د ساختمانی ودانیو تحلیل او ډیزاین

Structural Analysis and Design

۱.۱) پیژندنه (Introduction):

د ساختمانی ودانیو ډیزاین چی تحلیل یی تر ټولو مهمه برخه ده معمولا د کمپیوټری پروګرامونو پوسیله ترسره کیږی. ددی کار مصؤنیت او مؤثریت هغه وخت ترلاسه کیدائ شي چي د کمپیوټر کارونکی د کمپیوټري پروګرامونو په مفاهیمو، اصولو، او فرضیو باندې ښه پوه او پوره حاکمیت ولري. دغه ډیر مهم او اړین دي، نو ددې امله ډیزاینران همدغه پوهه او هنر د ځنو ساده او اسانه میټودونو له لارې چي د عین مفهوم، اصل او فرضیې پر بنسټ ولاړ وي د څیړني او تمرین له لارې زده کوي. د بیلګې په توګه تعادل، د انرژی قضیه، د موادو الاستیک او الاستو- پلاستیکي رفتار او د هغو ریاضیکي موډل جوړول.

لاسي محاسبې او تحلیلونه برسیره پردې چې د علمي کچې او ادراک د لوړاوي لپاره موږ د ښه میکانیزم سره آشنا کوي، د لمړني ډیزاین لپاره هم د ښه اټکلیز حل او د کمپیوټري محاسبې د پایلو د کتنې او ارزوني ښې لارې چارې را ښيي.

پدې کتاب کې به ټول هغه میټودونه تشریح شي چې په ورځنیو ډیزاینونو کې تری کار اخیستل کیږي، لکه د قطع میټود، د جانیټ (بند) میټود، واحد بار میټود، مومنټ ویش میټود او پلاستیکي تحلیل.

په 7 فصل کې د ډایرکټ سټیفنیس میټود Direct Stiffness Method باندې لږ رڼا اچول شویده کوم چې په زیاتره تحلیلي پرګرامونو کې ترې کار اخیستل کیږي، پدې برخه کې چې کوم مثالونه کار شویدي ډیر محدود او مشروط دي تر څو وکولای شو هغه پروسې چې په متریکس انالایسز(Matrix Analysis) میټود کې کارول شویدي؛ دغه میټود د لاسي تحلیلونو په ډله کې نه راځي.

1.2 تعادل (Equilibrium):

ټول ساختماني تحلیلونه د فریک په ډیرو اساسي قوانینو ولاړ دي مثلاً د نیوټن دوهم قانون،(وارده قوه = د جسم کتله*د جسم تعجیل).

$$F = m * a \qquad 1$$

F= پر جسم وارده قوه

M= د جسم کتله

a= د جسم تعجیل

Download from:aghalibrary.cm

په ټولیزه توګه ساختماني تحلیلونه په دوه ډوله دي:

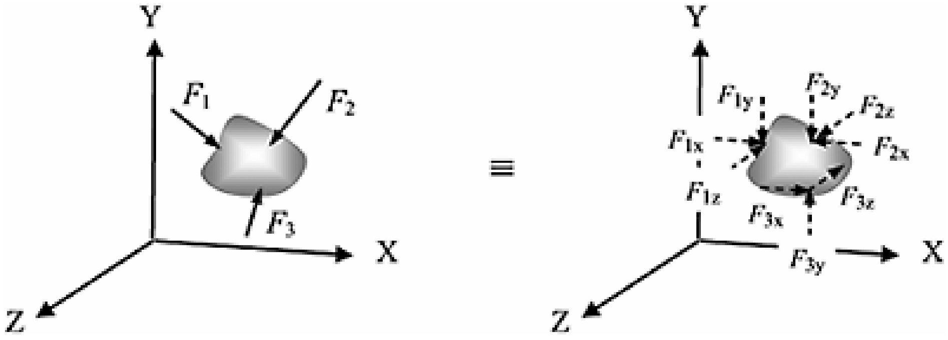
1- ډینامیکي: هغه تحلیلونه چې د وارده قواوله امله د ساختمان په ډینامیکي ځواب (dynamic response) ولاړ وي او ساختمان ته غیر صفري تعجیل ورکوي لکه د باد او زلزلې قوې، یا د کومې ماشیني وسیلې خوځښت یا هم د نقلیه وسایلو حرکت او نور.

2- سټاتیکي: هغه تحلیلونه چې د وارده قواو له امله د ساختمان په سټاتیکي ځواب ولاړ وي چې پدې صورت کې د ساختمان تعجیل صفر دی لکه د خپل وزن له امله د شکل تغییر او یا نني فشارونه (stresses) د تعمیر خپل وزن د په تعمیر کې کومه لړزه یا (vibration) نه تولیدوي.

سټاتیکي تحلیل د ډینامیکي تحلیل یو خاص حالت دی کوم چې:

$$F = m * a = 0 \qquad 2$$

F= پر جسم وارده قوه له هر اړخه چې وي چې زیاتره وخت یې په دوه یا درې اصلي محورونو کې په نظر کې نیسو لکه:



1.1 شکل

پورته معادله (2) د 1.1 شکل د وارده قواو لپارهپه لاندې ډول پلې کیږي:

3 $\Sigma Fx = 0$ دx محور سره د موازي وارده قواو مجموعه

4 $\Sigma Fy = 0$ دy محور سره د موازي وارده قواو مجموعه

5 $\Sigma Fz = 0$ دz محور سره د موازي وارده قواو مجموعه

داچې یو ستکچر نه د کوم مستقیم خط په امتداد او نه هم کوم دوراني حرکت کولای شي نو د (2) معادلې د پوره کولو لپاره درې نورې معادلې هم اړینې دي:

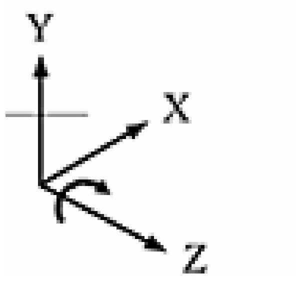
6 $\Sigma Mx = 0$ دx محور شاوخوا د مومنټ مجموعه

7 $\Sigma My = 0$ د y محور شاوخوا د مومنټ مجموعه

8 $\Sigma Mz = 0$ د z محور شاوخوا د مومنټ مجموعه

پورته (3~8) معادلې د يوې باډي [body (structure)] ستاتيکي تعادل ښيي پداسې حال کې چې درې بعدي قواوې پرې واردې شوې وي. د ډيزاين لپاره زياتره وخت دوه بعدي تحليلونه کيږي چې پدې صورت کي يوازې دوه معادلې د قواو د تعادل مثلاً (3)، او (4) چې د (x) او (y) محورونو څرګندويي کوي، او يوه معادله د مومنټ لپاره مثلاً (8) معادله چې د (z) محور څرګندوی ده بسيا کوي. اصلي محورونه بايد ټول يو پربل عمود وي، کيدای شي په هر جهت او هر استقامت په فضا کې واقع شي، خو معمولاً د (y) محور عمودي، د(x) محور افقي جهتونه لري، د (z) محور بيا د (x) او (y) محورونو په سطح باندې عمود دی. د مومنټ يا چورليدو لپاره د ساعت د عقربې سره ورته حرکت ته (+) او د ساعت د عقربې مخالف حرکت ته (-) حرکت يا چورليدنه وايي پدې اړه لاندې تړون (convention) منل شوی دی:

- د (x) محور افقي او د کيڼ لوري ښي لورته مثبت دی
- د (y) محور عمودي او مخ پورته لور ته مثبت دی
- د (z) په محور چورليدل او د ساعت د عقربې سره ورته جهت يې مثبت دی

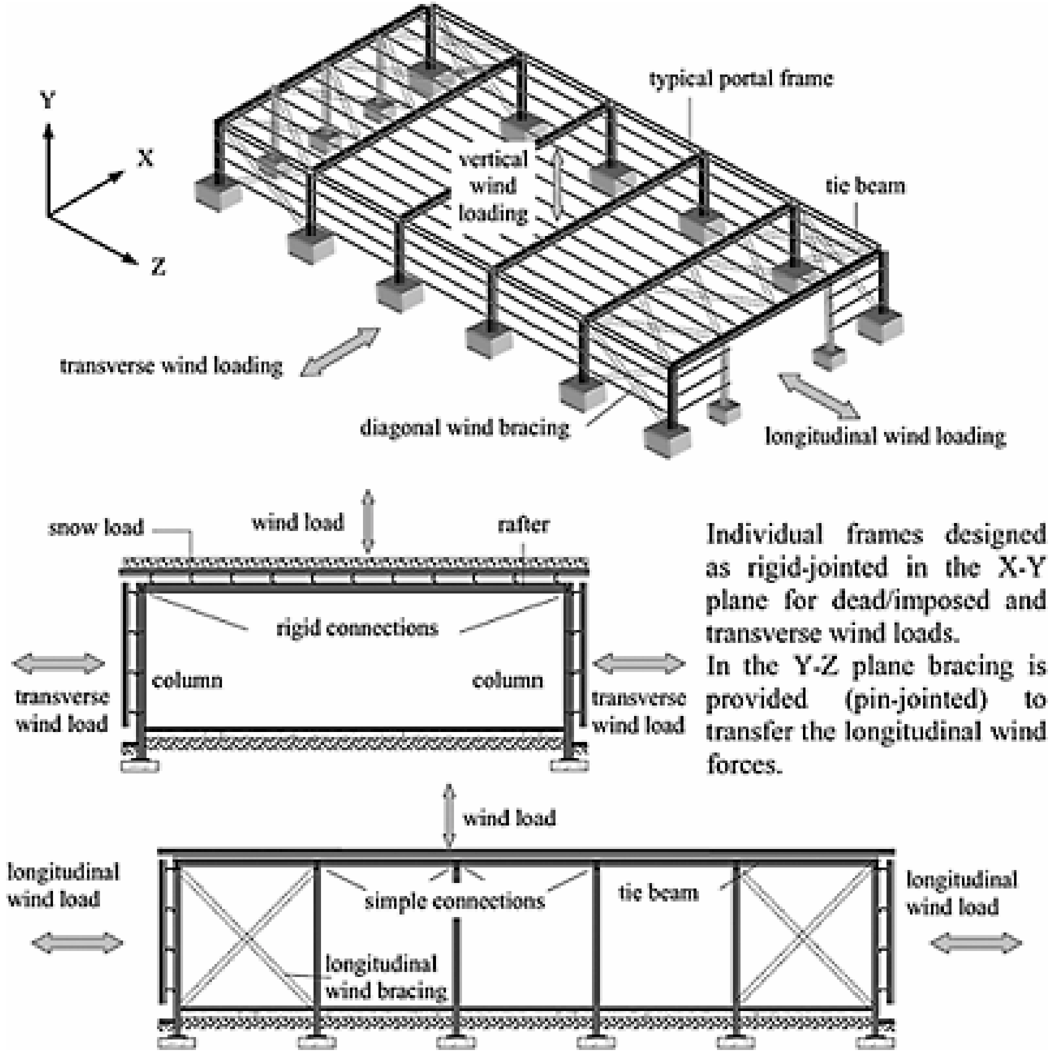


شکل 2.1

ټول هغه سترکچرونه چې د هغه د ساختماني غړو قوې او يا هم بهرني عکس العملونه يوازې د پورته ياد شوو معادلو (د تعادل معادلو) په کارولو سره پيدا کړای شو د معين ستاتيکي (statically determinate) سترکچر په نوم ياديږي، بغيير لدې د نا معين ستركچر (indeterminate structures) په نوم ياديږي. د نا معينيت درجه د نامعلومو متحولينو (مثلاً د غړو قوې او د اتکأوعکس

العملونه) د هغه شمیر څخه عبارت دی کوم چي د همدې حالت د تعادل د معادلو له شمیر څخه زیات وي (1.5 برخي ته وګرځی).

په اوسنیو شرایطو کي کمپیوټري پرګرامونه ددې وړتیا راکوي چي دری بعدي تحلیلونه د مختلف الجهت وارده قواو لپاره ترسره کړو. ددې ترڅنګ یوه پخوانی او ګټوره لار چي د سترکچرونو د تحلیل لپاره پکاریږي داده چي د تعمیر تعادل او پر هغه وارده قوې په دوه عمودي سطحو کي په پام کي ونیسو مثلاً د (x) او (y) په امتداد یو شمیر مقاوم فرمونه او پر هغوی وارده قوې په جلا جلا توګه تحلیل کړو پدې شرط چي د تعمیر عمومي تعادل خوندي وی.



3.1 شکل

1.3 میخانیکي موډل جوړول (Mathematical Modeling):

د میخانیکي موډل څخه موخه داده چې د تعمیر کړه (رفتار) د سترس، ننی قوې، د شکل تغییراو نورو کړو (رفتارونو) له مخې چې د بهرنی قوې له امله یې ښئي اټکل کړای شو.

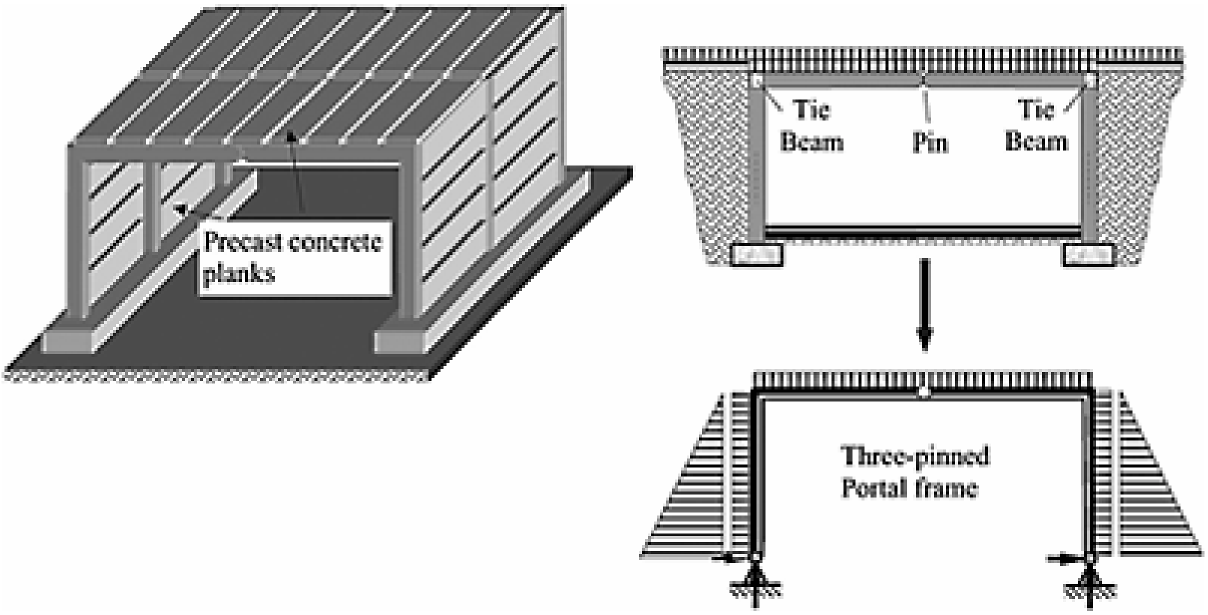
داچې تعمیر یو فزیکي او ریښتینی مجسم شی دی نو پکار ده چې ددې لپاره یو خیالي انځور (idealized model) چې د تعمیر د جوړونکو موادو، هندسي جوړښت، او فزیکي بندونو(constraints) څرګندوی وي جوړ کړو د بیلګې په توګه د عکس العملونو شرایط او یا بهرنی وارده قواوې.

د یو کره موډل جوړول د یو ځانګړي حالت لپاره د سترکچر په پیچلتیا، او د پایلو د دقت په کچې پورې اړه لري. د سترکچر موډل کول کیدای شي د یو ساده دوه بعدي عنصر څخه نیولې بیا تر ډیر پیچلي او مغلق دری بعدي عنصر پورې ټول حالتونه پکي راشي. ډیر ساده یې لکه یو ساده بیم چې دوه سرونه یې پین (pin-jointed)یا هم تړلي (rigid jointed) وي، ډیر پیچلي حالتونه یې هغه دي چې مثلاً د پله غولی، د کوټې سلب او یا هم نور چې په (FEA) کې هم تحلیل کیږي.

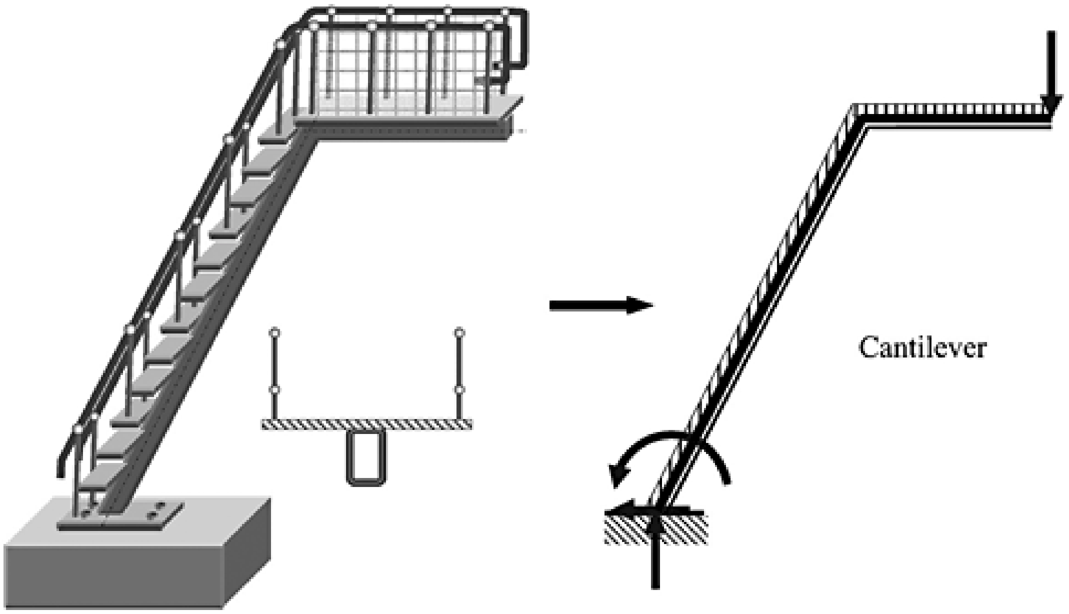
دا ډیره مهمه خبره ده چې پوه شئ دا ټول میثودونه د سترکچر د ریښتیني رفتار یو تقریبي حل دی. ځنې وخت همدغه تقربي حل د سترکچر د ریښتیني کړو (رفتار) (لکه ننیي فشارونه او د شکل تغییر) سره ډیر نږدې وي خو کله کله بیا کیدای شي یو له دوی نه هم داړه د ریښتیني کړو سره بشپړ توپیر ولري، چې دا خبره ددې څرګندویي کوي چې د یادو پارامترو څخه یو او یا هم ټول په پوره دقت ندي موډل شوي او یا نشي کیدای چې د داسې حالت لپاره بیا واړه فزیکي موډلونه جوړول اړین دي.

1.3.1 لاین دیاګرام:

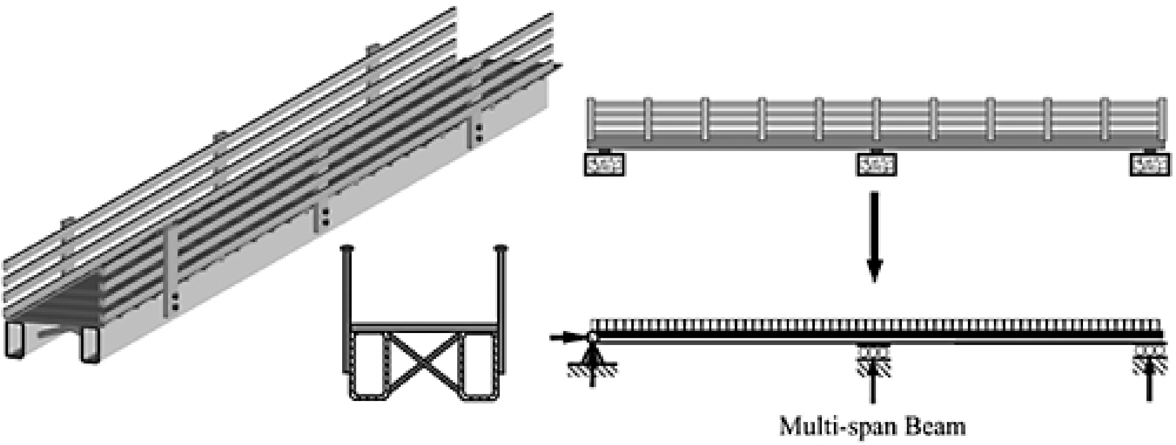
کله چې یو سترکچر موډل کوو اړینه ده چې د سترکچر هندسي شکل د خیالي غړو (idealized members) پوسیله انځور کړو د بیلګې په توګه کچیرې یو هوار فرم (frame) ولرو (چې بیم، کالم، او سلب پکې وي) نو ټول ساختماني غړي پکې د یو خط په ډول انځوریږي چې دې ته لاین دیاګرام وایي. خطونه معمولاً د غړو د مرکزي خط استازیتوب کوي، د یو شمیر مسطح فرمونو لپاره لاین دیاګرامونه په لاندې انځور کې لیدلی شئ.


Precast concrete planks
Tie Beam
Pin
Tie Beam
Three-pinned Portal frame

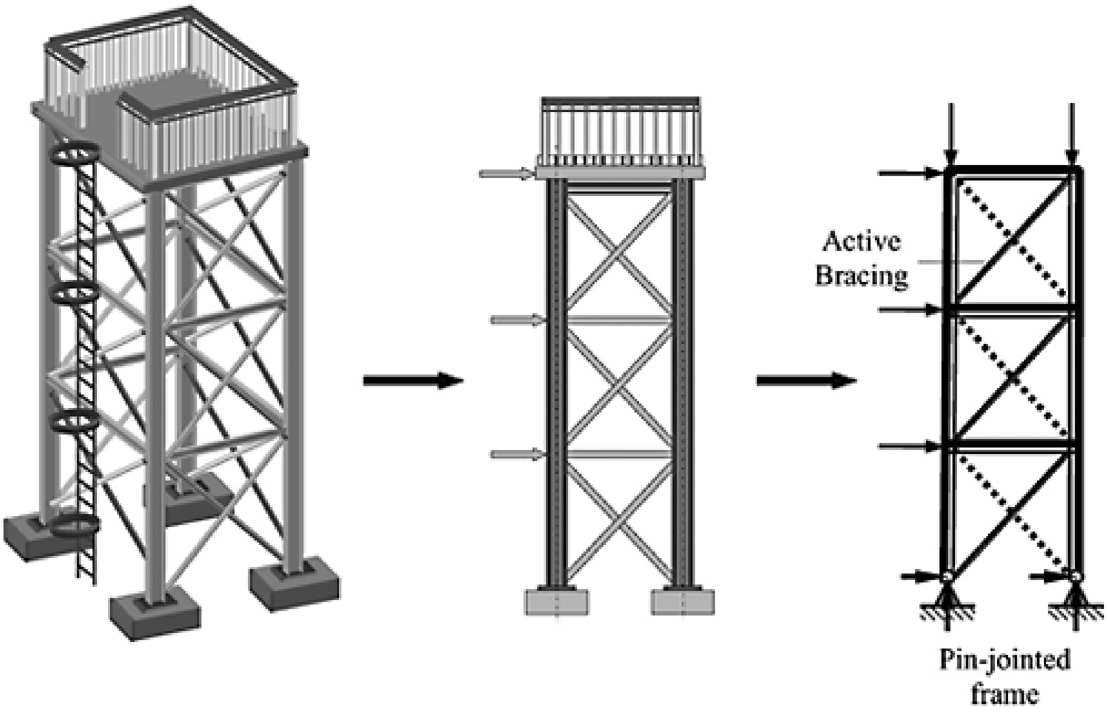
شكل 4.1


Cantilever

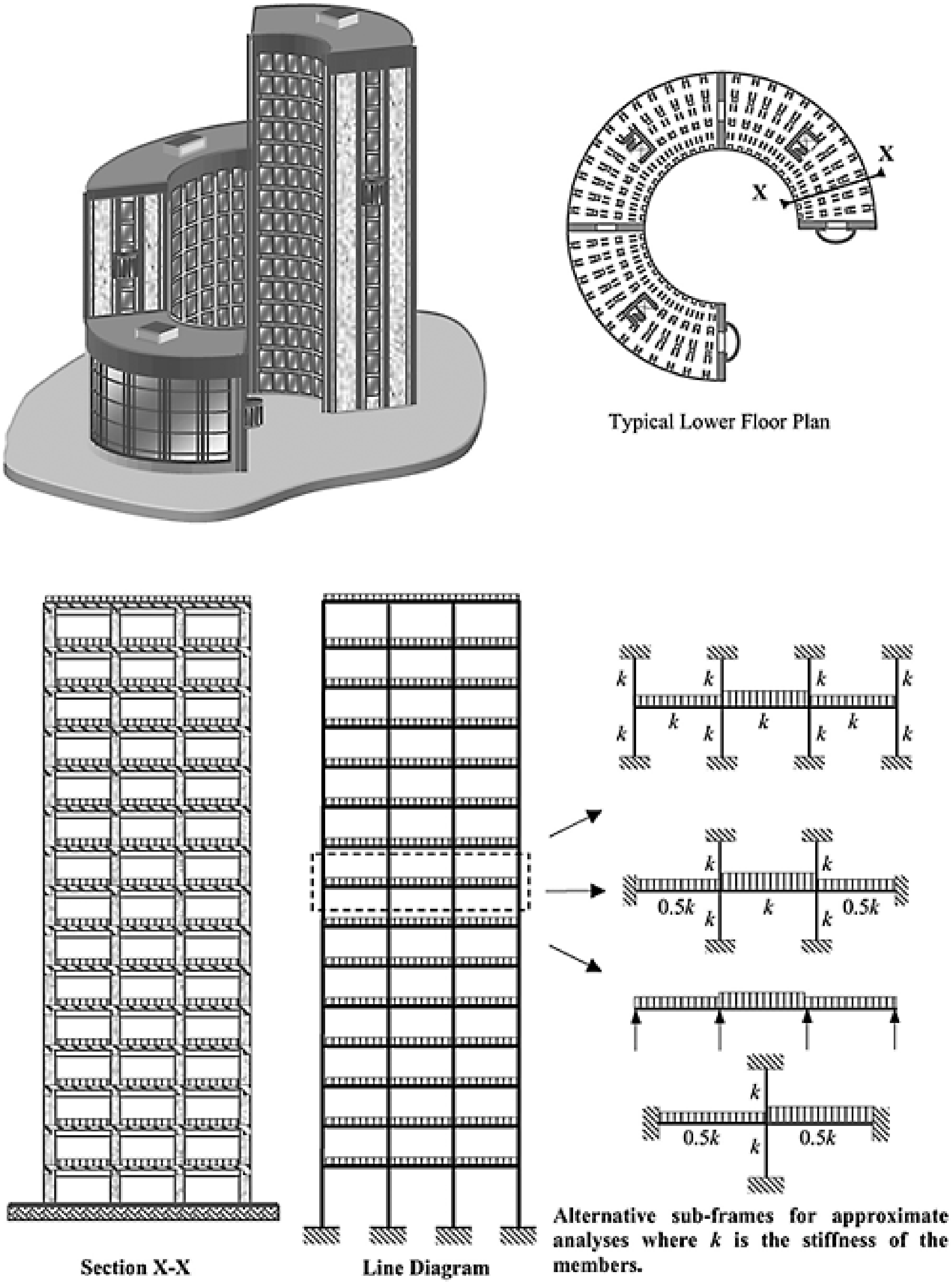
شكل 5.1



شكل 6.1

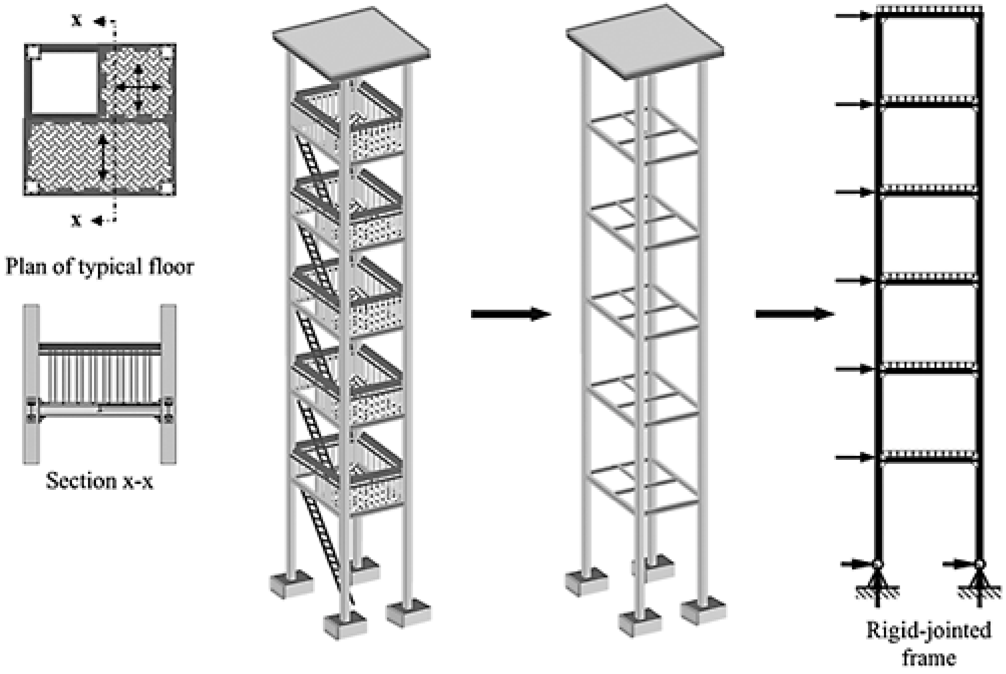


شكل 7.1



Typical Lower Floor Plan
X
X
k
0.5k
Section X-X
Line Diagram
Alternative sub-frames for approximate analyses where k is the stiffness of the members.

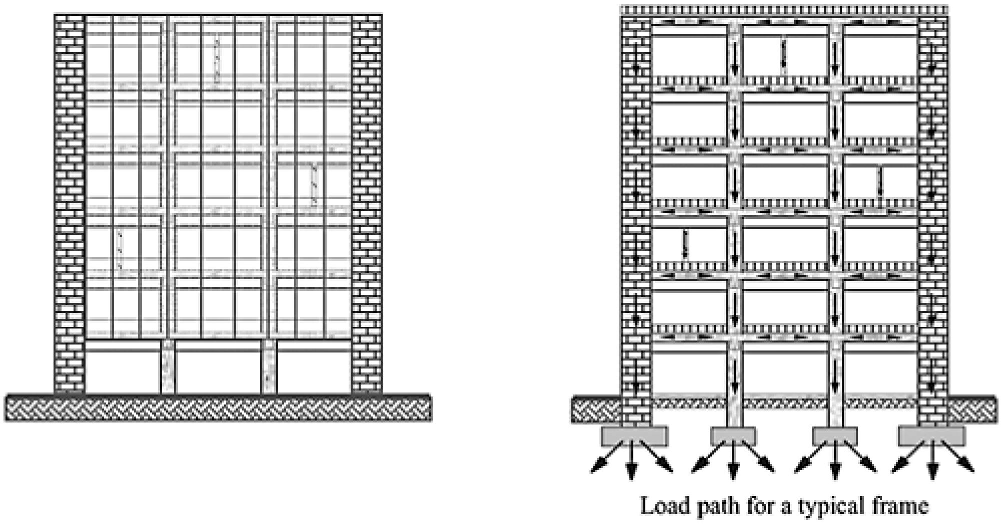
شكل 8.1



9.1 شکل

1.3.2 د بار (قوې) مسير (Load Path):

په يو سترکچر باندې د اتکأو عکس العملونه د هغوی د سختئ په شرايطو پورې تړاو لري مثلاً خطي يا دوراني خوځښت مخنيوی. هر غړی او هر سترکچر بايد داسې متکي شوی وي چې پر هغه واردې شوې قوې يا بارونه بنسټونو (تهدابونو) ته يوړل شي ترڅو چې هلته د ځمکې پوسيله جذب کيږي. د بيلګې په ډول سلبونه او د بيمونه بايد په نورو بيمونو متکي شي هغه به بيا په کالمونو (ستنو) يا ديوالونو تکيه کوي ستنې يا ديوالونه به بيا په بنسټونو باندې تکيه کيږي او د بنسټونو دنده داده چې له تعمير څخه ورته راوړل شوي بارونه ځمکې ته ورکړي تر څو هغه يې وزبيښي (جذب کړی). دا مهمه ده چې د هرې قوې جهت او مسير ترسيم کړو لکه په لاندې شکل کې چې ښودل شويدي



10.1 شکل

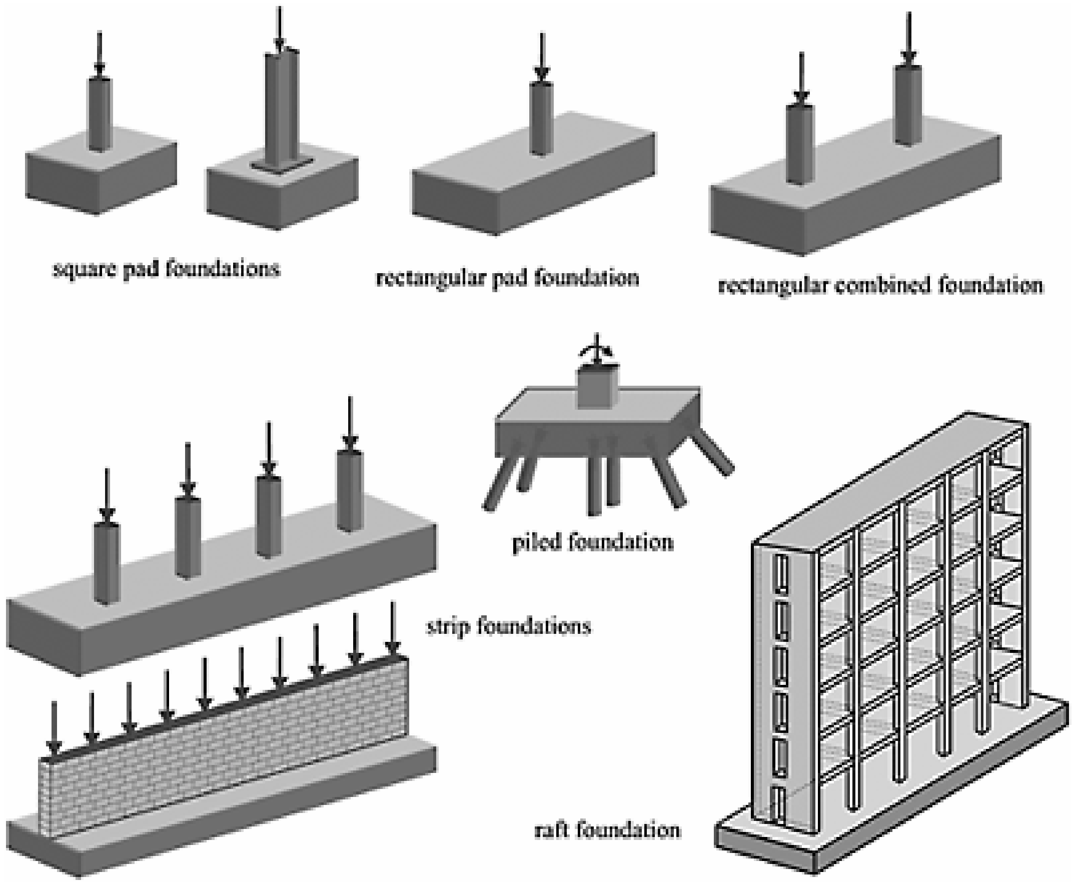
بارونه د سترکچر په غړو کې له د عمل له ټکي (ځای) څخه جاینټونو (پین یا کلک) او هلته بیا نورو غړو ته نقل کیږي. کچیرې د جاینټ ساده وي نو بیا یوازې محوري قوه او یا هم برښي قوه (شیر shear forces) او کچیرې کلک (rigid) وی بیا دریواړه (محوري، برښي، او دوراني) قوې نقلوي.

د جاینټونو ډولونه کیدای شي د نا معینیت په درجه او همداراز د سترکچر د تحلیل په میتودو باندې ژوره اغیزه ولري. د جاینټونو ډیزاین کوم چې د تحلیل په وخت کې په پام کې نیول کیږي (ساده، کلک یا نور) د بارونو د جهت او مسیر د ټاکلو لپاره مهم رول لوبوي.

1.3.3 تهدابونه (Foundations):

د ټولو ساختماني غړو اساسي دنده داده چې وارده بارونه د عمل له ټکي څخه تهدابونو او له هغه ځایه ځمکې ته یوسي. د تهدابونو ډول او څرنګوالی په څنو فکتورونو پورې تړلی دی لکه د وارده بارونو څرنګوالی او اندازه، د ځمکې لخوا هغه فشار چې وکولای شي یاد بارونه تحمل کړي، د تعمیر د ناستې منل شوې کچه، او همداراز د ترڅنګ (مجاور) تعمیر موقعیت او نور.

د تعمیر د اتکأ عکس العملونه د هغه د تهدابونو په ډول پورې اړه لري چې د محوري، جانبي، او یا دوراني حرکتونو لپاره څه ډول مقاومت ښودلای شي. د تهدابونو څو معمول ډولونه په لاندې شکل کې ښودل شویدي.



11.1 شکل

1.4 بارونه (Structural Loading):

په ټولو سترکچرونو بیلابیل بارونه عمل کوي، لکه مړه بارونه (وزن)، ژوندي بارونه، باد او نور؛ او ځني وخت بیا نور بارونه هم په پام کې نیول کیږي لکه د تودوخې بدلون، د تهدابونو ناسته، ډینامیکي بارَوَنه، یا هم د ټکر تاثیرات او نور. زیاتره وخت به ډیزاین کې د مړه، ژوندي او د باد بار ترکیب په پام کې نیول کیږي.

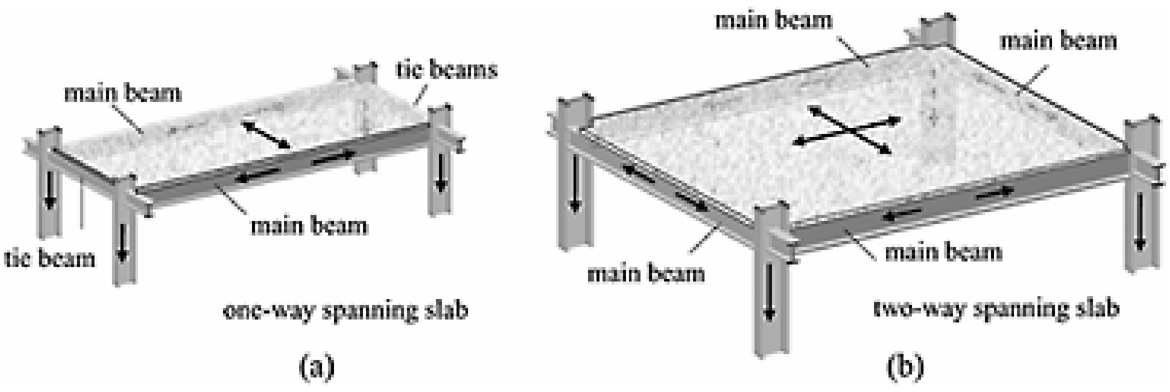
ډیری چتونه ددې وړتیا لري چې په افقي سطح کې قواوې خپرې (توضیع) کړي، کچیري داسې نه وي نو بیا باید د متمرکز (غونډ) بار اغیز او د هغه د عمل ټکی په پام کې ونیول شي کوم چې کیدای شي ډیر بد اغیز ولري لکه مومنټ، برښي قوه او کږوالی، برسیره پر دې ځایي اغیزې لکه د کانکریټ میده کیدل (crushing)، او سوري کیدل (punching) هم باید په پام کې ونیول شي.

په ځو پوړیزو ودانیو کې ډیر کم داسې پیښیږي چې هر پوړ به پر هغه وارد بارونه په وخت کې وزغمي یا پرې وارد شي، د سټاټیکي لحاظه دغه بارونه باید په یوه ټاکلې کچه را کم شي، چې دا کچه د پوړونو په شمیر او د هر پوړ په پراخوالي پورې اړه لري. زیاتره وخت ډینامیکي بارونه د هغوی په معادل سټاټیکي بارونو اړول کیږي او بیا د سترکچر په تحلیل او ډیزاین کې په پام کې نیول کیږي.

د سترکچر د تحلیل ځخه موخه داده چې د هغه په ټولوغړو کې د ننیو قواو ویش، او خپریدل پیدا کړو پداسې حال کې چې دا ټولې قوې د وارده قواو او عکس العملونو سره یو ځای په تعادل کې وي.

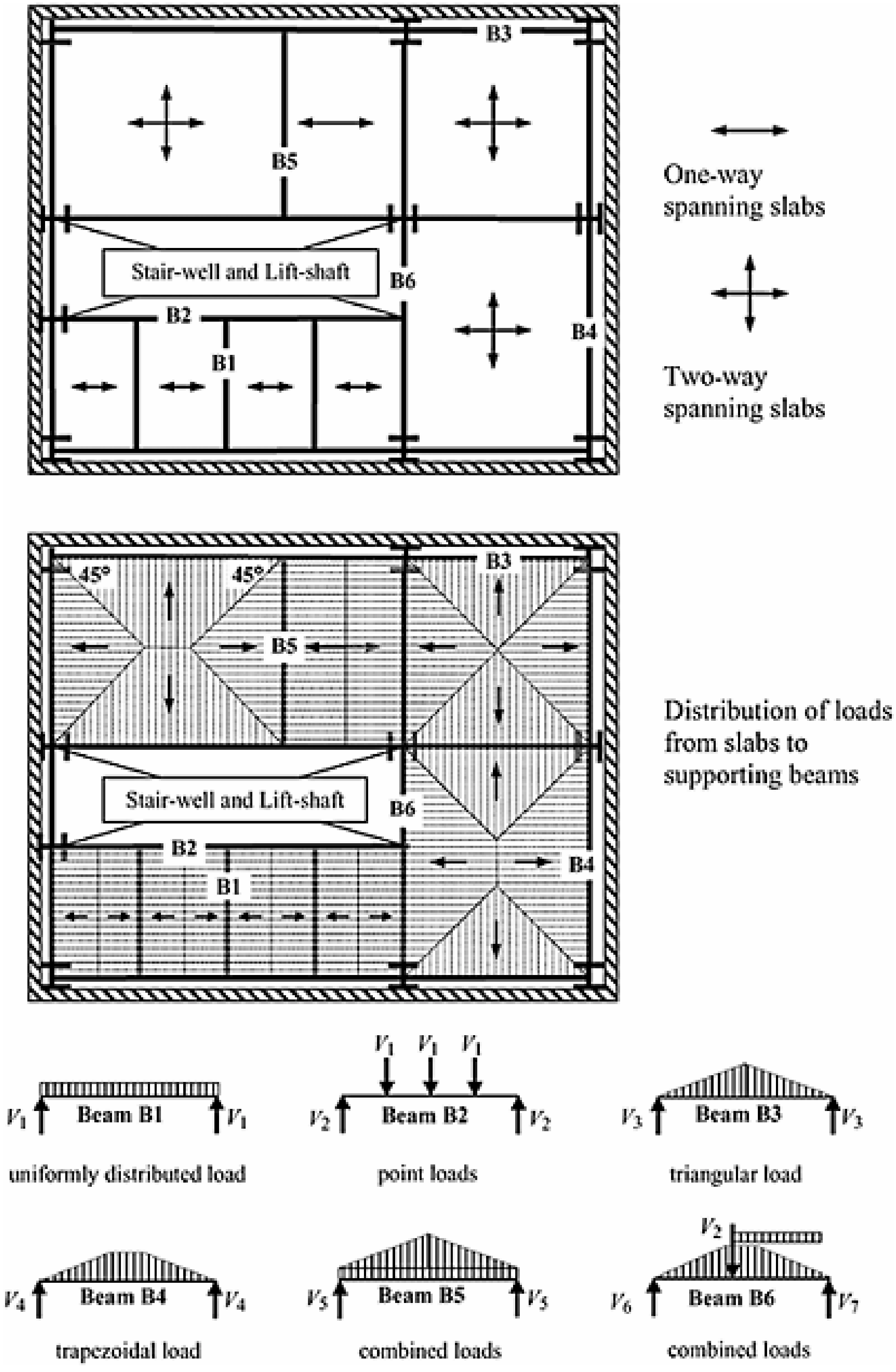
هغه ریاضیکي موډل چې د یو سترکچر کړه انځور کولای شي عبارت دي له: دوه او درې بعدي الاستیکي - کړه، الاستیکي- کړه پداسې حال کې چې مومنټونه بیا-خپاره شي (redistribution of moments)، پلاستیکي او غیر خطي - کړه. په راتلونکي فصل کې ځنې تخنیکونه چې زیاتره وخت د ودانیو د غړو قوې او کړه پرې اټکل کولای شو ښودل شوي دي.

په تړلو (braced) سترکچرونو کې (دا هغه سترکچرونه دي چې په هغوی کې د جانبي بارونو د وړلو لپاره ځانګړی غړي (تړلي) پکې موجود وي)، چې د سلبونو او بیمونو اتکأوې ساده په پام کې نیولې شوې وي عمودي بارونه (vertical loads give rise to different types of beam loading). سلبونه کیدای شي یو طرفه او یا هم دوه طرفه ډیزاین شي، په لاندې شکل کې یې وګورئ.



12.1 شکل

یو طرفه سلب پدې معنی چې د سلب ټول بارونه دوه اصلي بیمونو ته وړل کیږي، دوه طرفه سلبونه پدې معنی چې د سلب بارونه د څلور خواو بیمونو ته وړل کیږي. دغه توپیر د سلب د بیمونو په بارَوَنه کې اغیزمن رول لري لکه په لاندې شکل کې.


B3
B5
Stair-well and Lift-shaft
B6
B2
B1
B4
One-way spanning slabs
Two-way spanning slabs
45°
45°
Distribution of loads from slabs to supporting beams
Beam B1
uniformly distributed load
Beam B2
point loads
Beam B3
triangular load
Beam B4
trapezoidal load
Beam B5
combined loads
Beam B6
combined loads

شكل 13.1

1.5 سټاټيکي معينيت(Statical Indeterminacy):

هر مسطح فرم بايد لاندې شرايط پوره کړي پداسي حال کي چې د بهرنيو وارده قواو سره په تعادل کې وي:

- د ټولو وارده قواو د مرکباتو مجموعه په افقي جهت (x) بايد د صفر سره برابر وي
- د ټولو وارده قواو د مرکباتو مجموعه په عمودي جهت (y) بايد د صفر سره برابر وي
- د وارده قواو د مومنټونو مجموعه د فرم د سطح په هر ه نقطه کې بايد له صفر سره برابر وي.

+ve →

$\Sigma Fx=0$ په افقي جهت د وارده قواو مجموعه

+ve ↑

$\Sigma Fy=0$ په عمودي جهت د وارده قواو مجموعه

+ve ↷

$\Sigma M=0$ د مومنټونو مجموعه د فرم د سطح په يوه نقطه

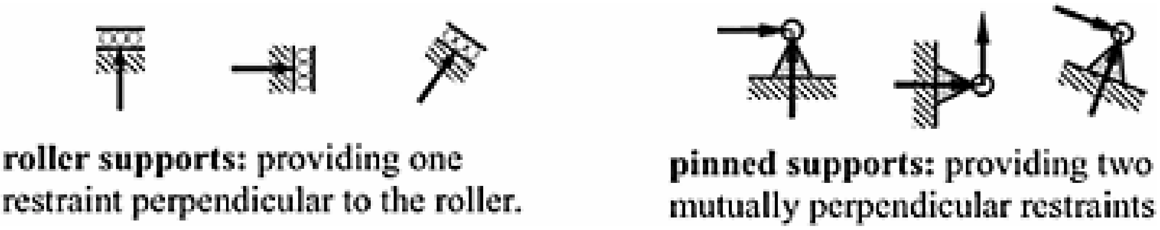
په معينوسټاټيکي سترکچرونو کې ټولې ننی قوې او د اتکأو عکس العملونه د پورته دريو معادلو په کارولو سره په لاس راوړی شو. کچيري د نامعلومو قواو يا عکس العملونو شمير د تعادل د معادلو له شمير څخه زيات شي پدې صورت کې سترکچر نامعين سټاټيکي بلل کيږي، او اړينه ده چې ددې کار لپاره ځنې نورې معادلې چې (compatibility equations) په نوم ياديږي را و ايستل او وکارول شي. يو سترکچر کيدای شي د ځنو اضافي عکس العملونو يا هم اضافي غړو د شتون له امله نامعين سټاټيکي وي، اضافي غړی هغه دی چې د سترکچر د تعادل او او ثبات لپاره اساسي رول نه لوبوي (په ياد ولرئ چې دا غړی ضرور نده صفری قوه ولري).

د نامعينيت درجه (I_D) د مجهولو د هغه د شمير څخه عبارت ده چې د تعادل د معادلو له شمير څخه زيات وي.

1.5.1 د مسطح فرمونو نامعينيت
:(Indeterminacy of Two-Dimensional Pin-Jointed Frames)

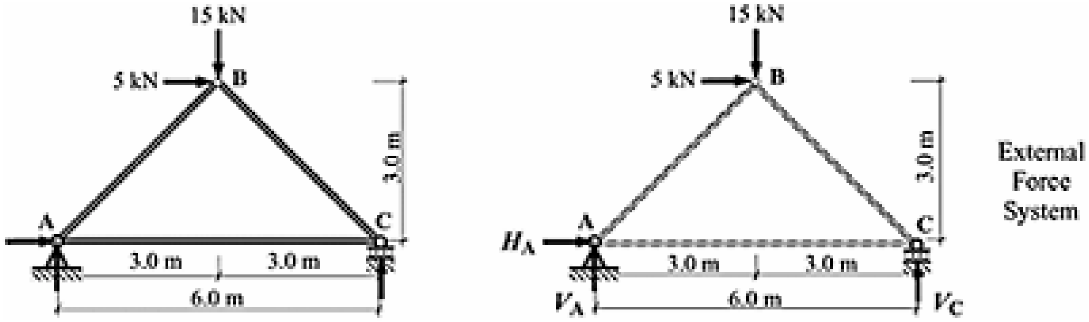
په پين ډوله اتکأ کې معمولاً لاندې دوه ډوله عکس العملونه شتون لري:

- چورلنډی (roller) چې د عکس العمل يوه درجه لري، مثلاً په چورلنډي باندې عمود.
- موړی (pin) چې د عکس العمل دوه درجې لري، مثلاً افقي او عمودي.

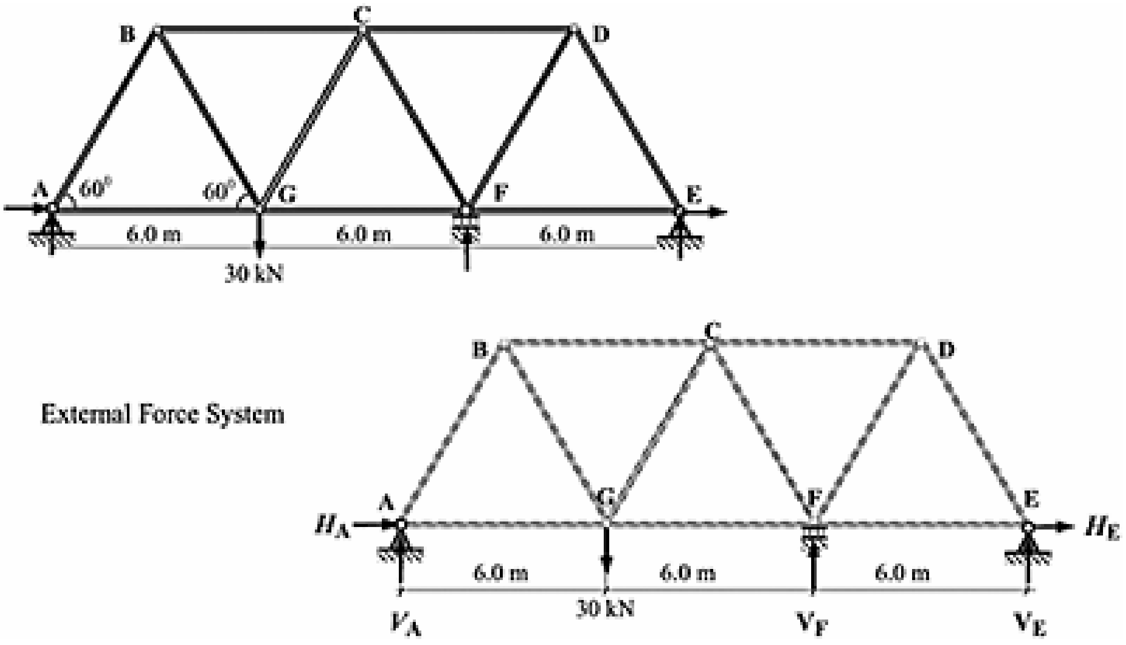


14.1 شکل

دا اړينه ده چې درې نا موازي، او نا متمرکزې قوې د عکس العملونو پوسيله برابرې شي ترڅو د ستركچر تعادل په لاس راشي، لاندې شکلونو ته پام وکړئ:



15.1 شکل



شکل 16.1

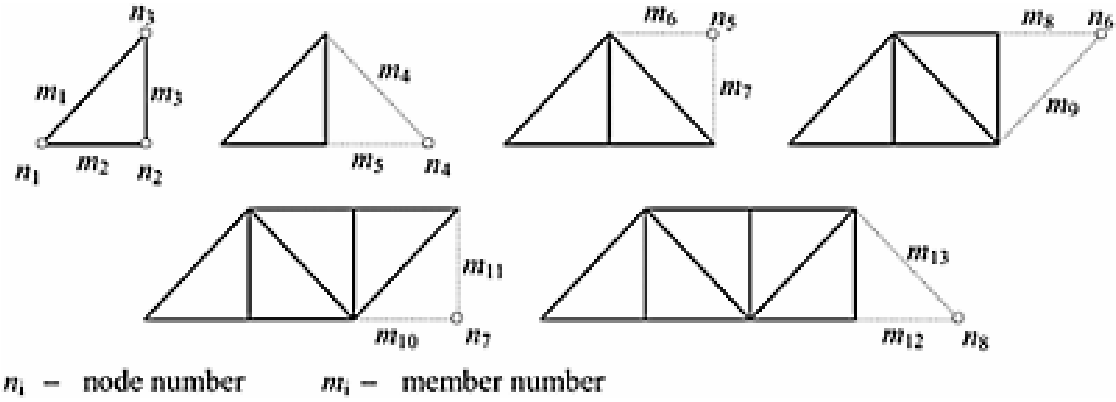
په پورته شکلونو کې وارده قوې او د اتکأو عکس العملونه د فرم په سطح کې چې د ستاتیکي تعادل په حالت کې دي ښودل شویدي. په 1.15 شکل کې دری نامعلومه قوې (H_A, V_A او V_C)، او دری معادلې دي چې کولای شو د هغو پوسیله د نامعلومو قواو مقدار معلوم کړو: پدې شکل کې اضافي اتکاوې شتون نلري.

په 1.16 شکل کې د عکس العملونو پنځه نامعلومي مرکبې (H_A, V_A, V_F, H_E او V_E) دي پداسي حال کې چې موږ ددې د پیداکولو لپاره یوازې دری معادلې لرو، پدې شکل کې دوه اضافي عکس العملونه یا د هغه مرکبې شتون لري.

موړي شوي (pinned) غړي یوازې محوري قوې چې کیدای شي کششي وي یا فشاري وړلای شي، او بس. تر ټولو ساده موړي شوی سترکچر هغه دی چې د بیخي لږ شمیر غړو په لرلو سره ستاتیکي تعادل وساتي.

که 1.15 شکل ته پام وکړی هلته دری غوټې (جاینټونه) او دری غړي دي چې یو د بل سره موړي شوي دي. مثلث تر ټولو ساده شکل دی چې د هغه څخه نور ټول موړي شوي فرمونه جوړیدای شي دلیل یی دادی چې دا پخپله یو باثباته (ولاړ) شکل دی، ځکه د دریو غړو چې ټاکلی اوږدوالی ولري یوازی یو شکل جوړیدای شي او بس.

په 1.17 شکل کې د موړي شوي فرمونو پراختیا لیدلای شی.



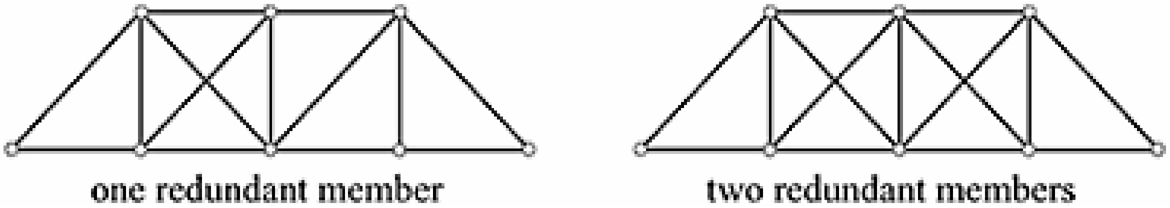
شکل 17.1

په لمړي سر کې درې غړي او درې غوټې شتون لري، کچیرې دې شکل ته پراختیا ورکړو نو د هرې غوټې لپاره به دوه نور غړي ورسره زیاتړو. د یو ساده فرم د جوړلو لپاره د بیخي لږ غړو شمیر د لاندې معادلې څخه پیدا کولای شو:

د غړو شمیر = د لمړني غړو شمیر+(د زیات شوو غوټو د شمیر دوه برابره)

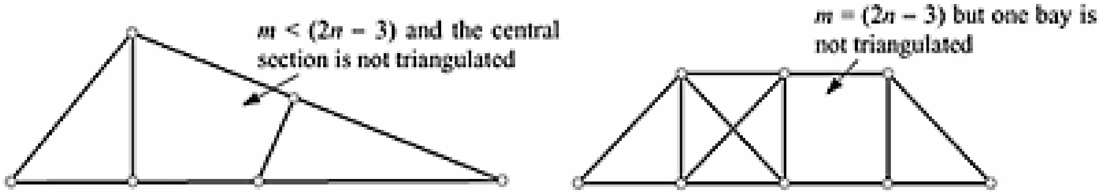
$$m = 3 + 2(n - 3)$$

لدې نه زیات چې هر کوم بل غړی په سترکچر کې ور زیاتیږي د اضافي غړي په نوم پیژندل کیږي او سترکچر نامعین کوي. د بیلګې په توګه:



شکل 18.1

بله مهمه خبره داده چې د غړو یوله بل سره جوړښت باید د مثلث په بڼه وي، په لاندې شکل کې ساده فرمونه ښودل شویدي چې ناپایداره دي.

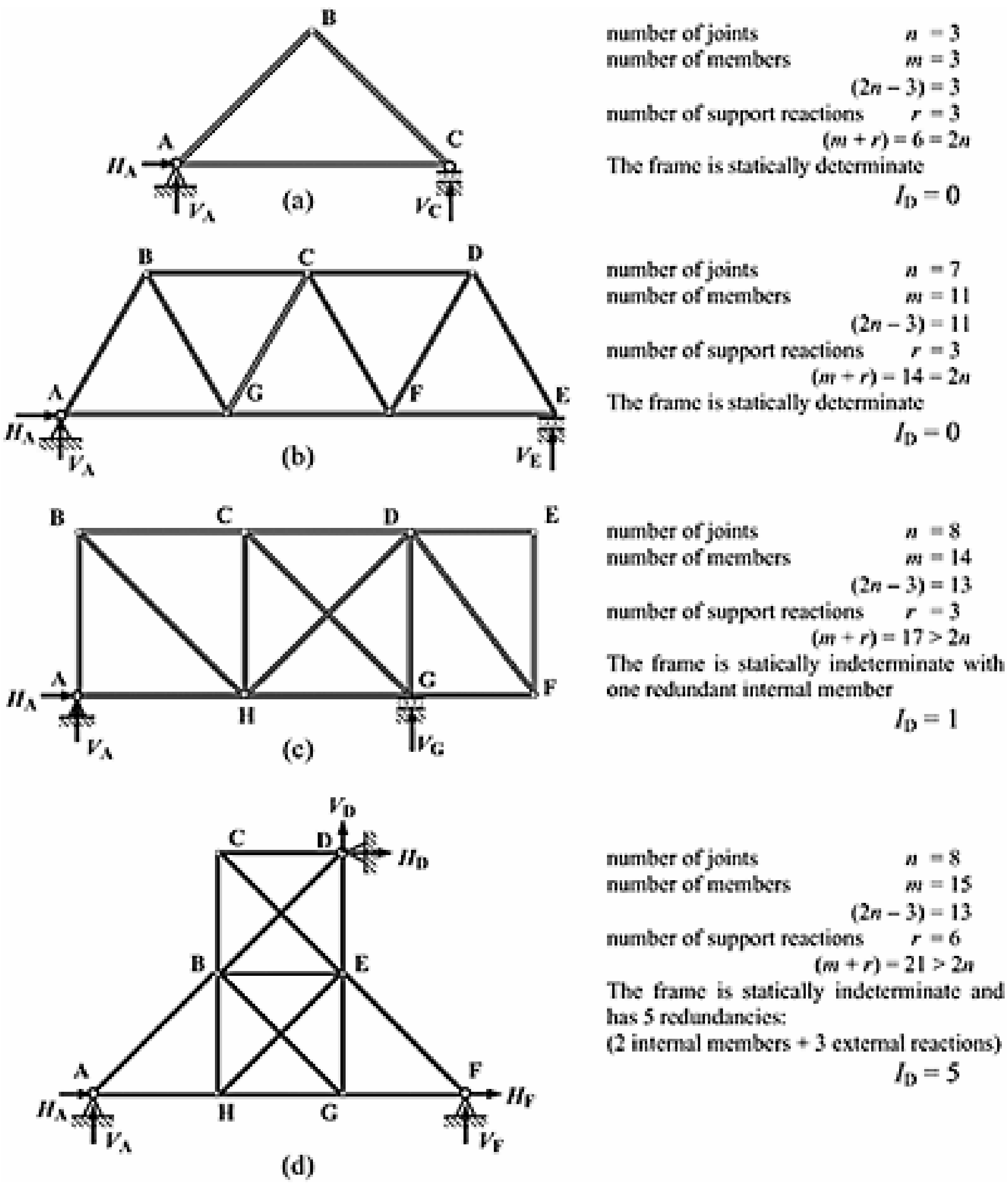


شکل 19.1

لکه مخکې مو چې يادونه وکړه د عکس العملونو لږ شمير درى (3) دى چې وکولاى شي د سترکچر تعادل وساتي، او کچيرې يو موږي شوى مسطح فرم او د هغه عکس العمولونه په پام کې ونيول شي، د ټولو د مجموعه عبارت ده له:

د فرم د غړو شمير + د اتکاؤ د عکس العملونو شمير $=(m+r)=(2n-3)+3=2n$

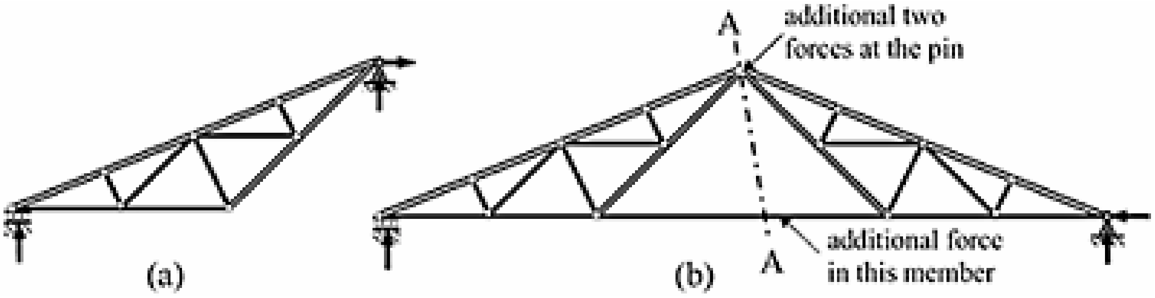
په 1.20 شکل کې ښودل شوى فرمونو ته چې موږي شوي او چورلنډې اتکأوې لري پام وکړئ.



20.1 شکل

د نامعینیت درجه عبارت ده له: $I_D= (m+r)-2n$

مرکب ترسونه کوم چې د دوه یا ډیرو ساده ترسونو څخه جوړ شوي وي پداسې حال کې چې له دریو غیر موازي، هم مرکز، او نامعلومو قواو څخه زیاتې قوې ونلري هم د ساده ترسونو په ډول پایدار او معین کیدای شي، لاندې شکل ته وګورئ.



21.1 شکل

د (a) 1.21 شکل یو ساده معین ترس دی، او د $m=(2n-3)$ رابطه هم پکې صدق کوي او همدا راز د نامعینیت درجه یې صفر ده.

دغه ترس کیدای شي د یو بل ساده ترس سره د موړې او یوبل غړې په وسیله ونښلول شي لکه څنګه چې په (b)1.21 شکل کې ګورئ، ترڅو یو مرکب ترس ځنې جوړ شي. داچې درې نورې اضافي مجهولات را زيات شول بیا هم د تعادل د دریو معادلو پوسیله کولای شو چې د () قطع یع پام کې نیولو سره دغه سترکچر حل کړو (د غړو قواوې یې پیدا کړو).

Download from:aghalibrary.cm