\ m^3$$

۳- دويشنې(تقسيماتي)ضريبونوشميرنه د1 غوټې نه پيل کوو:

$$\mathrm{M}_{1-2} = -0.5\frac{\mathrm{k}_1}{\mathrm{k}_1+\mathrm{k}_3} = -\frac{0.0009333}{0.0009333+0.0004631} =$$

$$= -0.3341$$

$$\mathrm{M}_{1-6} = -0.5\frac{\mathrm{k}_1}{\mathrm{k}_1+\mathrm{k}_3} = -\frac{0.0004631}{0.0009333+0.0004631} =$$

$$= -0.1658$$

کنترول:

$$\mu_{1-2} + \mu_{1-6} = 0.5$$

$$-0.33418 + (-0.1658) = -0.999 \approx -0.5$$

دغه قيمت سم دی.

د **2غوټې** لپاره شميرنه کوو:

$$\mu_{2-1} = -0.5\frac{\mathrm{k}_1}{\mathrm{k}_1+\mathrm{k}_3} =$$

$$= -\frac{0.0009333}{0.0009333+0.0004631+0.0004631} =$$

$$= -0.250$$

$$\mu_{2-3} = -0.5\frac{\mathrm{k}_2}{\mathrm{k}_1+\mathrm{k}_3} = -\frac{0.0004666}{0.001863} = -0.1250$$

$$\mu_{2-7} = -0.5\frac{\mathrm{k}_3}{\mathrm{k}_1+\mathrm{k}_3} = -\frac{0.0004631}{0.001863} = -0.1240$$

کنترول:

$$\mu_{2-1} + \mu_{2-3} = 0.5$$

$$-0.33418 + (-0.1250) = -0.4999 \approx -0.5$$

دغه قیمت سم دی.

د **3غوټې** لپاره شمیرنه کوو:

$$\mu_{3-2} = -0.5\frac{k_2}{k_1 + k_2 + k_3} =$$

$$= -\frac{0.0004666}{0.0018631} = -0.1250$$

$$\mu_{3-4} = -0.5\frac{k_1}{k_1 + k_2 + k_3} = -0.250$$

$$\mu_{3-8} = -0.5\frac{k_3}{k_1 + k_2 + k_3} = -0.1240$$

کنترول:

$$\mu_{3-2} + \mu_{3-4} + \mu_{3-8} = 0.5$$

$$-0.1250 + (-0.250) + (-0.1240) =$$

$$-0.4999 \approx -0.5$$

دغه قیمت سم دی.

د **4غوټې** لپاره شمیرنه کوو:

$$\mu_{4-3} = -0.5\frac{k_1}{k_1 + k_2 + k_3} = -0.2500$$

$$\mu_{4-5} = -0.5\frac{k_2}{k_1 + k_2 + k_3} = -0.1250$$

$$\mu_{4-9} = -0.5\frac{k_3}{k_1 + k_2 + k_3} = -0.1240$$

کنترول:

$$\mu_{4-3} + \mu_{4-5} + \mu_{4-9} = 0.5$$

$$-0.250 + (-0.125) + (-0.124) =$$

$$= -0.4999 \approx -0.5$$

د **5غوټې** لپاره شميرنه کوو:

$$\mu_{5-4} = -0.5\frac{k_2}{k_2 + k_3} = -0.2500$$

$$\mu_{5-10} = -0.5\frac{k_3}{k_2 + k_3} = -0.249$$

کنترول:

$$\mu_{5-4} + \mu_{5-10} = 0.5 - 0.250 + (-0.249) =$$

$$= -\ 0.4999 \approx -0.5$$

د **6غوټې** لپاره شميرنه کوو:

$$\mu_{6-1} = -0.5\frac{k_3}{k_2 + k_3 + k_3} = -0.2490$$

$$\mu_{6-7} = -0.5\frac{k_1}{k_1 + k_2 + k_3} = -0.2590$$

$$\mu_{6-11} = -0.5\frac{k_3}{k_1 + k_2 + k_3} = -0.1223$$

کنترول:

$$\mu_{6-1} + \mu_{6-7} + \mu_{6-11} = 0.5 - 0.1249 +$$

$$+(-0.2590) + (-0.1223) = -0.5$$

د **7غوټې** لپاره شمیرنه کوو:

$$\mu_{7-6} = -0.5\frac{k_1}{k_1 + k_2 + k_3 + k_3} = -0.2010$$

$$\mu_{7-8} = -0.5\frac{k_2}{k_1 + k_2 + k_3 + k_3} = -0.1010$$

$$\mu_{7-2} = -0.5\frac{k_3}{k_1 + k_2 + k_3 + k_3} = -0.099$$

$$\mu_{7-12} = -0.5\frac{k_3}{k_1 + k_2 + k_3 + k_3} = -0.9900$$

کنترول:

$$\mu_{7-6} + \mu_{7-8} + \mu_{7-2} + \mu_{7-12} = 0.5$$

$$-0.201 + (-0.101) + (-0.099) + (-0.99) = -0.5$$

د **8 غوټې** لپاره شمیرنه کوو:

$$\mu_{8-7} = -0.5\frac{k_2}{k_1 + k_2 + k_3 + k_3} = -0.101$$

$$\mu_{8-9} = -0.5\frac{k_1}{k_1 + k_2 + k_3 + k_3} = -0.201$$

$$\mu_{8-3} = -0.5\frac{k_3}{k_1 + k_2 + k_3 + k_3} = -0.099$$

$$\mu_{8-13} = -0.5\frac{k_3}{k_1 + k_2 + k_3 + k_3} = -0.099$$

کنترول:

$$\mu_{8-7} + \mu_{8-9} + \mu_{8-3} + \mu_{8-13} = 0.5$$

$$-0.101 + (-0.201) + (-0.099) + (-0.099) =$$

$$= -0.5$$

د **9 غوټې** لپاره شمیرنه کوو:

$$\mu_{9-8} = -0.5\frac{k_1}{k_1 + k_2 + k_3 + k_3} = -0.201$$

$$\mu_{9-4} = -0.5\frac{k_3}{k_1 + k_2 + k_3 + k_3} = -0.099$$

$$\mu_{9-10} = -0.5\frac{k_2}{k_2 + k_3 + k_3} = -0.101$$

$$\mu_{9-14} = -0.5\frac{k_3}{k_1 + k_2 + k_3 + k_3} = -0.099$$

کنترول:

$$\mu_{9-8} + \mu_{9-4} + \mu_{9-10} + \mu_{9-14} = 0.5$$

$$-0.201 + (-0.099) + (-0.101) + (-0.099) = -0.5$$

د **10 غوټې** لپاره شميرنه کوو:

$$\mu_{10-9} = -0.5\frac{k_2}{k_2 + k_3 + k_3} = -0.168$$

$$\mu_{10-5} = -0.5\frac{k_3}{k_2 + k_3 + k_3} = -0.166$$

$$\mu_{10-15} = -0.5\frac{k_3}{k_2 + k_3 + k_3} = -0.166$$

کنترول:

$$\mu_{10-9} + \mu_{10-5} + \mu_{10-15} = 0.5$$

$$-(0.168 + 0.168 + 0.168) = -0.5$$

د**11 غوټې** لپاره شميرنه کوو:

$$\mu_{11-6} = -0.5\frac{k_3}{k_1 + k_3 + k_4} = -0.135$$

$$\mu_{11-12} = -0.5\frac{k_1}{k_1 + k_3 + k_4} = -0.272$$

$$\mu_{11-16} = -0.5\frac{k_4}{k_1 + k_3 + k_4} = -0.093$$

کنترول:

$$\mu_{11-6} + \mu_{11-12} + \mu_{11-16} = 0.5$$

$$-(0.135 + 0.272 + 0.272) = -0.5$$

د **12 غوټې** لپاره شمیرنه کوو:

$$\mu_{12-11} = -0.5\frac{k_1}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4} = -0.214$$

$$\mu_{12-17} = -0.5\frac{k_4}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4} = -0.073$$

$$\mu_{12-7} = -0.5\frac{k_2}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4} = -0.107$$

$$\mu_{12-13} = -0.5\frac{k_3}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4} = -0.106$$

کنترول:

$$\mu_{12-11} + \mu_{12-17} + \mu_{12-7} = 0.5$$

$$-(0.214 + 0.073 + 0.106 + 0.107) = -0.5$$

د **13 غوټې** لپاره شمیرنه کوو:

$$\mu_{13-12} = -0.5\frac{k_2}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4} = -0.107$$

$$\mu_{13-18} = -0.5\frac{k_4}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4} = -0.073$$

$$\mu_{13-14} = -0.5\frac{k_1}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4} = -0.214$$

$$\mu_{13-8} = -0.5\frac{k_3}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4} = -0.106$$

كنترول:

$$\mu_{13-12} + \mu_{13-18} + \mu_{13-14} + \mu_{13-8} = 0.5$$

$$-(0.107 + 0.073 + 0.214 + 0.106) = -0.5$$

د **14 غوټې** لپاره شميرنه کوو:

$$\mu_{14-13} = -0.5\frac{k_1}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4} = -0.214$$

$$\mu_{14-15} = -0.5\frac{k_2}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4} = -0.107$$

$$\mu_{14-9} = -0.5\frac{k_3}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4} = -0.106$$

$$\mu_{14-19} = -0.5\frac{k_4}{k_1 + k_2 + k_3 + k_4} = -0.073$$

كنترول:

$$\mu_{14-13} + \mu_{14-15} + \mu_{14-9} + \mu_{14-19} = 0.5$$

$$-(0.214 + 0.107 + 0.106 + 0.073) = -0.5$$

د **15 غوټې** لپاره شميرنه کوو:

$$\mu_{15-14} = -0.5\frac{k_2}{k_1 + k_3 + k_4} = -0.187$$

$$\mu_{15-10} = -0.5\frac{k_3}{k_1 + k_3 + k_4} = -0.185$$

$$\mu_{15-20} = -0.5\frac{k_4}{k_1 + k_3 + k_4} = -0.128$$

کنترول:

$$\mu_{15-14} + \mu_{15-10} + \mu_{15-20} = 0.5 -$$

$$-(0.187 + 0.187 + 0.128) = -0.5$$

۱۴,۷ دکوړوالي مومنتونوشميرنه

دکوړوالي مومنت دشميرنې لپاره لانديني فورمولونه کاروو:

$$M_{1-2} = \frac{q\ell^2}{12} = \frac{1.405 \times 2^2}{12} = 0.468\ t.m$$

$$M_{1-2} = -M_{2-1}$$

$$M_{2-3} = \frac{q\ell^2}{12} = \frac{3.108 \times 4^2}{12} = 4.144\ t.m$$

$$M_{2-3} = -M_{3-2}$$

$$M_{3-4} = \frac{q\ell^2}{12} = \frac{1.465 \times 2^2}{12} = 0.468\ t.m$$

$$M_{3-4} = -M_{4-3}$$

$$M_{4-5} = \frac{q\ell^2}{12} = \frac{3.108 \times 4^2}{12} = 4.144\ t.m$$

$$M_{4-5} = -M_{5-4}$$

$$M_{6-7} = \frac{q\ell^2}{12} = \frac{1.513 \times 2^2}{12} = 0.504\ t.m$$

$$M_{6-7} = -M_{7-6}$$

$$M_{7-8} = \frac{q\ell^2}{12} = \frac{2.711 \times 4^2}{12} = 3.615\ t.m$$

$$M_{7-8} = -M_{8-7}$$

$$M_{8-9} = \frac{q\ell^2}{12} = \frac{1.704 \times 2^2}{12} = 0.568\ t.m$$

$$M_{8-9} = -M_{9-8}$$

$$M_{9-10} = \frac{q\ell^2}{12} = \frac{3.472 \times 4^2}{12} = 4.629\ t.m$$

$$M_{9-10} = -M_{10-9}$$

$$M_{11-12} = \frac{q\ell^2}{12} = \frac{1.513 \times 2^2}{12} = 0.504\ t.m$$

$$M_{11-12} = -M_{12-11}$$

$$M_{12-13} = \frac{q\ell^2}{12} = \frac{2.711 \times 4^2}{12} = 3.615\ t.m$$

$$M_{12-13} = -M_{13-12}$$

$$M_{13-14} = \frac{q\ell^2}{12} = \frac{1.704 \times 2^2}{12} = 0.568\ t.m$$

$$M_{13-14} = -M_{14-13}$$

$$M_{14-15} = \frac{q\ell^2}{12} = \frac{3.472 \times 4^2}{12} = 4.629\ t.m$$

$$M_{14-15} = -M_{15-14}$$

که دغوټو په يوه خواکې دمومنت قيمت مثبت وي،نو په بله خوا کې به يې منفي وي.له دې وروسته دهرې يوې ستنې يا پايې په څوکه کې دحلقې په يو ټاکلي ځای کې دويشنې ضريبونوقيمتونه ځای پرځای کوو اوشميرنه په دوومرحلو کې ترسره کوو.

لومړۍ مرحله:1 **غوټه** په پام کې نيسواودغوټې پرشاوخوا کې د مومنتونو الجبري مجموعه به دغه قيمت$0.468 \approx 0.468 + 0$ سره برابروي،نوځکه دغه قيمت دورته ويشنې ضريب μ قيمت سره ضربوو اولاس ته راغلي قيمت دګاډريا ستنې په څوکه ليکولکه

$$0.468(-0.166) = -0.0776 \approx -0.078$$

$$0.468(-0.334) = -0.1563 \approx -0.156$$

په همدې توګه ورته دويمه غوټه په پام کې نيسو.

په 2 غوټه کې

دغوټې پرشاوخوادمومنتونوالجبري مجموعه په لاس راوړو:

$$-0.468 + 4.144 = 3.676\ t.m$$

بيا دغه قيمت سره د *1-2* ګادړپه څوکه کې لاس ته راغلی مومنت قيمت(0.156-) جمع کوو:

$$3.673 + (-0.156) = 3.52$$

بيا دغه قيمت په ويشني ضريبونوکې ضربووا وقيمتونه يې دګادړيا ستنې په څوکه کې ليکو:

$$3.52(-0.251) = -0.8835 \approx -0.883$$

$$3.52(-0.124) = -0.4364 \approx -0.436$$

$$3.52(-0.125) = -0.44$$

په 3غوټه کې

$$-4.144 + 0.468 = -3.676$$

$$-3.676 + (-0.44) = -4.116$$

$$-4.116(-0.125) = 0.514$$

$$-4.116(-0.124) = 0.510$$

$$-4.116(-0.251) = 1.033$$

په 4غوټه کې

$$-4.144 - 0.468 = -3.676$$

$$-3.676 + 1.033 = 4.709$$

$$4.709(51 - 0.251) = -1.182$$

$$4.709(-0.125) = 0.588$$

$$4.709(-0.124) = -9.584$$

په 5غوټه کې

$$-4.144 + 0 = -4.144$$

$$-4.144 + (-0.588) = -4.732$$

$$-4.732 + (-0.251) = 1.188$$

$$-4.732 + (-0.249) = 1.178$$

په 6غوټه کې

$$0.504 + 0 = 0.504$$

$$0.426 + (-0.125) = -0.053$$

$$0.426 + (-0.124) = -0.053$$

$$0.426 + (-0.250) = -0.107$$

په 7غوټه کې–

$$-0.504 + 3.615 = 3.111$$

$$3.111 + (-0.107) + 0.436 = 2.568$$

$$2.568(-0.201) = -0.516$$

$$2.568(-0.099) = -0.2514$$

$$2.568(-0.101) = -0.259$$

$$2.568(-0.099) = -0.254$$

په 8غوټه کې-

$$-3.615 + 0.568 = -3.047$$

$$-3.047 + (-0.259) + 0.510 = -2.796$$

$$-2.796(-0.101) = 0.282$$

$$-2.796(-0.099) = 0.277$$

$$-2.796(-0.201) = 0.562$$

$$-2.796(-0.099) = 0277$$

په 9غوټه کې-

$$-0.568 + 4.629 = 4.061$$

$$4.601 + 0.562 + (-0.584) = 4.039$$

$$4.039(-0.201) = -0.812$$

$$4.039(-0.099) = -0.400$$

$$4.039(-0.101) = -0.408$$

په 10غوټه کې-

$$-4.629 + 0 = -4.629$$

$$-4.629 + (-0.408) + 1.178 = -3.859$$

$$-3.859(-0.168) = 0.648$$

$$-3.859(-0.166) = 0.640$$

$$-3.859(-0.166) = 0.640$$

په 11غوټه کې–

$$0 + 0.504 = 0.504$$

$$0.504(-0.053) = 0.451$$

$$0.451(-0.093) = -0.045$$

$$0.451(-0.135) = -0.061$$

$$0.451(-0.272) = -0.123$$

په 12غوټه کې–

$$-0.504 + 3.615 = 3.111$$

$$3.111 + (-0.123) + (-0.254) = 2.734$$

$$2.734(-0.214) = -0.585$$

$$2.734(-0.073) = -0.199$$

$$2.734(-0.107) = -0.292$$

$$2.734(-0.106) = -0.290$$

په 13غوټه کې–

$$-3.615 + 0.568 = -3.047$$

$$-3.047 + (-0.292) + 0.277 = -3.062$$

$$-3.062(-0.107) = 0.328$$

$$-3.062(-0.073) = 0.223$$

$$-3.062(-0.214) = 0.655$$

$$-3.062(-0.106) = -0.324$$

په 14غوټه کې

$$-0.568 + 4.629 = 4.061$$

$$4.061 + 0.655 + (-0.400) = 4.316$$

$$-4.061(-0.021) = -0.924$$

$$-4.316(-0.073) = -0.315$$

$$-4.316(-0.107) = -0.462$$

$$-4.316(-0.106) = -0.457$$

په 15غوټه کې

$$-4.629 + 0 = -4.629$$

$$-4.629 + (-0.462) + 0.640 = -4.451$$

$$-4.451(-0.187) = 0.832$$

$$-4.451(-0.128) = 0.570$$

$$-4.451(-0.185) = 0.823$$

دوېمه مرحله: **دلومړۍ** غوټېنه شميرنه پيلوو،د حلقې په منځ کې دمومنت دقيمت سره دګاډرياستنې په څوکوکې دلاس ته راغلومومنتونو قيمتونه جمع کوولکه:

$$0.468 + (-0.883) + (-0.053) = -0.468$$

بیا دغه لا س ته راغلي قیمت دویشنې ضریبونوکې ضربوولکه:

$$-0.468 + (-0.166) = 0.077 \approx 0.078$$

$$-0.468 + (-0.33)4 = 0.156$$

2غوټه په پام کې نیسو:

$$3.676 + 0.156 + (-0.254) + 0.514 = 4.092$$

$$4.092 + (-0.251) = -1.027$$

$$4.092 + (-0.124) = -0.507$$

$$4.092 + (-0.125) = -0.511$$

3غوټه په پام کې نیسو:

$$-3.676 + (-0.511) + (-1.182) + 0.27 = -5.092$$

$$-5.092(-0.125) = 0.636$$

$$-5.092(-0.124) = 0.631$$

$$-5.092(-0.251) = 1.278$$

4غوټه په پام کې نیسو:

$$3.676 + 1.278 + 1.88 + (-0.400) = 6.434$$

$$6.434(-0.251) = -1.615$$

$$6.434(-0.124) = -0.798$$

$$6.434(-0.125) = -0.804$$

5غوټه په پام کې نيسو:

$$-4.144 + (-0.804) + 0.600 = -4.348$$

$$-4.348(-0.251) = 1.091$$

$$-4.348(-0.249) = 1.083$$

6غوټه په پام کې نيسو:

$$0.504 + 0.078 + (-0.061) + (-0.516) = 0.005$$

$$0.005(-0.124) = -0.00062$$

$$0.005(-0.251) = -0.00120$$

$$0.005(-0.125) = -0.00060$$

7غوټه په پام کې نيسو:

$$3.111 + (-0.0012) + (-0.029) + 0.282 = 2.595$$

$$2.595(-0.201) = -0.521$$

$$2.595(-0.099) = -0.257$$

$$2.595(-0.101) = -0.262$$

$$2.595(-0.099) = -0.257$$

8غوټه په پام کې نيسو:

$$-3.047 + (-0.262) + 0.631 + (-0.324) = -3.166$$

$$-3.166(-0.101) = 0.320$$

$$-3.166(-0.099) = 0.313$$

$$-3.166(-0.201) = 0.636$$

$$-3.166(-0.099) = 0.313$$

9غوټه په پام کې نیسو:

$$4.061 + 0.636 + (-0.798) + (-0.457) +$$

$$+0.648 = 4.090$$

$$4.09(-0.201) = -0.822$$

$$4.09(-0.099) = -0.405$$

$$4.09(-0.101) = -0.413$$

$$4.09(-0.099) = -0.405$$

10غوټه په پام کې نیسو:

$$-4.629 + (-0.413) + 1.083 + 0.823 = -3.136$$

$$-3.136(-0.168) = 0.527$$

$$-3.136(-0.166) = 0.520$$

$$-3.136(-0.166) = 0.520$$

11غوټه په پام کې نیسو:

$$0.504 + (-0.0006) + (-0.585) = -0.081$$

$$-0.082(-0.099) = 0.0081$$

$$-0.082(-0.093) = 0.0022$$

$$-0.082(-0.135) = 0.011$$

12غوټه په پام کې نيسو:

$$3.111 + 0.022 + 0.328 + (-0.257) = 3.204$$

$$3.204 + (-0.214) = -0.686$$

$$3.204 + (-0.073) = -0.234$$

$$3.204 + (-0.107) = -0.343$$

$$3.204 + (-0.106) = -0.340$$

13غوټه په پام کې نيسو:

$$-3.047 + 0.343 + 0.313 + (-0.924) = -4.001$$

$$-4.001(-0.107) = 0.428$$

$$-4.001(-0.073) = 0.292$$

$$-4.001(-0.214) = 0.856$$

$$-4.001(-0.106) = 0.424$$

14غوټه په پام کې نيسو:

$$-4.061 + 0.856 + 0.832 + (-0.405) = 5.344$$

$$5.344 + (-0.214) = -1.144$$

$$5.344 + (-0.073) = -0.390$$

$$5.344 + (-0.107) = -0.572$$

$$5.344 + (-0.106) = -0.566$$

15غوټه په پام کې نیسو:

$$-4.629 + (-0.572) + 0.520 = -4.681$$

$$-4.681(-0.187) = 0.875$$

$$-4.681(-0.128) = 0.599$$

$$-4.681(-0.185) = 0.866$$

په همدې ترتیب شمیرنه ترهغه مهاله کوو،چې یوډول قیمتونوترلاسه شي.

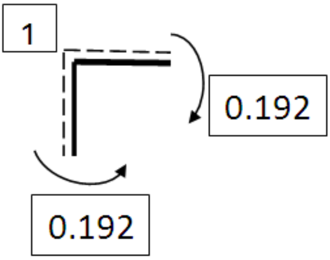
له دې نه وروسته شمیرنه په دې توګه اجراءکوو،یعنې شمیرنه په لومړۍ ستنه کې دمومنت دشمیرلوله پاره دغه عملیه پیلوو:

$$0 + 2(0.105) + (-0.017) = 0.193$$

دګاډردلومړۍ غوټې په ښې خواکې:

$$0.468 + 2(0.210) + (-1.081) = -.193$$

کنترول:



$$\sum M = 0$$

$$0.193 - 0.193 = 0$$

دګاډرد2 غوټې په کینه خواکې:

$$2(-1.081) + 0.210 + (-1.468) = -2.422$$

د 2 غوټې په بيخ کې :

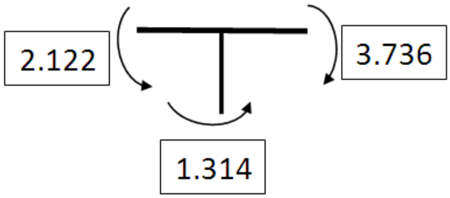
$$2(-0.537) + (-0.246) = 1.314$$

د ګاډرد 2 غوټې په ښي خواکې:

$$2(-0.539) + 0.670 + 04.144 = 3.736$$

کنترول :

$$\sum M = 0;\ -2.422 - 1.314 + 3.736 = 0$$

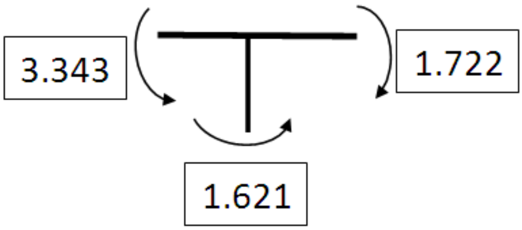


دګاډرد 3 غوټې په ګینه خواکې:

$$2(0.670) + (-0.539) + (-4.144) =$$
$$=-3.343$$

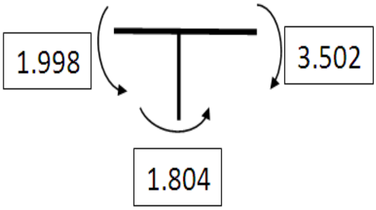
دستنې د3 غوټې په بيخ کې :

$$2(0.664 + 0.293 = 1.621$$



دګاډرد 4 غوټې په ګینه خواکې:

$$-0.468 + (-1.438) = -1.999$$



دستنې د4 غوټې په بيخ کې :

$$2(-0.710) + (-0.384) = -0.804$$

دګادړرد 4 غوټې په ګينه خواکې:

$$2(-0.716) + (-1.092) + 4 = 3.804$$

کنترول :

$$\sum M = 0;\ -1.999 - 1.804 + 3.804 \approx 0.001$$

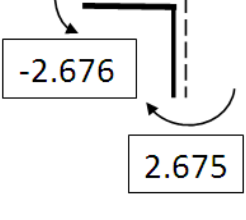
دګادړرد 5 غوټې په ګينه خواکې:

$$2(-1.092) + (-0.716) + (-4.144) =$$

$$2.184 - 4.860 = -2.676$$

دستنې د5 غوټې لاندينیخواکې:

$$2(1.053) + 0.509 == 2.675$$



کنترول:

$$\sum M = 0;\ -2.675 + 2.675 = 0$$

دستنې د6 غوټې په څوکه کې:

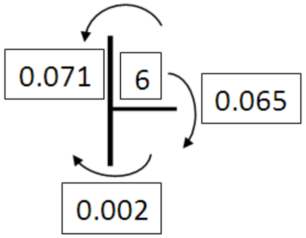
$$0 + (-0.017) + 0.105 = 0.$$

دګاډرد 6 غوټې په بنې خواکې:

$$0.504 + 2(-0.035) + (-0.499) = -0.65$$

دستنې د6 غوټې په بيخ کې:

$$2(-.0170) + 0.032 = 0.002$$



کنترول:

$$\sum M = 0; 0.017 - 0.065 - 0.002 =$$

$$= 0.071 - 0.067 \approx 0.004$$

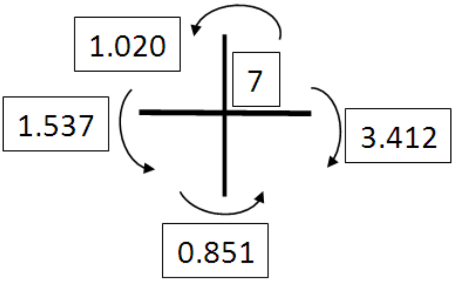
$$0.004 = 0$$

دستنې د**7** غوټې په څوکه کې:

$$2(-0.246) + (-0.534) = -1.026.$$

دګاډرد **7** غوټې په بنې خواکې:

$$-0.035 + 2(-0.4)99) + (-0.504) = -1.537$$



دستنې د**7** غوټې په بيخ کې:

$$2(-0.246) + (-0.359) = -0.851$$

دګاډرد 7 غوټې په ګينه خواکې:

$$2(-0.251) + 0.299 + 3.615 = 3.412$$

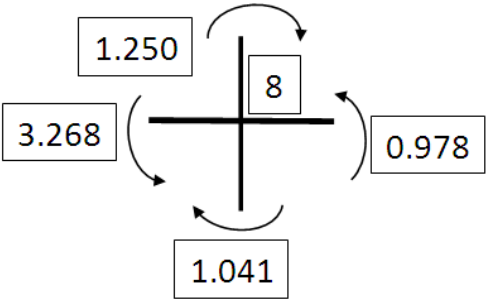
کنترول:

$$\sum M = 0;\ 1.537 - 0.851 + 3.412 - 1.02 =$$

$$= -3.414 + 3.412 = 0.002 \approx 0$$

دستنې د8 غوټې په څوکه کې:

$$2(0.293) + 0.664 = 1.250$$



دستنې د8 غوټې په بيخ کې :

$$2(0.293) + 0.455 = 1.041$$

دګاډرد 8 غوټې په ښي خواکې:

$$2(0.299) + 2(-0.251) + (-3.615) =$$

$$= 0.598 - 3.866 = -3.268$$

دګاډرد 8 غوټې په ګينه خواکې:

$$2(0.595) + 2(-0.780) + 0.568 = 0.976$$

کنترول:

$$\sum M = 0;\ 1.250 + 1.041 - 3.268 + 0.978 =$$

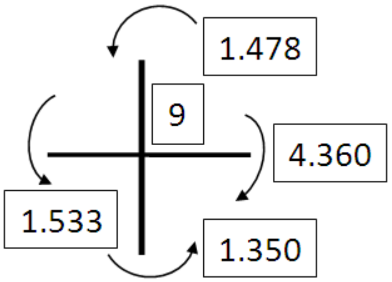
$$= 0.001 \approx 0$$

دستنې د9 غوټې په څوکه کې:

$$2(-0.384) + (-0.0.710) = -1.478$$

دستنې د **9**غوټې په بيخ کې :

$$2(-0.384) + (-0.580) = -1.348$$



دګاډرد **9** غوټې په ښې خواکې:

$$2(-0.760)+0.595-0.568=-1.533$$

دګاډرد **9** غوټې په ګينه خواکې:

$$2(-0.392)+0.515+4.629=4.360$$

كنترول:

$$\sum M=0;\ -1.478-1.348-1.533+4.36$$

$$=4.36-4.359=0.001\approx 0$$

دستنې د**10**غوټې په څوکه کې:

$$2(0.509)+1.083=2.101$$

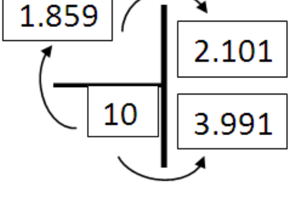
دستنې د **10**غوټې په بيخ کې :

$$2(0.509)+0.874=1.889$$

دګاډرد 10غوټې په ښې خواکې:

$$(-0.392)+2(0.515)+=(-4.629)=-3.991$$

دګاډرد **10**غوټې په ګينه خواکې:



كنترول:

$$\sum M=0;\ 2.101+1.889-3.991=$$

$$= 3.990 - 3.991 = 0.001 \approx 0$$

دستنې د11غوټې په څوکه کې:

$$2(0.032) + 0.017 = 0.047$$

دستنې د 11غوټې په بيخ کې :

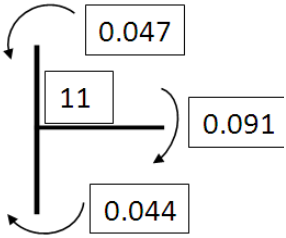
$$2(0.022) + 0 = 0.044$$

دګاډرد 11 غوټې په ګينه خواکې:

$$2(0.065) + (-0.725) + 0.504 = -0.091$$

کنترول:

$$\sum M = 0;$$



$$0.047 + 0.044 - 0.091 =$$

$$= 0.091 - 0.091 = 0$$

دستنې د **12**غوټې په څوکه کې :

$$2(-0.359) + (-0.246) = 0.962$$

دستنې د **12**غوټې په بيخ کې :

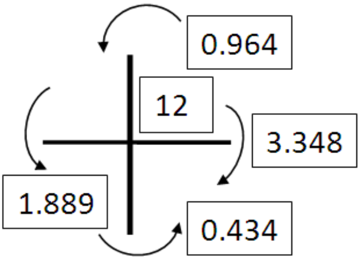
$$2(-0.274) + 0 = -0.494$$

دګاډرد **12** غوټې په ښې خواکې:

$$2(-0.725) + (-0.504) + 0.065 = -1.889$$

دګاډرد 12 غوټې په ګینه خواکې:

$$2(-0.363) + 0.459 + 3.615 = 3.348$$



کنترول:

$$\sum M = 0;\ 0.494 - 1.889 - 0.964 + 3.348 =$$

$$= -3.347 + 3.348 = 0.001 \approx 0$$

د ستنې د13غوټې په څوکه کې:

$$2(0.455) + 0.293 = 1.203$$

د ستنې د 13غوټې په بیخ کې :

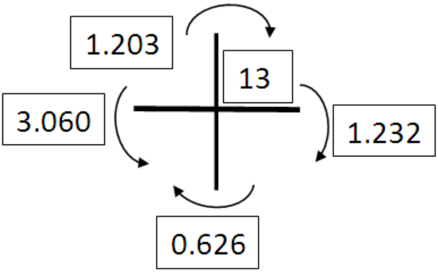
$$2(0.313) + 0 = 0.626$$

د ګاډرد 13 غوټې په ښي خواکې:

$$2(0.45) + (-0.363) + (-3.615) = -3.06$$

د ګاډرد 13 غوټې په ګینه خواکې:

$$2(0.918 + (-1.172) + 0.568 = -1.232$$



کنترول:

$$\sum M = 0;\ 1.203 + 0.626 + 1.232 =$$
$$= -3.061 + 3.060 = 0.001 \approx 0$$

د ستنې د14غوټې په ځوکه کې:

$$2(-0.580) + (-0.384) = -1.544$$

د ستنې د 14غوټې په بيخ کې :

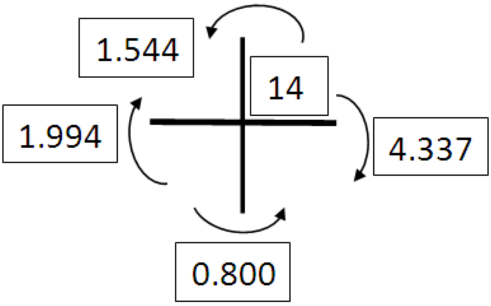
$$2(-0.400) + 0 = -0.800$$

د ګاډرد 14 غوټې په ښي خواکې:

$$2(-1.172) + 0.918 + 4.629 = 4.337$$

دګاډرد 14 غوټې په ګينه خواکې:

$$2(-0.586) + 0.880 + 4.629 = 4.337$$



کنترول:

$$\sum M = 0;\ -1.544 + (-1.994) + (-0.800) +$$

$$+4.337 = -4.338 + 4.337 = 0.001 \approx 0$$

د ستنې د 15غوټې په ځوکه کې:

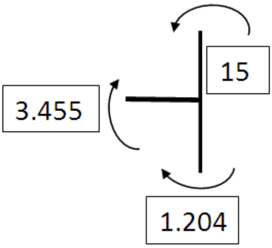
$$2(0.871) + 0.509 = 2.251$$

د ستنې د 15غوټې په بیخ کې:

$$2(0.602) + 0 = 1.251$$

دګاډرد 15 غوټې په ښې خواکې:

$$2(0.880) + (-0.586) + (-4.629) = -3.45$$



کنترول:

$$\sum M = 0;\ 2.251 + 1.204 - 3.455 =$$

$$= 3.455 - 3.455 = 0$$

۸-۱۴ په ګاډرونوکې دعرضي قووتاکنه

لومړی د 2 – 1 او1 – 2 غوټوترمنځ عرضي قوې پیداکوو:

$$Q_{1-2} = -Q_{1-2}$$

$$Q_{1-2} = R_{1-2} = \frac{q \times \ell}{2} + \frac{|M_1| + |M_2|}{\ell} =$$

$$= \frac{1.405 \times 2}{2} + \frac{|-0.193| + |2.422|}{2} =$$

$$= 1.405 + 1.3075 = \mp 2.7125$$

بيا د $3-2$ او د $2-3$ غوټوترمنځ عرضي قوې پيداکوو:

$$Q_{2-3} = -Q_{3-2}$$

$$Q_{2-3} = R_{2-3} = \frac{3.108 \times 4}{2} + \frac{|3.736| + |-3.331|}{4} =$$

$$= 6.216 + 1.769 = \mp 7.986$$

بيا د $4-3$ او د $3-4$ غوټوترمنځ عرضي قوې پيداکوو:

$$Q_{3-4} = -Q_{4-3}$$

$$Q_{3-4} = R_{3-4} = \frac{1.405 \times 2}{2} + \frac{|1.722| + |1.298|}{2} =$$

$$= 1.405 + 1.860 = \mp 3.265$$

بيا د $5-4$ او د $4-5$ غوټوترمنځ عرضي قوې پيداکوو:

$$Q_{4-5} = -Q_{5-4}$$

$$Q_{4-5} = R_{4-5} = \frac{3.108 \times 4}{2} + \frac{|3.802| + |-2.675|}{4} =$$

$$= 6.216 + 1.618 = \mp 7.834$$

بيا د $7-6$ او د $6-7$ غوټوترمنځ عرضي قوې پيداکوو:

$$Q_{6-7} = -Q_{7-6}$$

$$Q_{6-7} = R_{6-7} = \frac{1.513 \times 2}{2} + \frac{|1.065| + |-1.577|}{2} =$$

$$= 1.513 + 0.801 = \mp 2.314$$

بيا د 8 – 7 او د 7 – 8 غوټوترمنځ عرضي قوې پيداکوو:

$$Q_{7-8} = -Q_{8-7}$$

$$Q_{7-8} = R_{7-8} = \frac{2.711 \times 4}{2} + \frac{|3.412| + |-3.268|}{4} =$$

$$= 5.422 + 1.67 = \mp 7.092$$

بيا9 – 8 او د 8 – 9غوټوترمنځ عرضي قوې پيداکوو:

$$Q_{8-9} = -Q_{9-8}$$

$$Q_{8-9} = R_{8-9} = \frac{1.704 \times 2}{2} + \frac{|-0.978| + |-1.533|}{4} =$$

$$= 1.704 + 1.256 = \mp 7.092$$

$$Q_{9-10} = -Q_{10-9}$$

$$Q_{9-10} = R_{9-10} = \frac{3.472 \times 4}{2} + \frac{|-4.360| + |-3.991|}{4} =$$

$$= 6.994 + 2.088 = \mp 9.032$$

$$Q_{11-12} = -Q_{12-11}$$

$$Q_{11-12-9} = \frac{1.530 \times 2}{2} + \frac{|0.091| + |-1.889|}{2} =$$

$$= 1.530 + 0.990 = \mp 2.520$$

$$Q_{12-13} = -Q_{13-12}$$

$$Q_{12-13} = \frac{2.710 \times 4}{2} + \frac{|3.348| + |-3.060|}{4} =$$

$$= 1.707 + 1.613 = \mp 3.317$$

$$Q_{13-14} = -Q_{14-13}$$

$$Q_{13-14} = \frac{1.704 \times 4}{2} + \frac{|1.232| + |-1.994|}{4} =$$

$$= 1.104 + 1.613 = \mp 3.317$$

$$Q_{14-15} = -Q_{15-14}$$

$$Q_{14-15} = \frac{3.472 \times 4}{2} + \frac{|4.330| + |-3.455|}{4} =$$

$$= 6.944 + 1.946 = \mp 8.890$$

۱۴,۹ د کوږوالي مومنتونودډېرلوړقميت شميرنه

دکوږوالي مومنت لوړقيمت دلانديني فورمول له مخې ټاکلى شو:

$$M_{ma}x = Q \times X - \frac{q \times X^2}{2} - M \ \Rightarrow X = \frac{Q}{2}$$

$$M_{ma}x = \frac{Q^2}{2q} - M$$

$$M_{max}^{1-2} = \frac{(2.7125)^2}{2 \times 1.405} - (0.193) =$$

$$= \frac{7.583}{2.81} - (-0.193) = 2.619 + 0.193 = 2.612 \ t.m$$

$$M_{max}^{2-3} = \frac{(7.986)^2}{2 \times 3.19} - (3.736) =$$

$$= \frac{63.776}{6.216} - 3.736 = 6.524\ t.m$$

$$M_{max}^{3-4} = \frac{(3.265)^2}{2 \times 1.405} - (1.722) =$$

$$= \frac{10.66}{2.80} - 1.722 = 2.071\ t.m$$

$$M_{max}^{4-5} = \frac{(7.834)^2}{2 \times 3.10} - (3.802) =$$

$$= \frac{6.371}{6.216} - 1.802 = 6.080\ t.m$$

$$M_{max}^{6-7} = \frac{(2.314)^2}{2 \times 1.513} - (0.065) =$$

$$= \frac{5.354}{2 \times 0.275} - 0.065 = 1.704\ t.m$$

$$M_{max}^{7-8} = \frac{(7.092)^2}{2 \times 2.711} - (3.414) =$$

$$= \frac{52.296}{5.422} - 3.412 = 5.864\ t.m$$

$$M_{max}^{8-9} = \frac{(2.960)^2}{2 \times 1.704} - (0.970) =$$

$$= \frac{8.762}{3.401} - 0.975 = 1.593\ t.m$$

$$\mathrm{M}_{\max}^{9-10} = \frac{(9.032)^2}{2 \times 3.472} - (4.360) =$$

$$= \frac{8158}{6.944} - 4.360 = \pm 7.388\ t.m$$

$$\mathrm{M}_{\max}^{11-12} = \frac{(2.520)^2}{2 \times 1.530} — 0.091 =$$

$$= \frac{6.350}{3.060} - 0.091 = \pm 2.166\ t.m$$

$$\mathrm{M}_{\max}^{12-13} = \frac{(7.022)^2}{2 \times 2.710} — 3.348 =$$

$$= \frac{49.31}{5.420} - 3.348 = \pm 5.750\ t.m$$

$$\mathrm{M}_{\max}^{13-14} = \frac{(3.317)^2}{2 \times 1.704} — 1.232 =$$

$$= \frac{11.00}{2.14} - 1.232 = \pm 3.910\ t.m$$

$$\mathrm{M}_{\max}^{14-15} = \frac{(8.89)^2}{2 \times 3.472} — 4.33 = 0$$

$$= \frac{79.03}{6.944} - 4.330 = \pm 7.050\ t.m$$

۱۴,۹ په ستنو(پايو) کې دعرضي قووشميرنه

په ستنوکې عرضي قووشميرنه دلانديښوفورمولونوله مخې ترسره کيږي:

$$Q = \frac{|M_1| + |M_2|}{h}$$

$$Q_{1-6} = -Q_{6-1} = \frac{|0.193| + |0.071|}{2.7} = 0.098 \text{ tons}$$

$$Q_{2-7} = -Q_{7-2} = \frac{|-0.314| + |-1.026|}{2.7} = 0.870 \text{ tons}$$

$$Q_{3-8} = -Q_{8-3} = \frac{|1.621| + |1.25|}{2.7} = 1.063 \text{ tons}$$

$$Q_{4-9} = -Q_{9-4} = \frac{|1.804| + |-1.478|}{2.7} = 1.216 \text{ tons}$$

$$Q_{5-10} = -Q_{10-5} = \frac{|2.675| + |2.101|}{2.7} = 1.769 \text{ tons}$$

$$Q_{6-11} = -Q_{11-6} = \frac{|0.002| + |0.047|}{2.7} = 0.018 \text{ tons}$$

$$Q_{7-12} = -Q_{12-7} = \frac{|-0.851| + |-0.964|}{2.7} = 0.672 \text{ tons}$$

$$Q_{8-13} = -Q_{13-8} = \frac{|1.041| + |1.203|}{2.7} = 0.831 \text{ tons}$$

$$Q_{9-14} = -Q_{14-9} = \frac{|-1.35| + |-1.544|}{2.7} = 1.072 \text{ tons}$$

$$Q_{10-15} = -Q_{15-10} = \frac{|1.889| + |2.251|}{2.7} = 1.533 \text{ tons}$$

$$Q_{12-17} = -Q_{17-12} = 0.490 \text{ tons}$$

$$Q_{13-18} = -Q_{18-13} = 0.626 \text{ tons}$$

$$Q_{15-20} = -Q_{20-15} = 1.204 \text{ tons}$$

۱۴,۱۰ دعرضي قووددیاګرام جوړښت

دعرضي قوودټاکنې نه وروسته ټاکنې نه وروسته لومړی په ګاډرونو اوبیا په ستنوکې دعرضي قوودقیمتونوله مخې داساس کرښې په دواړو خوا کې دغه قیمتونه $Q_{1-2} = Q_{2-1}$ په یوټاکلي مقیاس سره بیلوو اودنورولپاره هم دغه حالت ته ادامه ورکوو.

په ګاډرونوکې دعرضي قووقیمتونه داساس کرښې سره پرې کوي او په ستنوکې یې قیمتونه ثابت دي.

۱۴,۱۱ د کوږوالي مومنتونود دیاګرام جوړښت

په هره غوټه کې دکوږوالي مومنتونودقیمتونودټاکنې نه وروسته دغه قیمتونه په یوټاکلي مقیاس کې داساس کرښې دواړوخواوو ته بیلو، د ویشلي منظم بارله مخې ددیاګرام کرښه پارابولي اوپه ستنوکې مستقیمي کرښې داساس کرښې سره پرې کوي رسموو.

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 (ننگرهار، کابل، کابل پولی تخنیک، 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 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 کانی	ننگرهار	۲۰	کيميايي عنصرونه لومړی ټوک	محمد طاهر کانی	ننگرهار
۲۱	عمومی رياضيات	کل محمد جنت زی	خوست	۲۲	د اقتصاد او تجارت اصطلاحات (انگليسي- پښتو تشريحي قاموس)	پوهنيار عبدالله عادل او امان الله ورين	ننگرهار
۲۳	خطي الجبر	داکتر عبدالله مهمند	ننگرهار	۲۴	روانشناسی و ضرورت آن در جامعهٔ 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

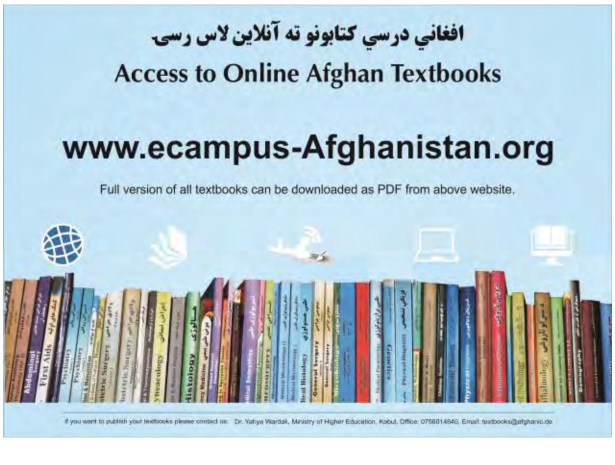
۳۷	د کرنیزو محصولاتو بازار موندنه	پوهاند محمد طیب	ننگرهار	۳۸	کارتو گرافی با اساسات توپوگرافی	پوهنوال دوکتور محمد طاهر عنایت	ننگرهار
۳۹	انرژي سمپا کوونکي ودانی	اسد الله ملکزی	ننگرهار	۴۰	د موادو مقاومت	پوهنمل بهرام امیری	خوست
۴۱	فزیکی کیمیا گازونه او کیمیاوی ترمودینامیک	پوهاند خیر محمد ماموند	ننگرهار	۴۲	اطلاعاتو ته د لاسرسي لارې چارې	دانش کروخیل	ننگرهار
۴۳	حیاتی جغرافیه	پوهاند لطف الله صافی	ننگرهار	۴۴	د فاضله اوبو انجنیري	زلمی خالقی	ننگرهار
۴۵	د ریاضي په هلکه خبرې اترې	سلطان احمد نیازمن	ننگرهار	۵۶	اقتصادي جیولوجي (کانپوهنه-فلزي کانونه)	پوهاند دوکتور شریف 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 نیازمن	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	اوسپنیز کانکریتي عناصر، لومړی برخه	پوهنوال دیپلوم انجنیر عبادالرحمن مومند	ننگرهار
۵۷	زولوجی فقاریه	ذاکره بابکرخیل	ننگرهار	۵۸	زولوجی غیرفقاریه	ذاکره بابکرخیل	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 بشیر دودیال	ننگرهار	۶۸	نباتي فزیولوژي لومړی جلد	پوهنمل محمد طاهر میاخیل	خوست
۶۹	نباتي فزیولوژي دوهم جلد	پوهنمل محمد طاهر میاخیل	خوست	۷۰	صنعتي اقتصاد	پوهاند محمد بشیر دودیال	ننگرهار
۷۱	د ساختمانونو تحلیل (لومړی برخه)	پوهاند محمد اسحق رازقی	ننگرهار	۷۲	د ساختمانونو تحلیل (دویمه برخه)	پوهاند محمد اسحق رازقی	ننگرهار

ټول کتابونه له دې ویبپاڼې څخه ډونلوډولای شی : www.ecampus-afghanistan.org

مرسته کوونکی: د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمیټې، د آلماني او افغانی پوهنتونونو ټولنې، د آلمان د فدرالی جمهوریت جنرال کنسولگری، کانراد ادناور بنسټ، میخائیل 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 II
Author Prof M Ishaq Raziqi
Publisher Nangarhar University, Engineering Faculty
Website www.nu.edu.af
Published 2020, First Edition
Copies 1000
Serial No 298
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 978-9936-633-35-3