

SAP 2000 V16

Structural Analysis Program=SAP

أفضل البرامج في مجال تحليل العناصر الإنشائية وأكثرها
انتشاراً على مستوى العالم، وهو من إنتاج شركة csi

عند تعريفه للسواب مثلاً نذكر أنه برنامج تحليل إنشائي نقوم بتعريف مواد و أحمال و شكل المنشأ لنحصل منه على القوي
الداخلية اللازمة لتصميم عناصره كما أنه ممكن الاعتماد عليه في التصميم لأندراج اكواد عالمية به اذا ما لجئنا للتصميم

يعتمد البرنامج في التحليل على نظرية العناصر المحدودة

أشرف حبيب الله مهندس إنشائي ومبرمج، أمريكي الجنسية من أصول باكستانية يُعرف كمؤسس والمدير التنفيذي لشركة csi

ماهي انواع المنشآت structures؟

Skeletal structure

هي المنشآت العنصرية التي تحتوي علي بعدين صغيرين والبعد الثالث العمودي عليهم يكون أكبر

EX:- Beam – Frames – Trusses-

Frame Element ويتم تمثيلهم داخل البرنامج بأمر

(X-Z Plan) ويتم تمثيلهم في

وفي ال 3D

Non-Skeletal structure

هي المنشآت التي تحتوي علي بعدين أكبرين والبعد الثالث العمودي عليهم يكون صغير

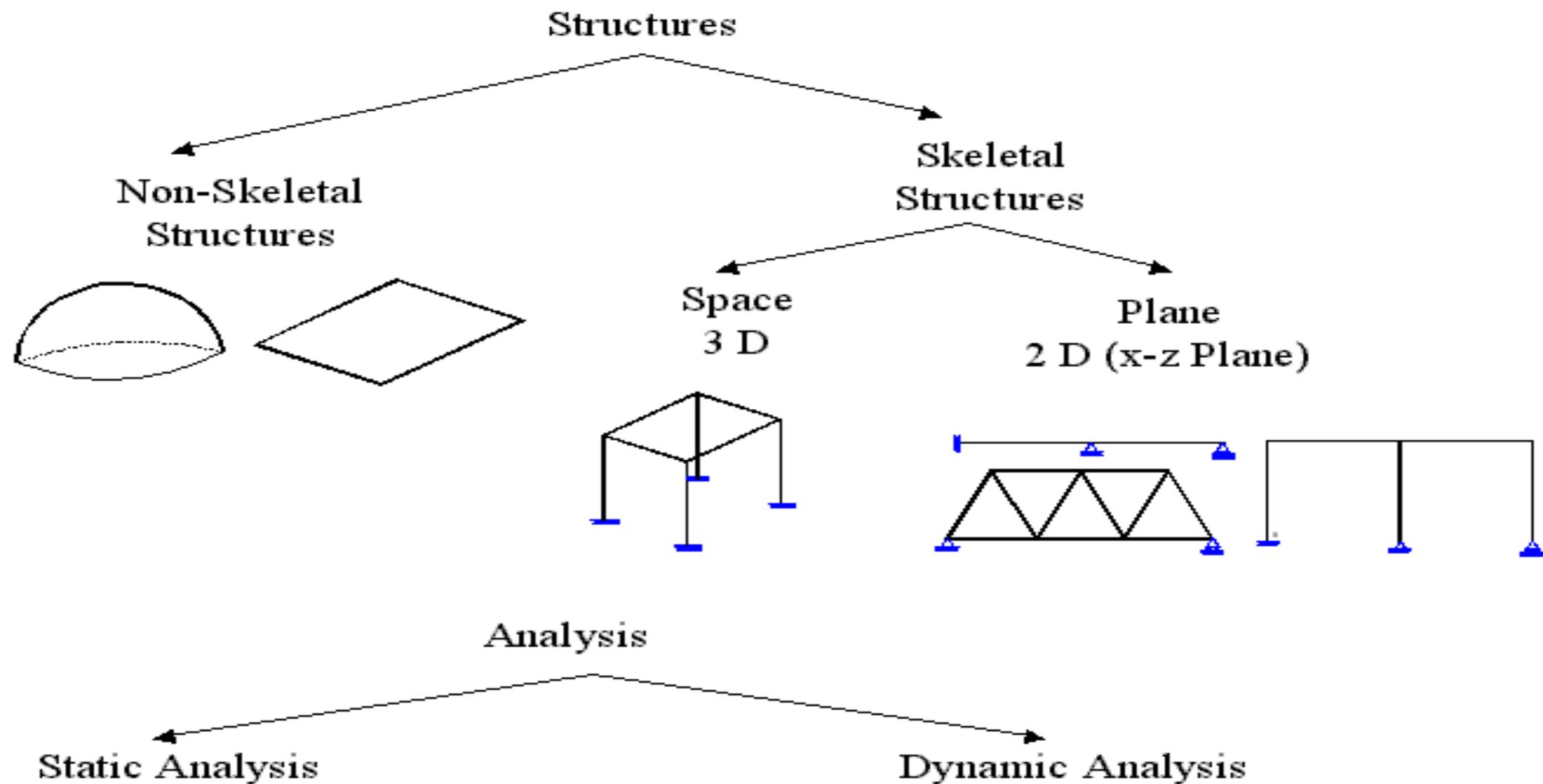
EX:- Slab – Raft – Tanks - Tunnle-

Area ويتم تمثيلهم داخل البرنامج بأمر

(X-Y Plan) ويتم تمثيلهم في ال

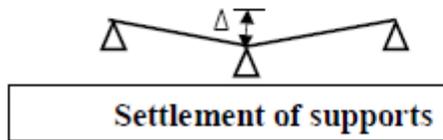
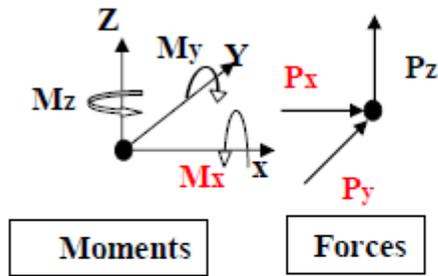
Element

SAP 2000 (Structural Analysis Program)

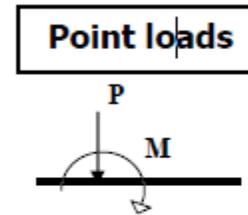


types of loads?

1- joint loads



2- Frame loads:



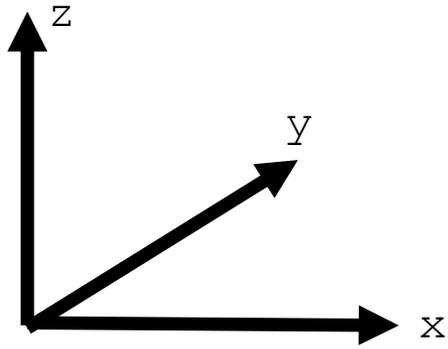
لتوصيف حمل على frame element نختار العنصر ثم:
Assign → frame loads → point load
→ Distributed load

3-surface load

Surface Load
حمول سطحية



Type of axis?



المحاور العالمية & المحلية local & global axis

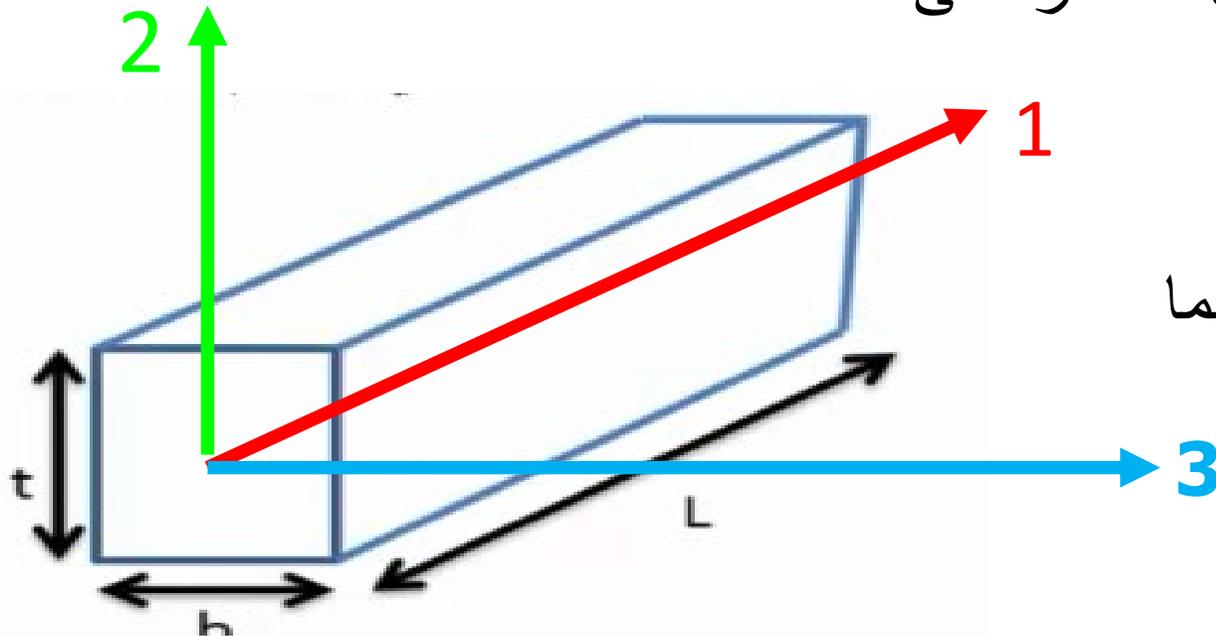
1- المحاور العالمية global axis ثابتة للمنشئ كله XYZ

2- المحاور المحلية local axis وهي خاصة بكل عنصر على حده

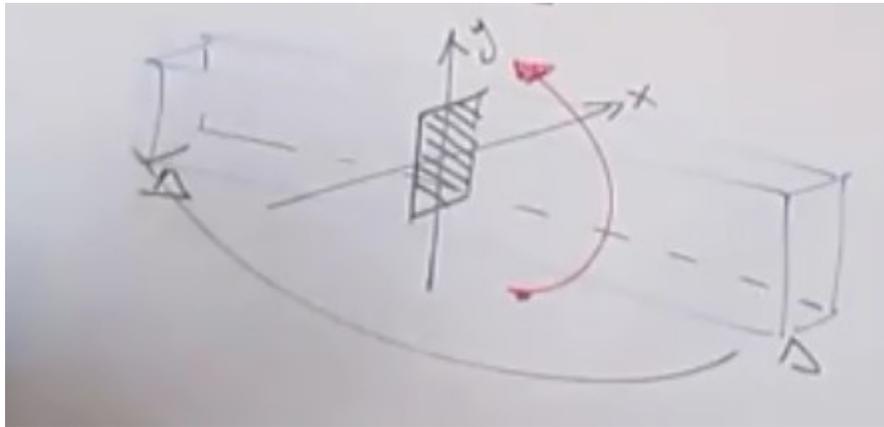
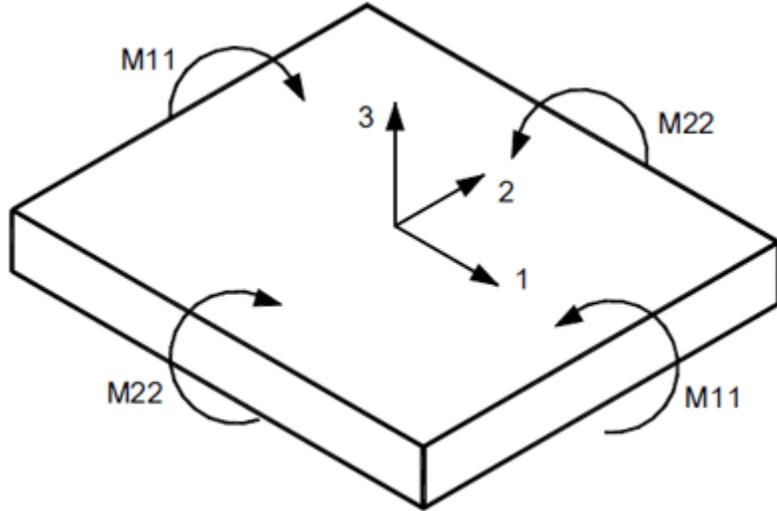
• المحور الأول يصل من النقطة الأولى

• إلى النقطة الثانية للعنصر ، والمحور الثاني

• متعامد عليه لأعلى والثالث متعامد على مستويهما



ما هي فائده المحاور ؟



- تستخدم في توصيف المنشأ
- تستخدم في ادخال الاحمال
- اظهار النتائج كما يلي

النتائج في ال frame element

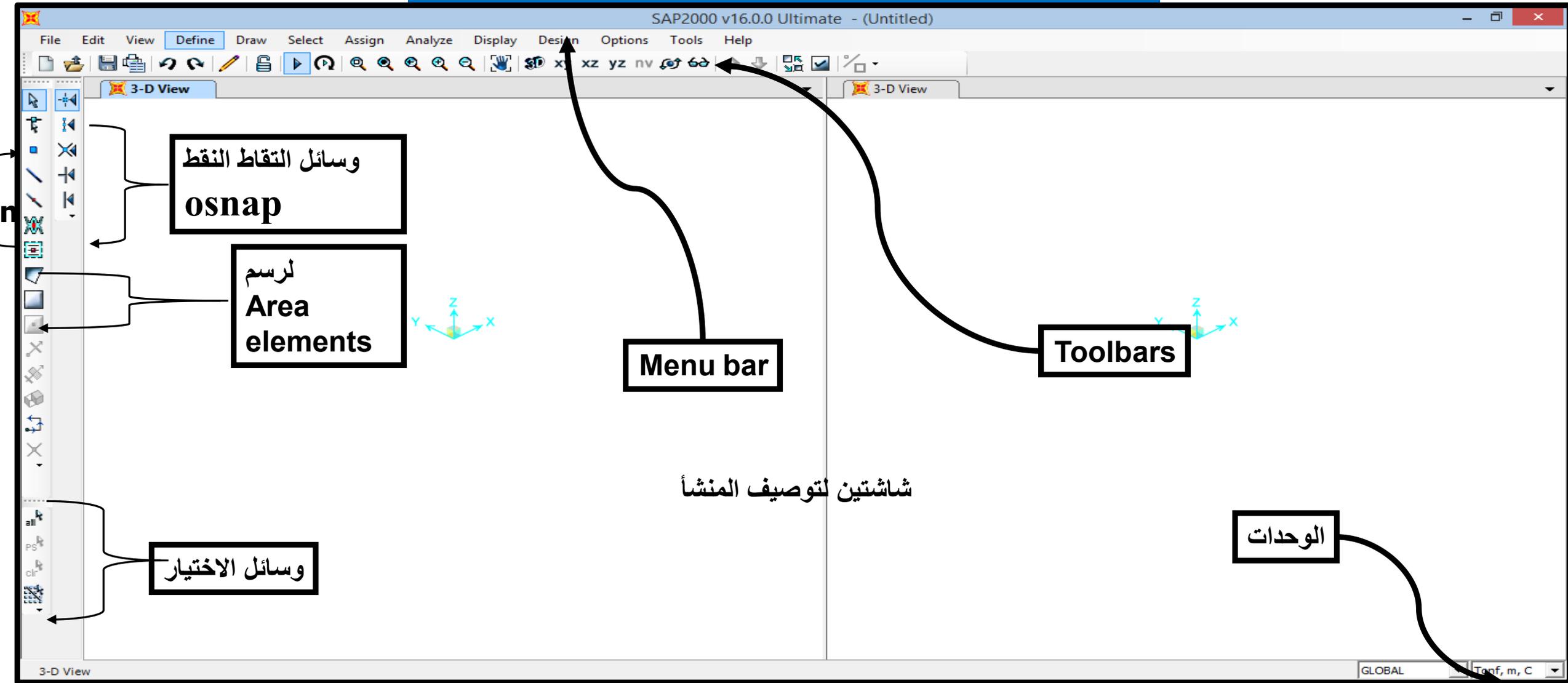
- 1- Axial force (tension +ve) , (comp. -ve)
- 2- Shear 2-2 (force in direction of local axis 2)
- 3- Shear 3-3 force in direction of local axis 3)
- 4- Torsion (moment about local axis 1)
- 5- M2-2 (moment about local axis 2)
- 6- M3-3 (moment about local axis 3)

النتائج في البلاطات

ما هي الخطوات العامة لحل أي منشأ؟

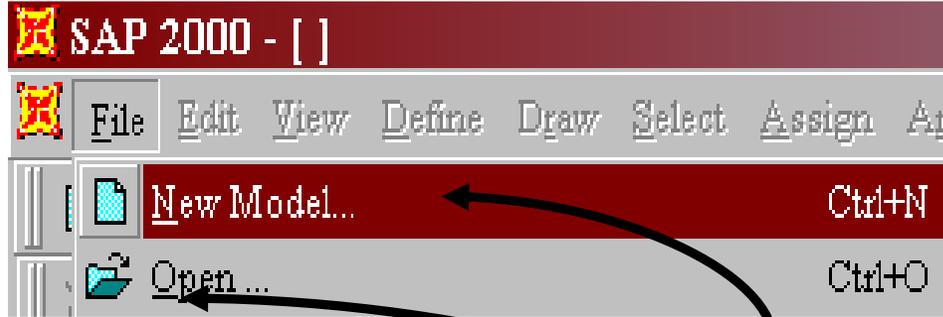
- 1- عمل ملف جديد
- 2- ادخال الاحداثيات X & Y . يتم ادخال احداثيات المنشأ في الاتجاهين
- 3-تعريف القطاعات :-
- ويتم ذلك عن طريق مرحلتين :-
- الاولي:- تعريف القطاع (اسمه – ابعاده – نوع المادة)
- الثانيه:-تخصيص القطاعات للعناصر المختلفة ويتم ذلك اثناء الرسم
- 3- رسم المنشأ :-يتم رسم المنشأ بعناصره المختلفة سواء آن
- Beams – Slabs – Columns
- 5-وضع الركائز (supports)
- 6 -ادخال الاحمال :-
- يتم ادخال الاحمال علي العناصر الموجودة سواء آانت الاحمال :
- Point load – Uniform load – Surface load
- 7-حفظ الملف وحل المنشأ
- 8-إظهار النتائج :-
- ويقوم بعد ذلك بإظهار النتائج . Straining Actions يقوم البرنامج بحل المنشأ لحساب

الشاشة الرئيسية في البرنامج



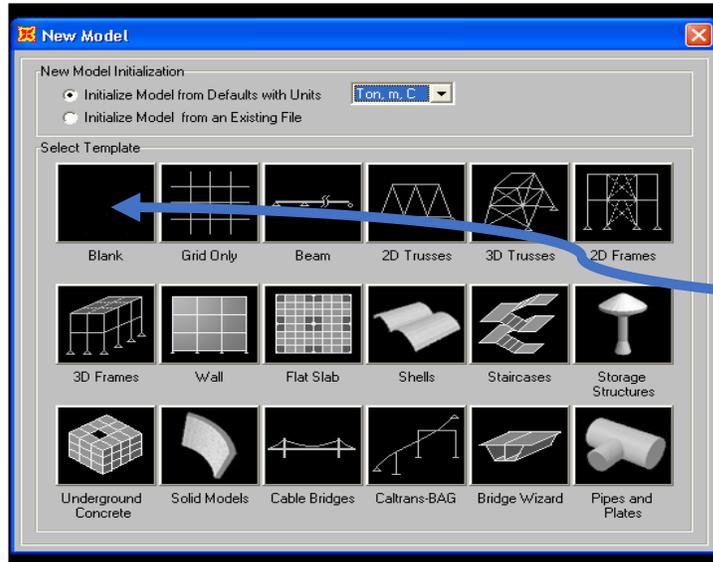
عمل ملف جديد وادخال الاحداثيات

- من خلال قائمة الاوامر او من شريط الادوات



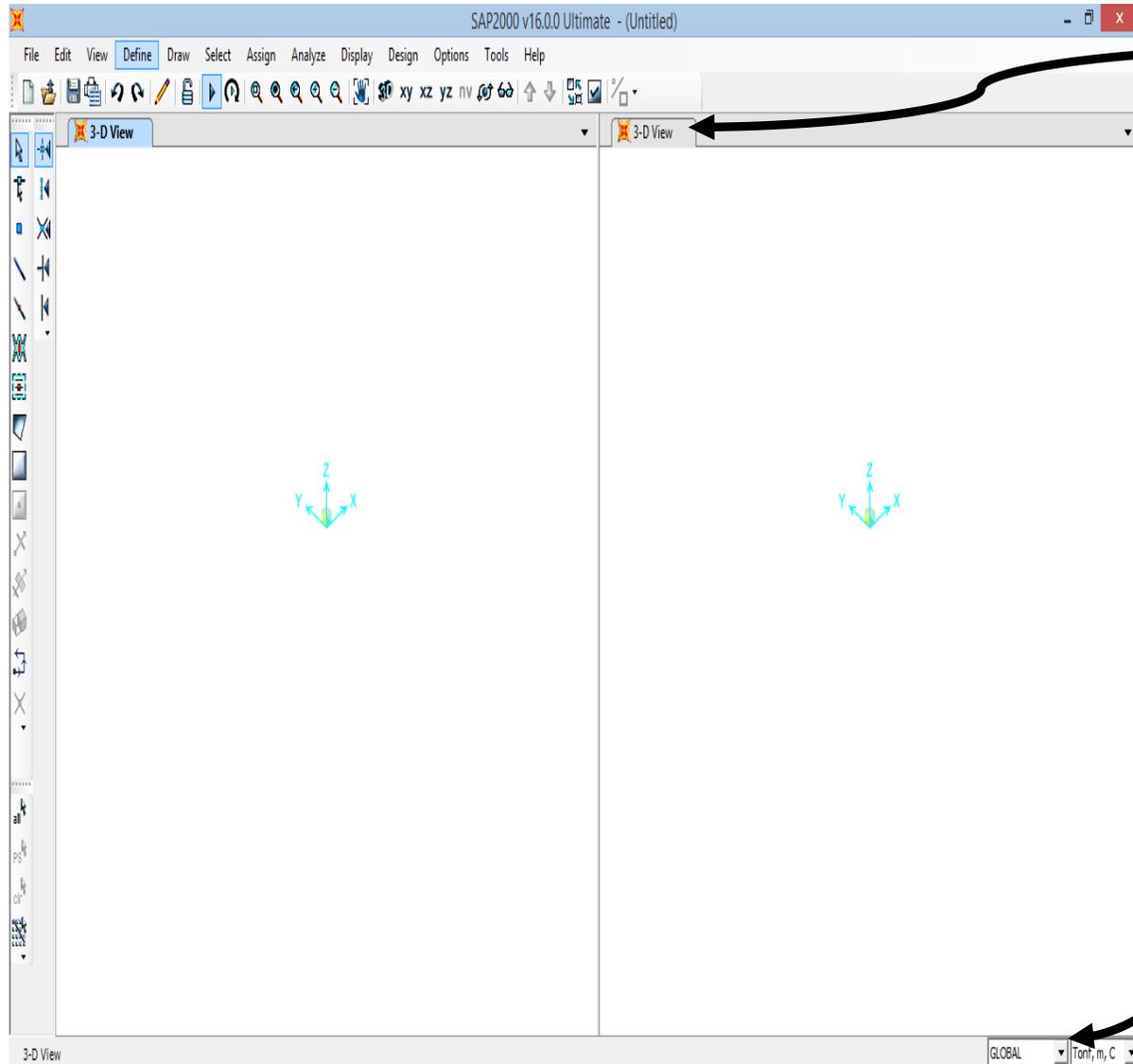
افتح ملف جديد

افتح ملف موجود من قبل



نختار blank

- تظهر شاشة بها مجموعة من
- المنشآت الجاهزة التي يمكن
- الاستعانة بها ولكن اغلب المنشآت تحتاج الى شبكة غير منتظمة



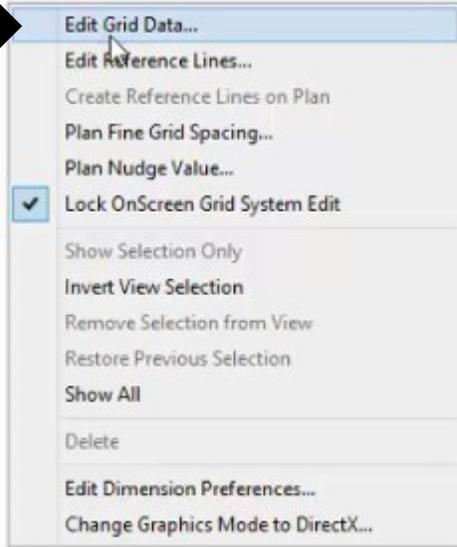
تظهر هذه الشاشة نغلق احدى الشاشتين

نغير الوحدات الى tonf,m,c

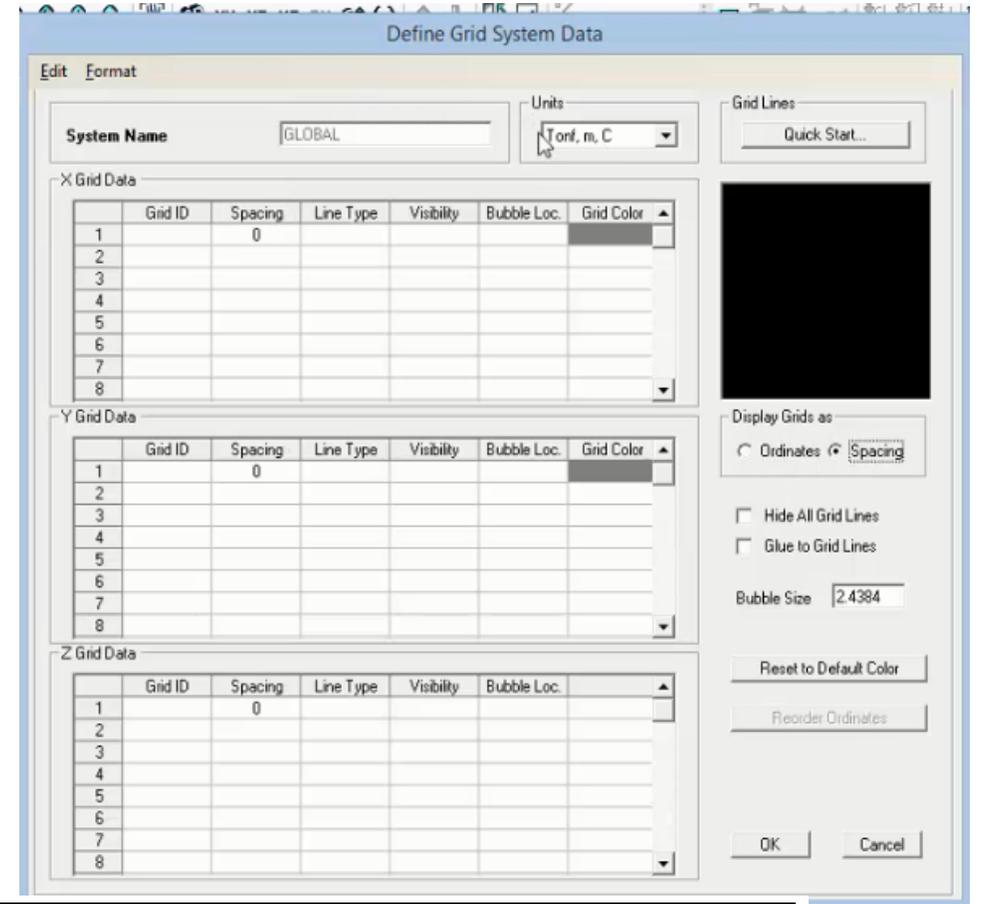
كيف يتم ادخال الاحداثيات لرسم المنشأ؟

- 1- الوقوف على الشاشة وعمل right click بالماوس ثم اختيار Edit grid data فتظهر شاشة نختار منها Modify/ show system
- 2- او من قائمة الاوامر :-

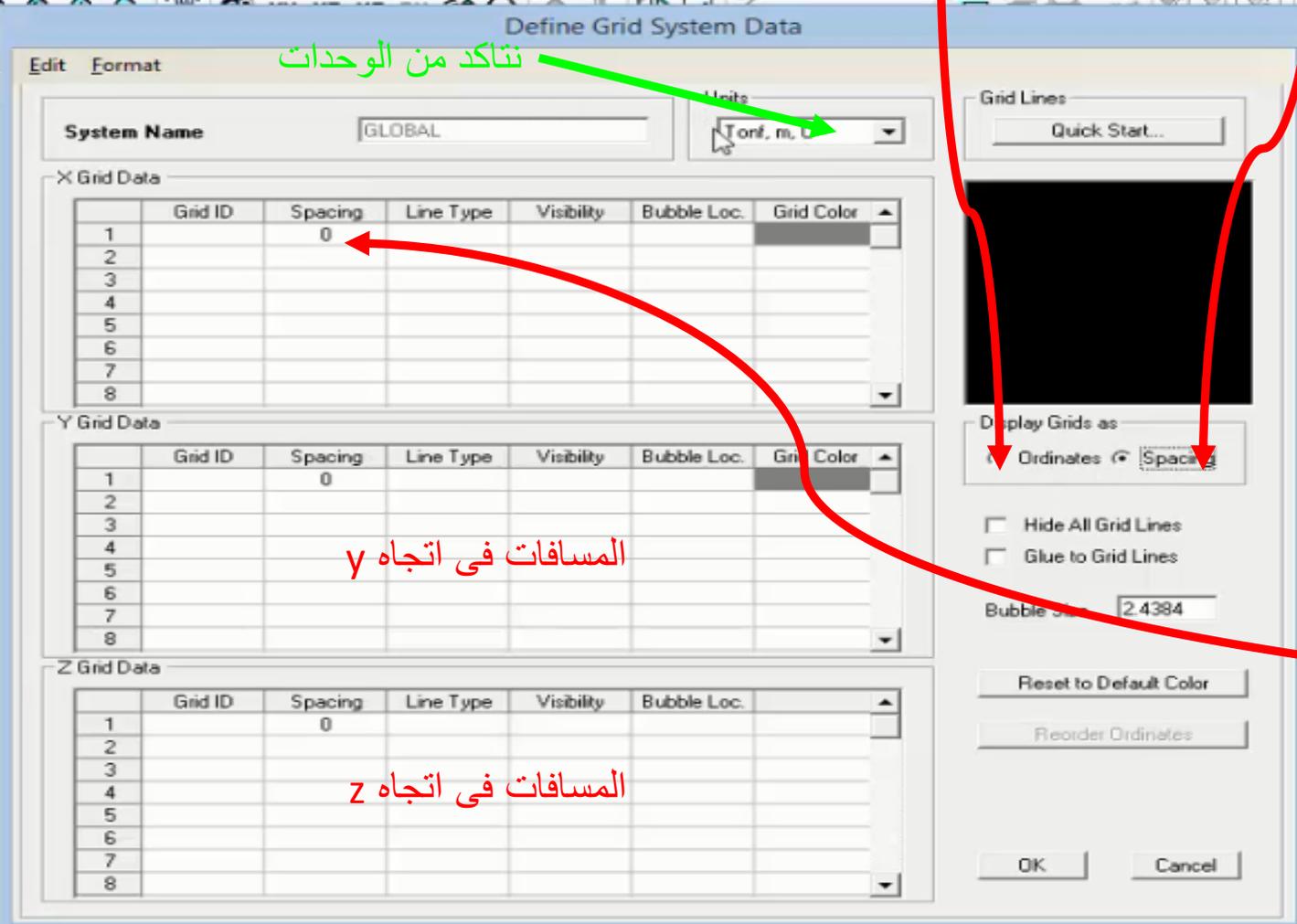
نختار



- * Define Coordinate System / Grid Modify/Show System



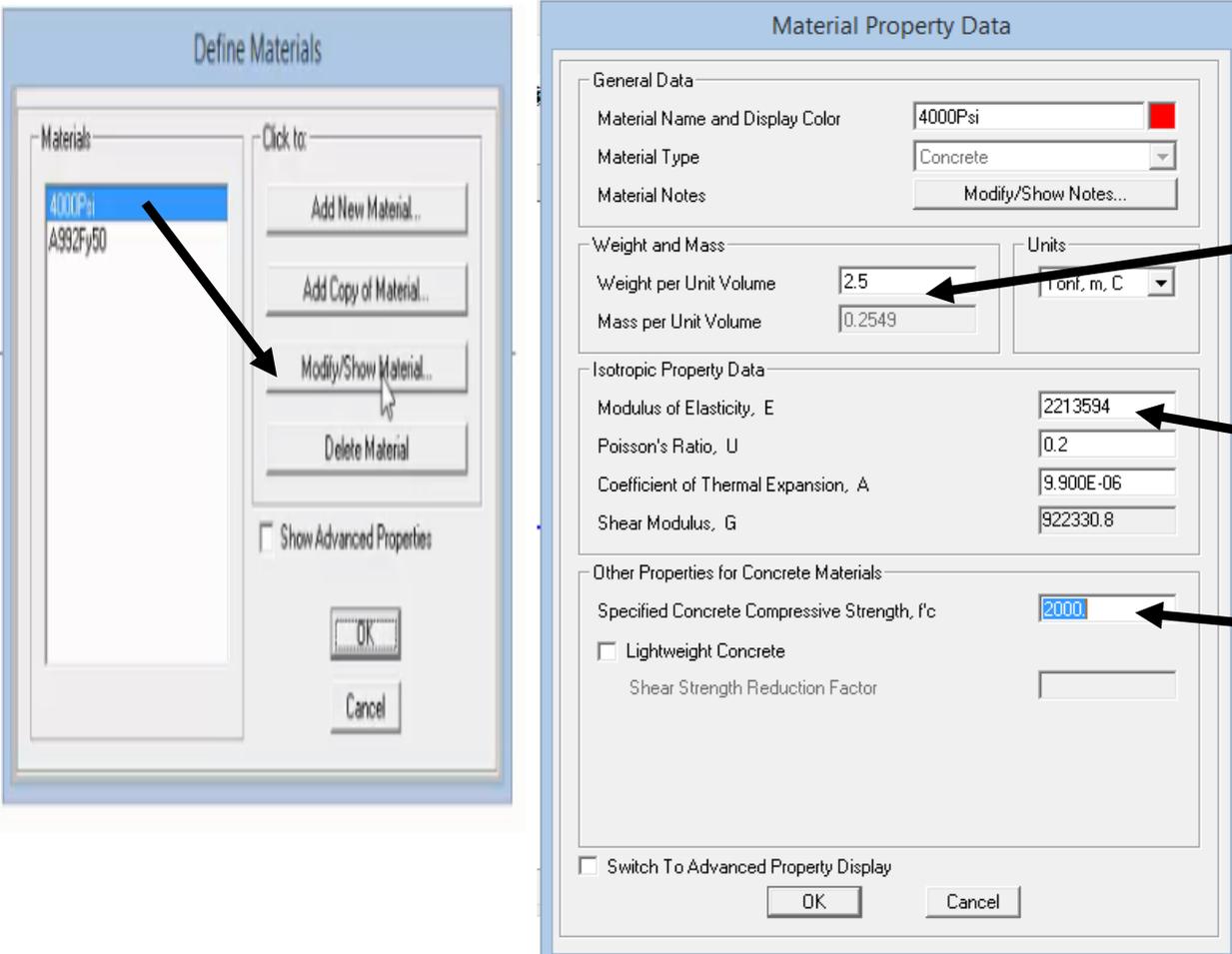
- فتظهر شاشة نقوم فيها بإدخال أماكن خطوط الشبكة اللازمة لرسم المنشأ بسهولة :
- يمكن إدخال خطوط الشبكة بإدخال المسافات بينها spacing وفي هذه الحالة يتم إدخال كل المسافات وفي النهاية نضع القيمة صفر.
- كما انه يمكن إدخال الشبكة بوضع إحداثيات مقاسه من نقطة الأصل ordinates لكل خط شبكة مطلوب



يتم ادخال المسافات في اتجاه x

كيف يتم تعريف المواد المستخدمة ؟

- تعريف المواد المستخدمه من القائمه Define → Materials
- فى حالة تعريف قطاعات الخرسانه هناك قطاع جاهز نقوم بتعديل عليه طبقا للكوود المصرى



• اسم القطاع 4000psi

• كثافة الخرسانه 2.5 t/m3

• $E_c = 14000 \sqrt{f_{cu}}$ فى وحدات كجم وسم

• ويجب تحويلها

• $E_c = 140000 * (250^{.5}) = 2213594$

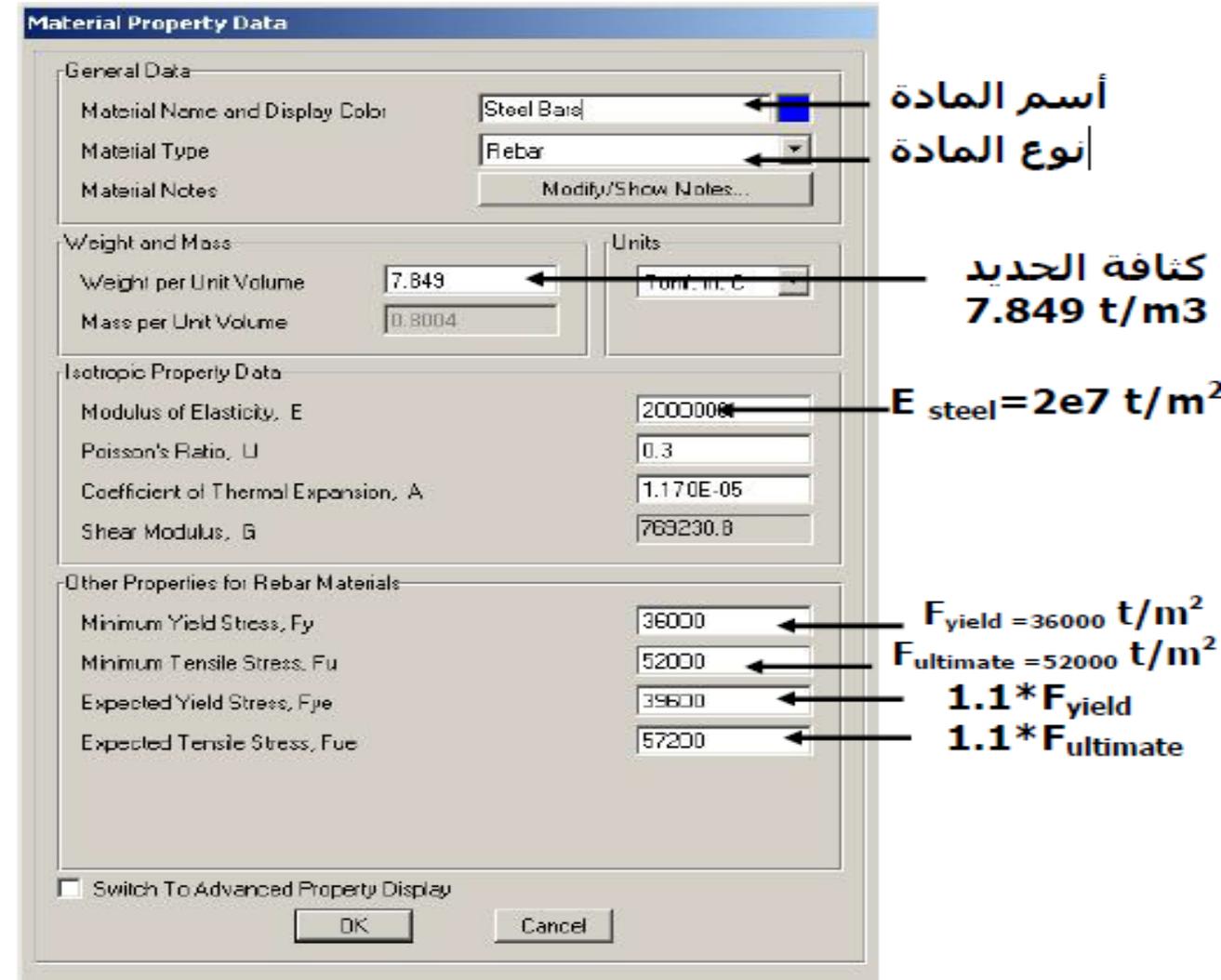
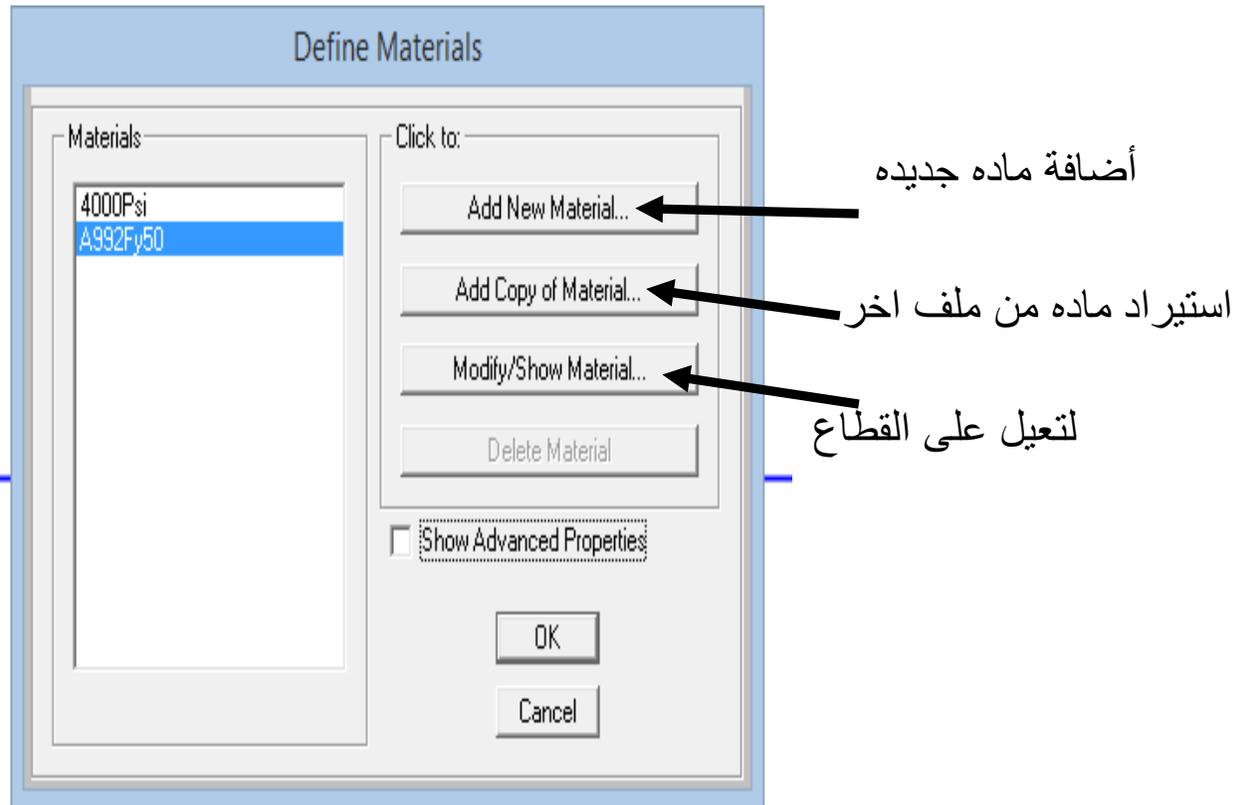
• بوحدات ton,m

• $f_c' = 0.8 f_{cu}$

• $F_{cu} = 2500 \text{ t/m}^2$

في حالة تعريف مادة قطاع حديد

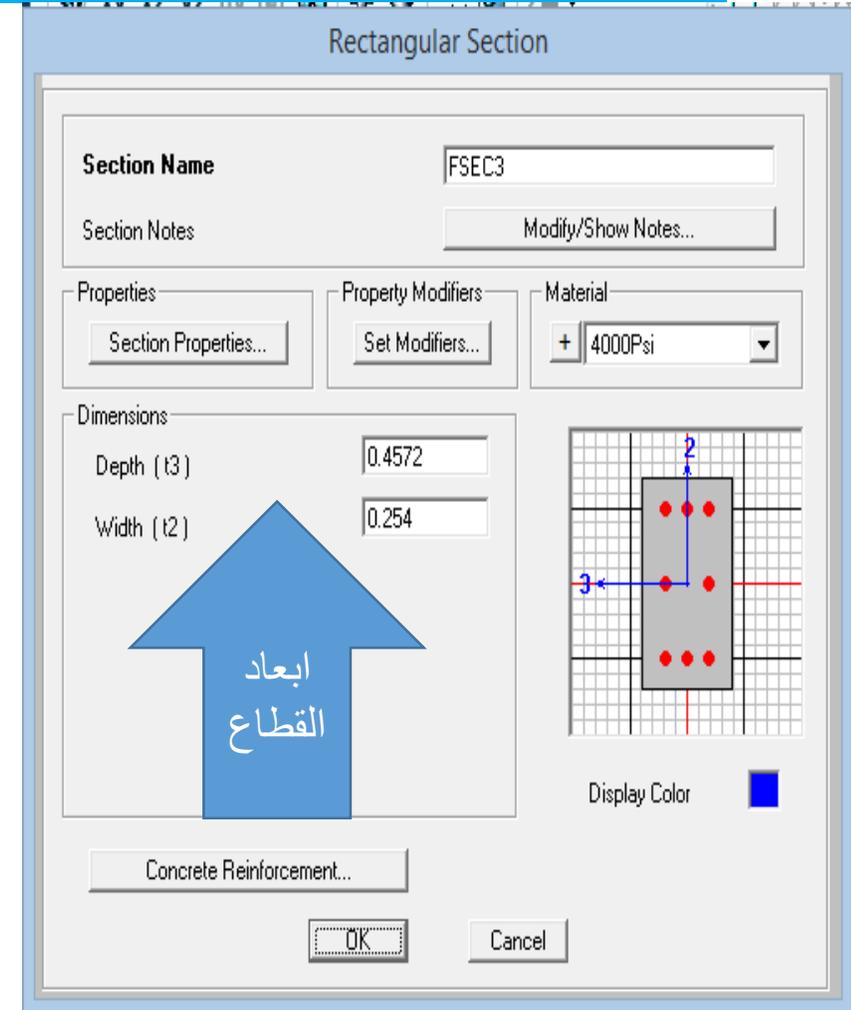
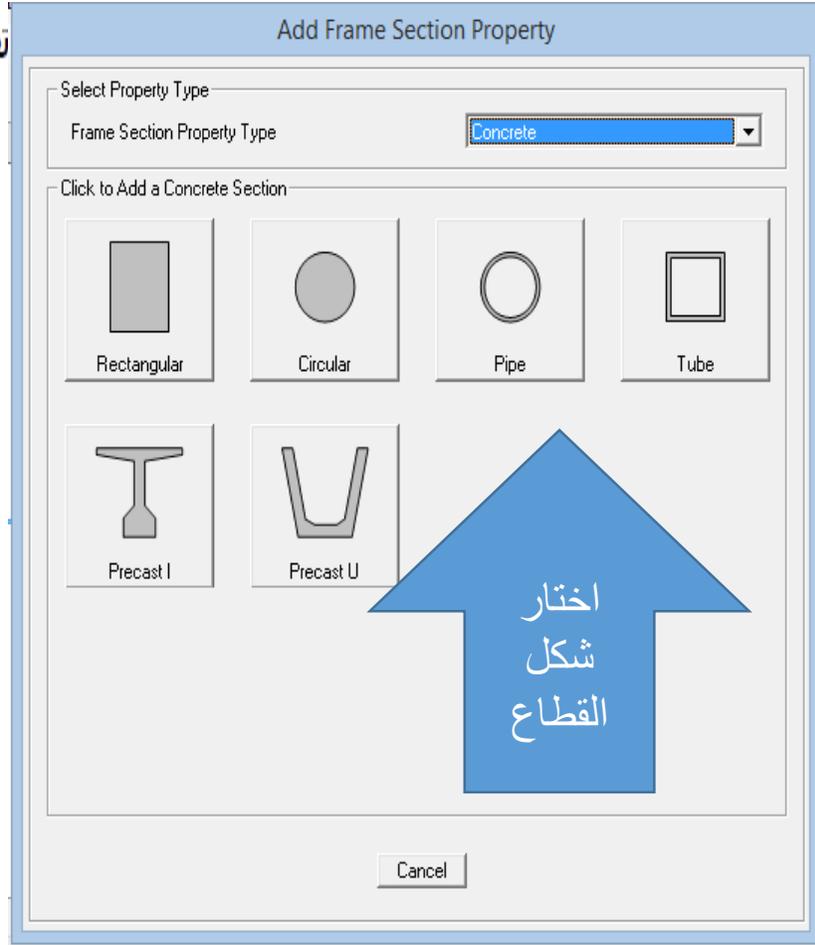
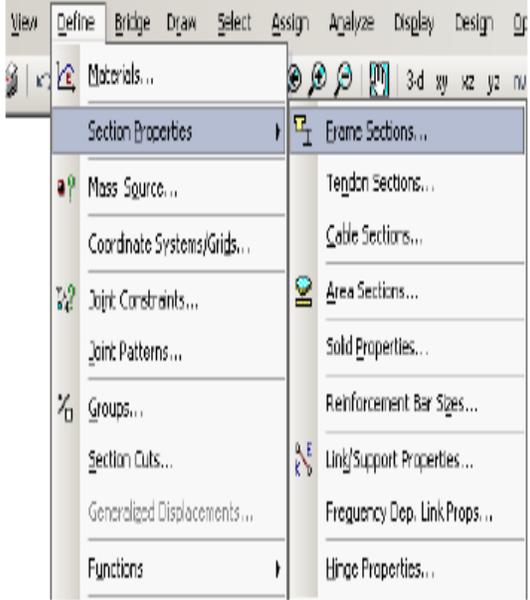
مثلا هذه القيم لحديد St. 36/52



كيف يتم تعريف القطاعات من حيث الابعاد والنوع ؟

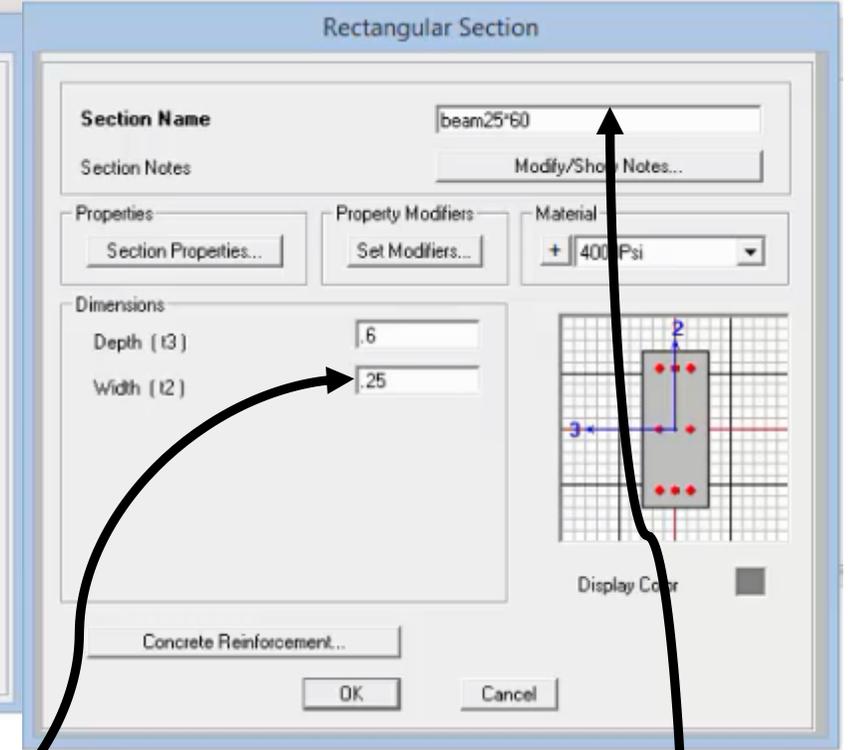
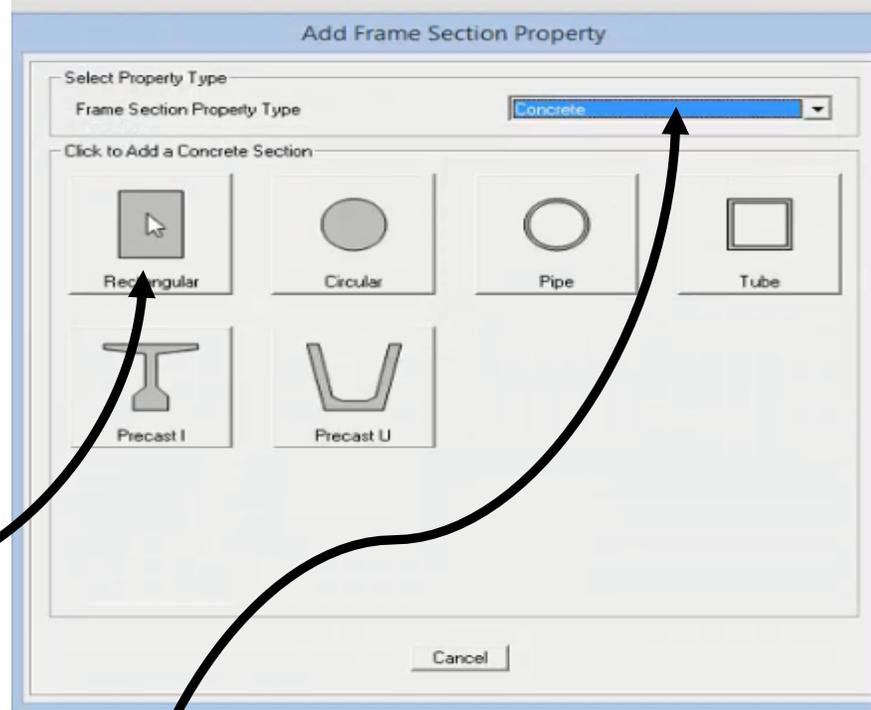
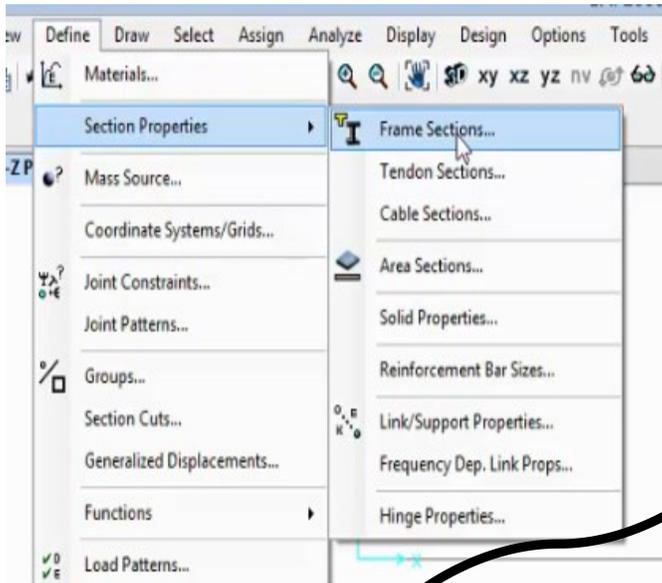
تعريف قطاع Frame elements وذلك من قائمة :

Define → section properties → frame section



تعريف القطاعات

Define → Frame Sections → Add New Property •



اختيار شكل قطاع الكمره

اختيار نوع المادة خرسانه ام حديد

ابعاد الكمره

اسم الكمره

كيف يتم رسم المنشأ وتوصيف ال supports؟

تخصيص ال supports

Assign → joint → Restraint

او من خلال شريط الادوات



Fixed Support

Roller Support

Free Support

Hinged Support

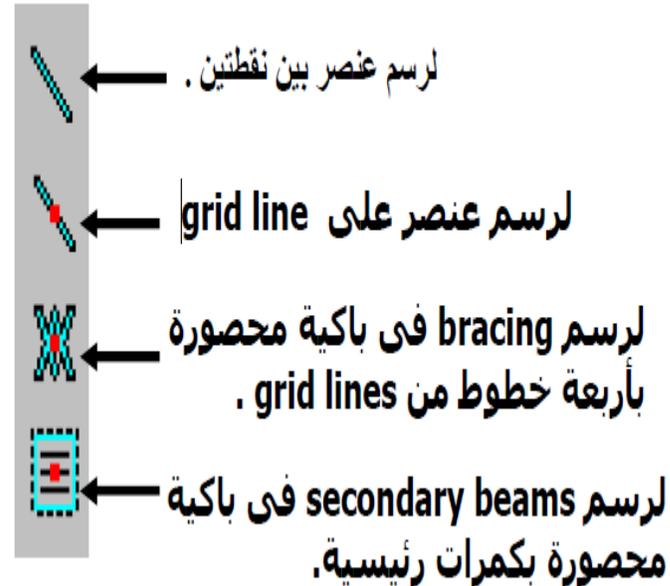
• يتم رسم الكمرات بامر ال frame element

5- رسم العناصر (frame elements) بالاستعانة بال grids التي تم

عملها من قبل.

وذلك من قائمة Draw

أو من شريط الأدوات السريع



وضع الاحمال

• عندم نتحت عن وضع الاحمال لابد فى البدايه من تحديد نوع الحمل هل هو frame load or joint load or area load

فى حالة ال joint load كما و الحال فى 5ton و 15 ton والعزم 10m.t

لاضافة حمل فى اتجاه x

لاضافة حمل فى اتجاه y

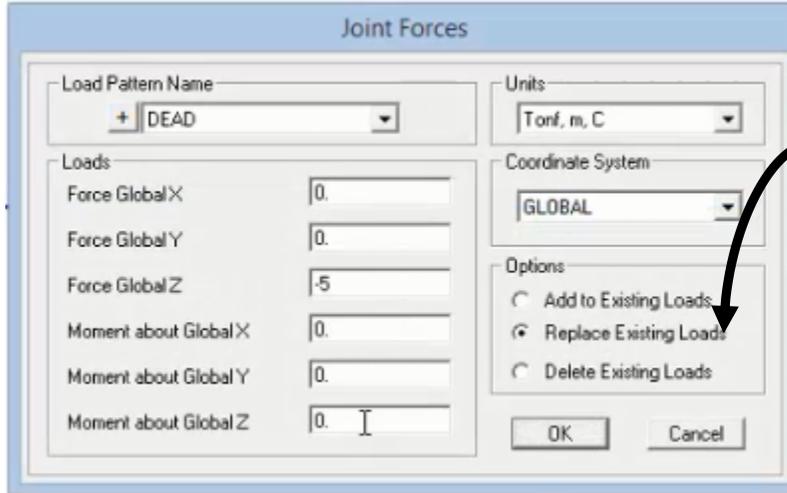
لاضافة حمل فى اتجاه z

لاضافة العزوم على حسب الاتجاه التى تعمل فيه

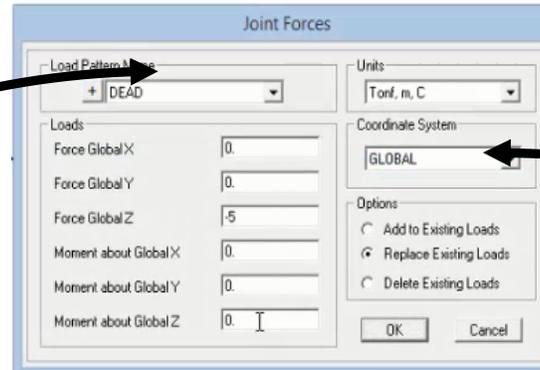
ملاحظات عند وضع الاحمال

• الاحمال التي تعمل الى اسفل يكون في اتجاه z السالبه فنضعه على الصوره 5-

• اذا اردنا ان ندخل حملين يجب التاكد من اننا لم نختار replace حتى لا يحذف البرنامج الحمل الاخير وانما نختار add



• في حال وجود حمل مائل الافضل ان نوصف الحمل مع اتجاه ال local axis



عباره عن حالة التحميل التي سوف نضع بها الحمل قد نضع الحمل في حاله live او dead

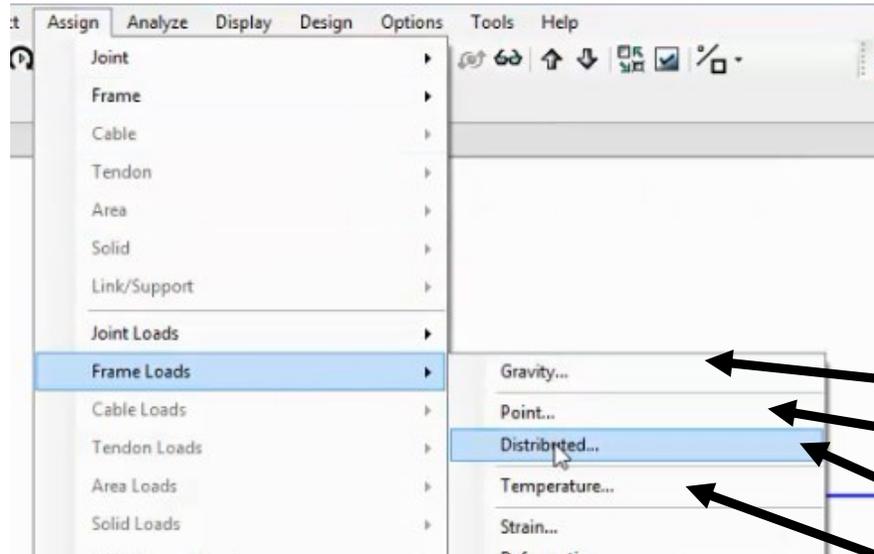
لتغير المحاور

كيف يتم لوضع احمال ال frame element ؟

• لتوصيف حمل ال frame element نختار العنصر

• Assign → frame loads → point load

• → *Distributed* load



لتخصيص حمل كنسبة من وزن العنصر

لتخصيص قوى أو عزوم مركزة

لتخصيص حمل موزع

لتخصيص التغير فى درجة الحرارة

توصيف الاحمال

في حالة ال For Point Load

حالة التحميل

الوحدات

نظام الإحداثيات
اتجاه الحمل

مسافة الحمل

قيمة الحمل

مسافة الحمل كنسبة من طول
العنصر مقاس من نقطة بدايته

مسافة الحمل بالمتر مقاس من
نقطة بدايته

Point Loads	1.	2.	3.	4.
Distance	0.	0.25	0.75	1.
Load	0	0	0	0

كيف يتم توصيف الاحمال ؟

For Uniform Distributed Load •

Assign → Frame Loads → Distributed •

توصيف قوه

توصيف عزم

	1.	2.	3.	4.
Distance	0.	0.25	0.75	1.
Load	0.	0.	0.	0.

لتوصيف حمل مثلثي او شبه منحرف

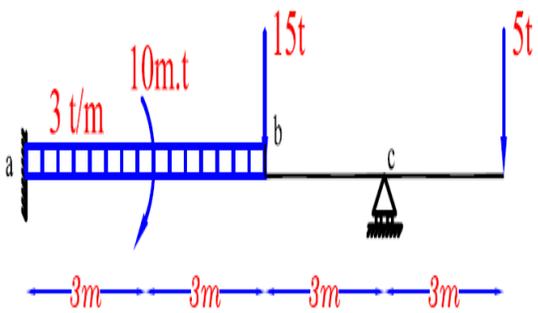
المسافه

قيمة الحمل عند هذه المسافه

اتجاه الحمل هل هو x,y,z,gravity

لتوصيف حمل موزع بانتظام

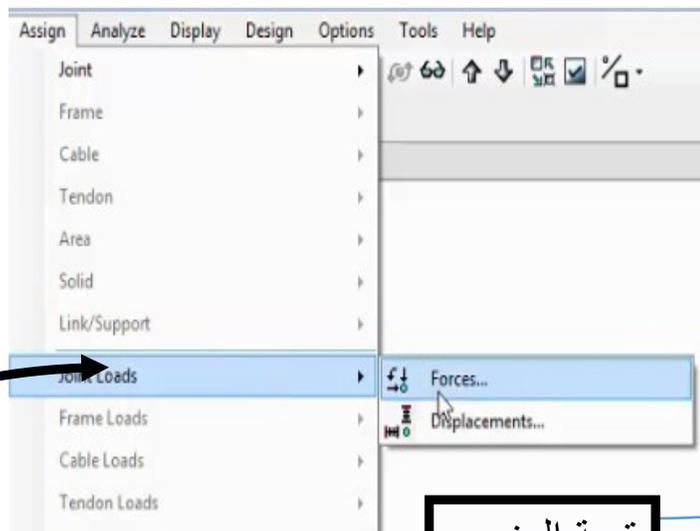
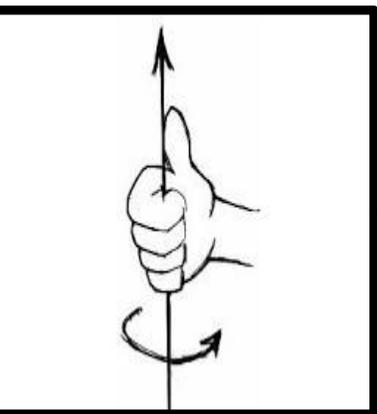
السؤال كيف يتم ادخال العزم المركز 10 m.t وفي اى اتجاه؟



العزم يتبع قاعده فلمنج لليد اليمنى اتجاه هو الاتجاه العمودى على المستوى والكمه مستوها هو XZ يكون اتجاه العزم فى اتجاه المحور y

السؤال الثانى هل العزم قمته موجبه ام سالبه نحدد ذلك من قاعدة فلمنج حيث يكون اتجاه الابهام فى اتجاه المحور اذا كان دوران العزم مع الاصابع يكون موجب اذا كان العكس يكون سالب

العزم لا يكون ظاهر فى مستوى ال xz لظهاره يكون فى ال 3d ويكون عباره عن سهم ذو راسين



لوضع حمل او عزم على joint

قيمة العزم

كيف يتم توصيف حمل مثلثي؟

- كيفية توصيف حمل مثلثي

Frame Distributed Loads

Load Pattern Name: + DEAD

Units: Tonf, m, C

Load Type and Direction:
 Forces Moments
Coord Sys: GLOBAL
Direction: Gravity

Options:
 Add to Existing Loads
 Replace Existing Loads
 Delete Existing Loads

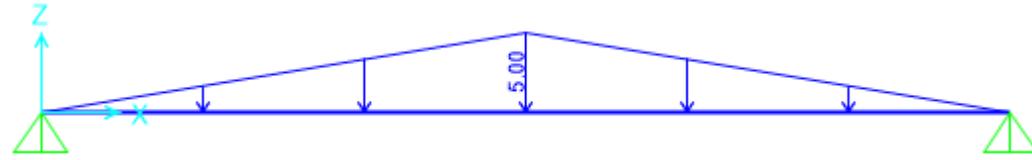
Trapezoidal Loads:

	1.	2.	3.	4.
Distance	0.	.5	1	0
Load	0.	5	0.	0.

Relative Distance from End-I Absolute Distance from End-I

Uniform Load:
Load: 0.

OK Cancel



يكون في البدايه عند مسافه 0 قيمه الحمل 0 وفي المنتصف قيمة الحمل 5 ton وفي
النهايه قيمة الحمل 0

كيفية عمل run ?

• بعد توصيف الاحمال وال supports وتعريف القطاعات
تاتى خطوات حل المنشا

• بعد عمل run من خلال الضغط على f5 او من خلال

• يجب عمل do not run

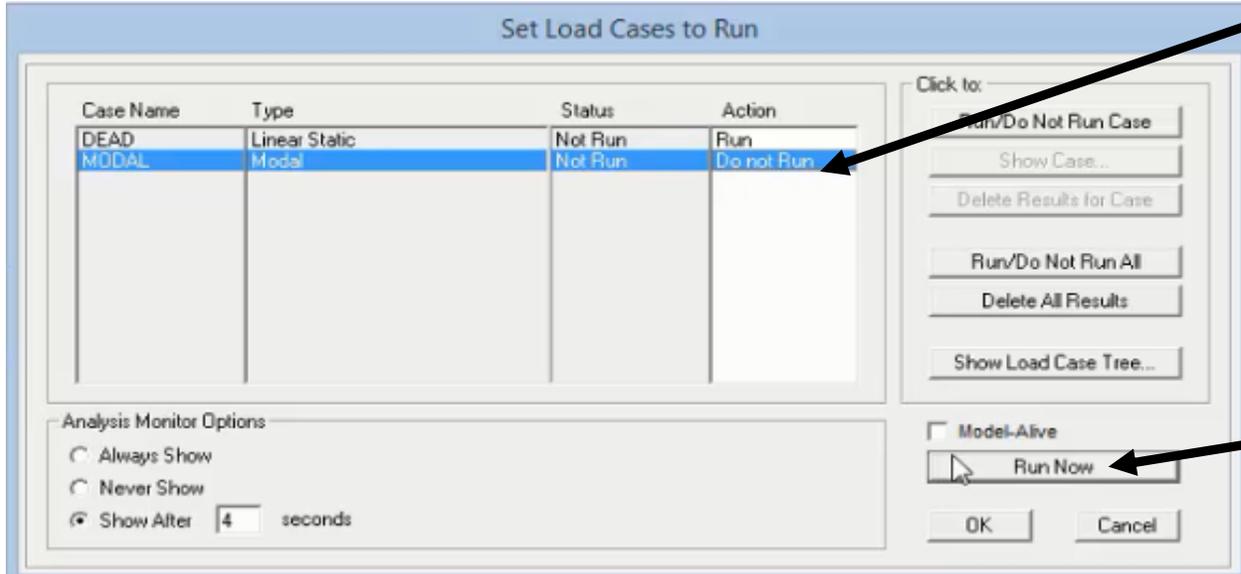
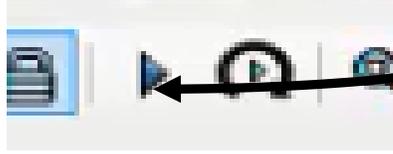
• لل modal فى حالة عدم دراسه

• احمال الزلازل

• يجب اختيار حالات التحميل المراد عمل

Run لها فقط

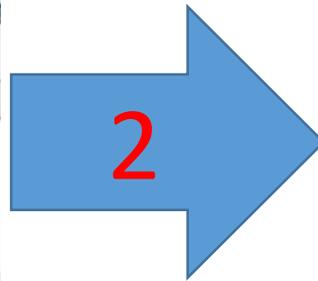
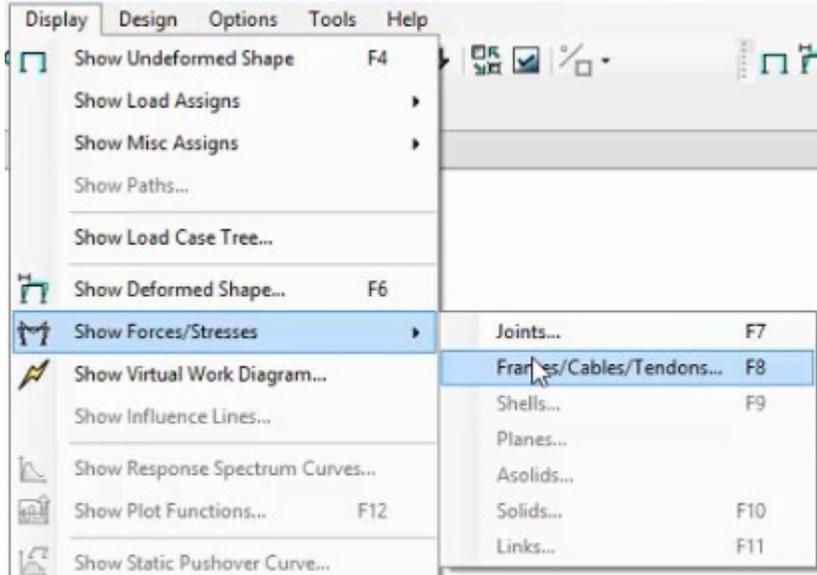
• ثم الضغط على run now



كيف يتم اظهار النتائج؟

- يتم اظهار النتائج من خلال قائمه الاوامر او من شريط الادوات
لاظهار العزوم وال shear على ال frame element (كمرات، فريمات، truss،) من خلل

Display → show forces/stresses → frame/cable

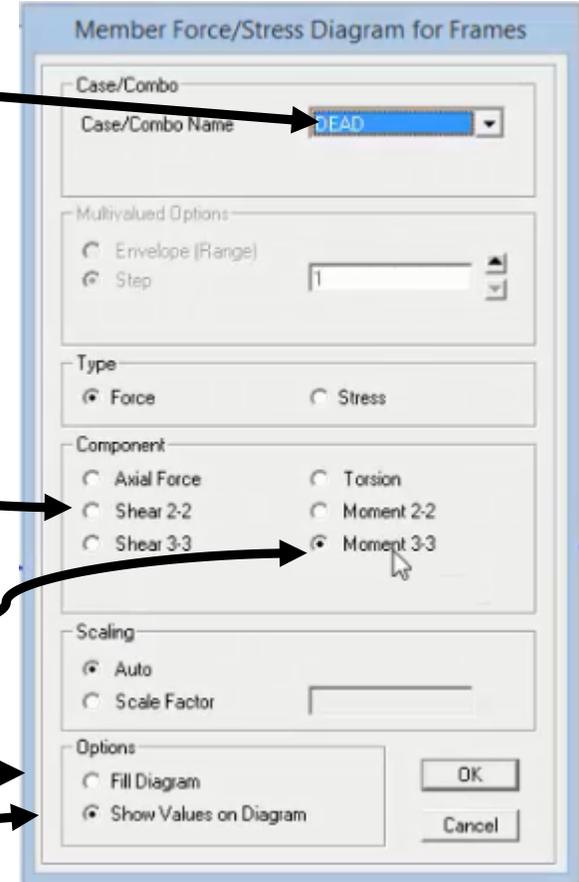


حالة التحميل لاظهار
النتائج

اظهار ال shear
نختار 22 shear

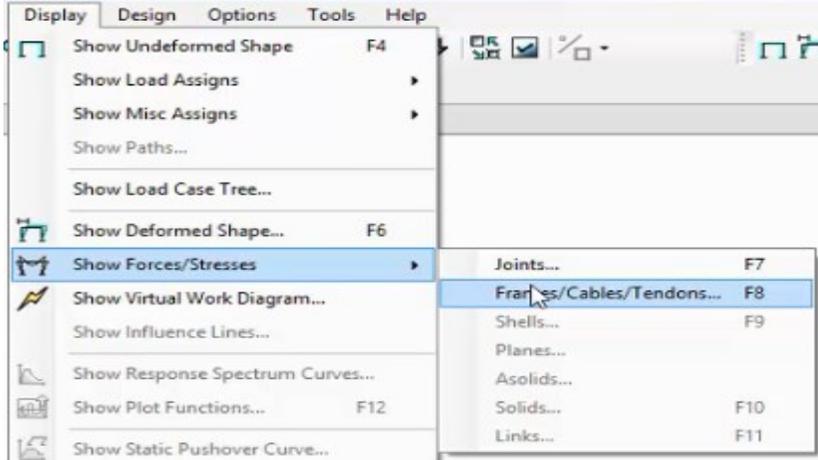
اظهار العزم على الكمره
نختار 33 moment

إظهار الشكل بدون قيم
إظهار الشكل و عليه القيم

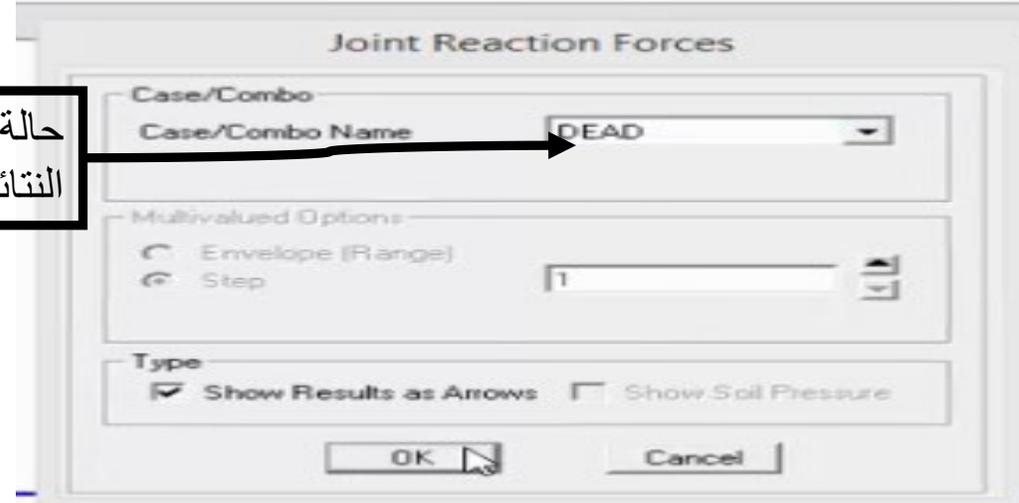


اظهار ردود افعال الاعمده

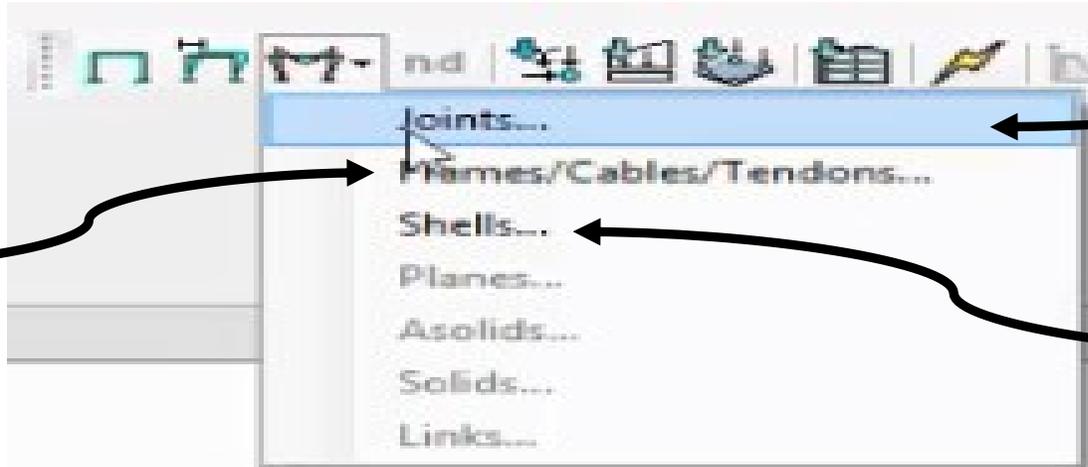
Display → show forces/stresses → joints



حالة التحميل لاظهار النتائج



الطريقه الثانيه وانه يمكن عرض النتائج من خلال شريط الادوات



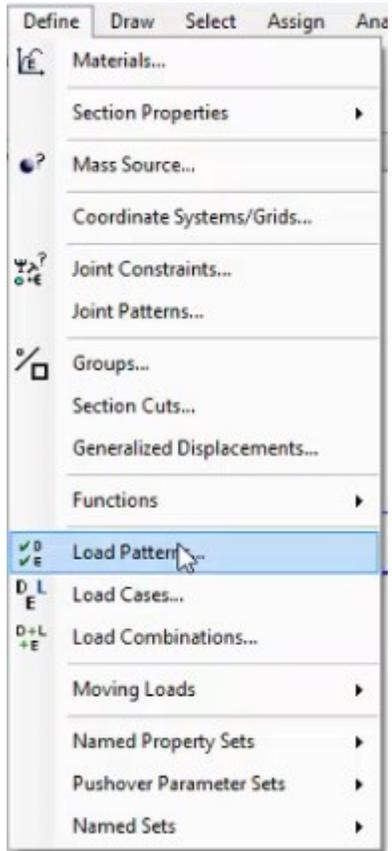
لعرض ردود الافعال الخاصه بال supports

لعرض نتائج العزوم وال shear لل frame element

لعرض نتائج ال area element وسوف يتم التطرق لها

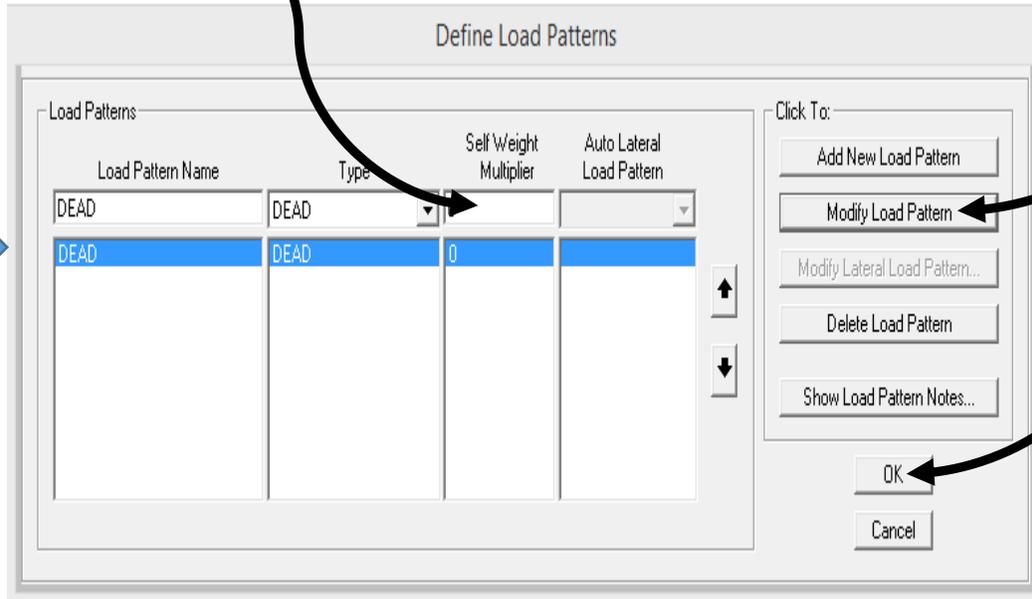
كيفية الغاء وزن المنشا؟

- في بعض الاحيان لانتاج لدخال وزن المنشاء في الاحمال كحمل dead مثلا لاننا حسبنا ال own weight يدويا وادخلناه كحمل في هذه الحالة لابد من الغاء وزن المنشا مع ملاحظات ان ال sap دائما يحسب وزن المنشا ويضيفه على الاحمال ال dead load لعدم حساب وزن المنشا عن طريق



Define → load patterns

نضع القيمة 0



نضغط على modify

واخيرا نضغط ok

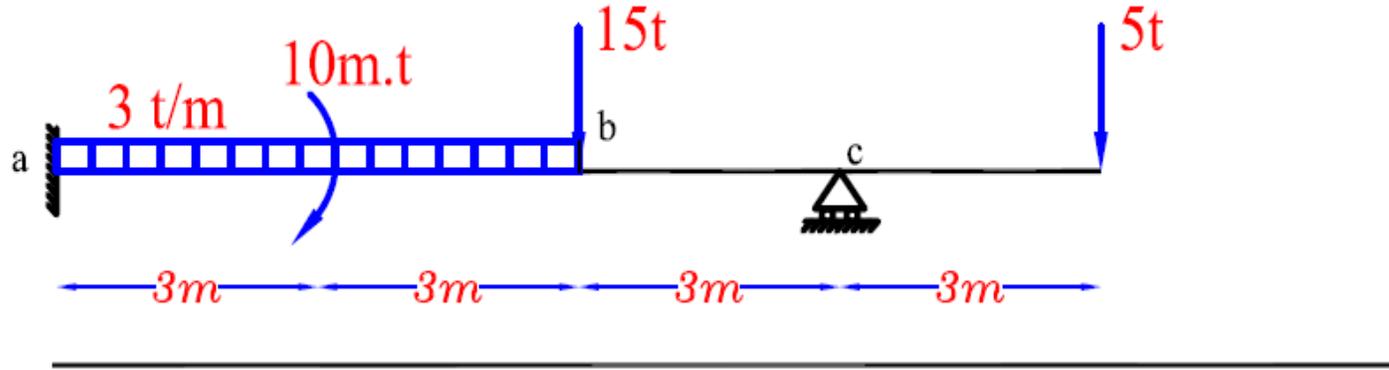
ملحوظه هامه جدا لابد من التأكد انه في حاله اردنا ادخال وزن المنشا وان هناك اكثر من حالة تحميل dead و live انه موجود 1 امام dead فقط حتى لا يحسب البرنامج وزن المنشا مرتين

وقفه

- نصل الى هنا حيث اننا تناولنا بشكل بسيط كيفية ادخال احداثيات وتعريف مواد وقطعات وتوصيف احمال ووضع supports وكيفية حل المنشأ وكيفية عرض النتائج
- نجد ان طريقه تعريف القطاعات ثابتة مع اختلاف الخصائص على حسب القطع وكذلك وضع الاحمال وكذلك وضع supports وعرض النتائج
- هنا نستطيع تعريف اى منشأ من قطاعات ووضع احمال ووضع supports سوف يكون باقى المحاضرات عبارته عن اسئله عن الاشياء المختلفه والتي سوف تقابل المصمم فى تحليل وتصميم الكمرات والاعمده والبلاطات وغيرها من العناصر الانشائية
- سوف نتناول حل مثال كامل لكمره ومقارنه الحل البرنامج بالحل اليدوى

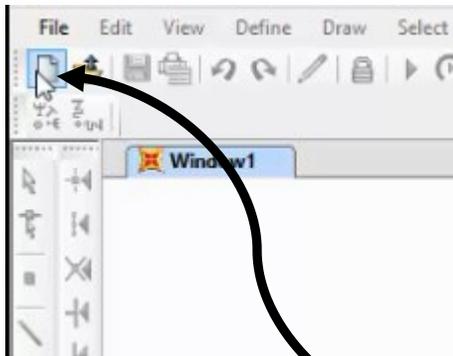
Analysis Of Skeletal Structure

Analysis Of Beams

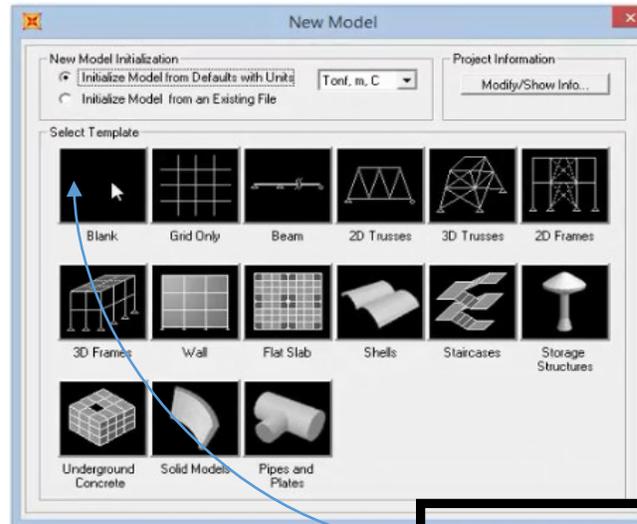


سياسة الحل هو حل الكمره بالساب والحل اليدوى ونقارن بينهم

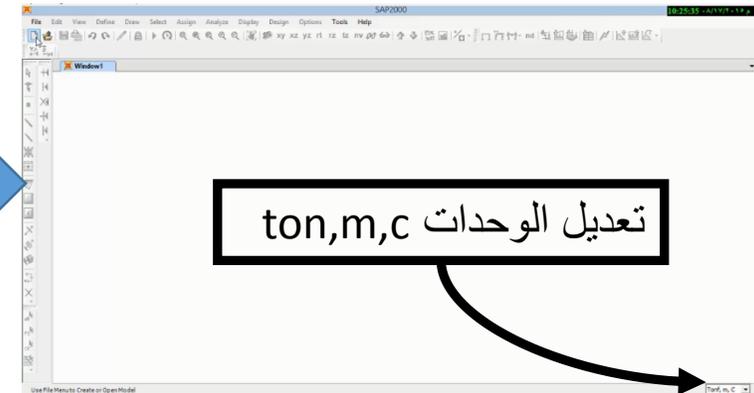
قطاع الكمره 25*60
الماده خرسانه fcu 250



اختيار new model او من قائمة file



نختار blank



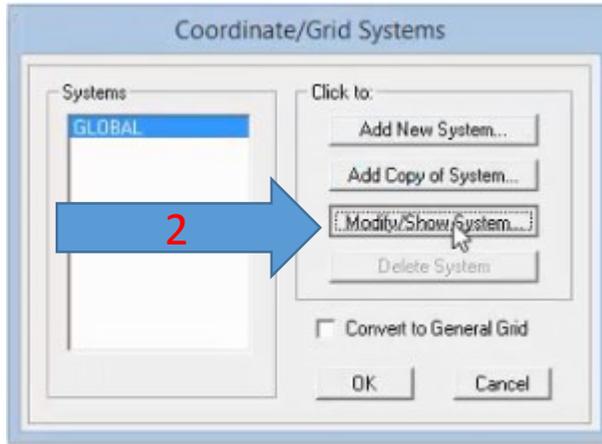
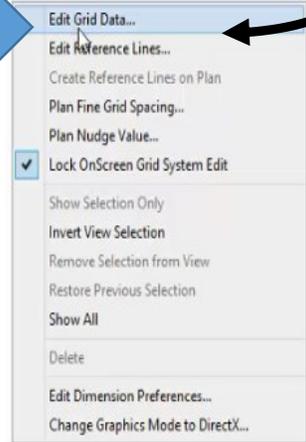
تعديل الوحدات ton,m,c

ادخال الاحداثيات

يتم ادخال ابعاد الكمره

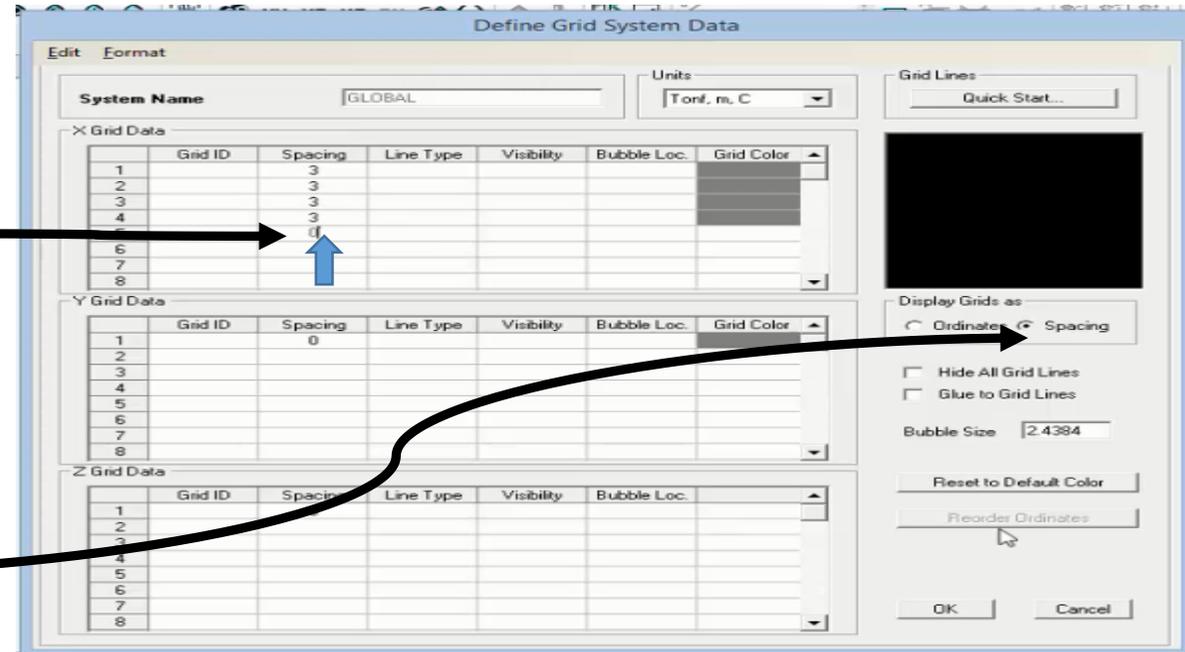


-الوقوف على الشاشه وعمل right click



3

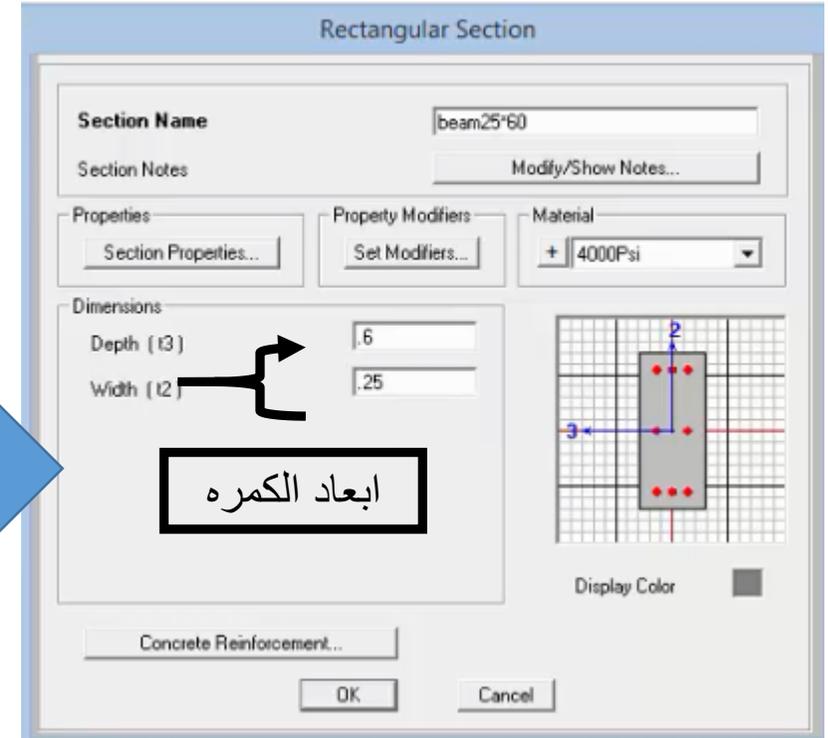
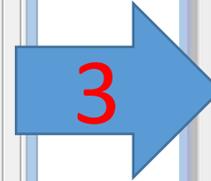
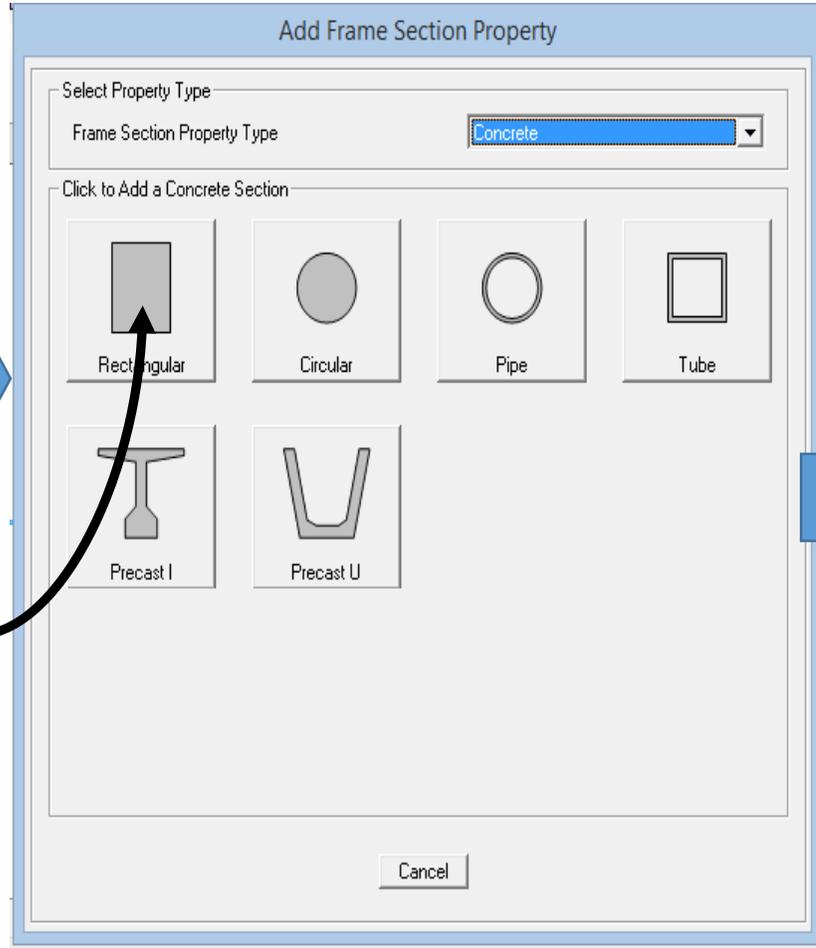
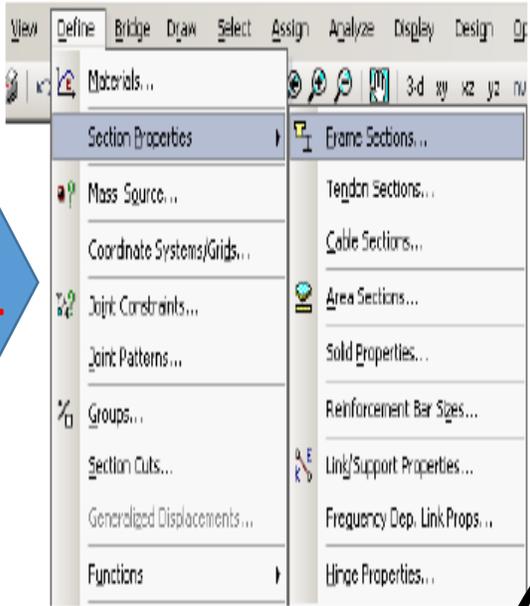
ندخل الابعاد ونضع فى النهايه صفر



نعرف قطاع الكمره

4- تعريف قطاع Frame elements وذلك من قائمة :

Define → section properties → frame section



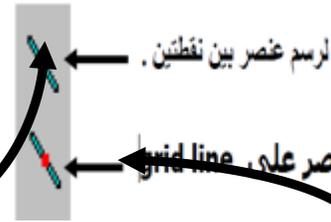
نختار rec

1



اختيار المستوى XZ

2



رسم الكمره بضغطة واحده عليها
لرسم عنصر على grid line
لرسم عنصر بين نقطتين.

رسم الكمره بختيار بدايه والنهايه

3

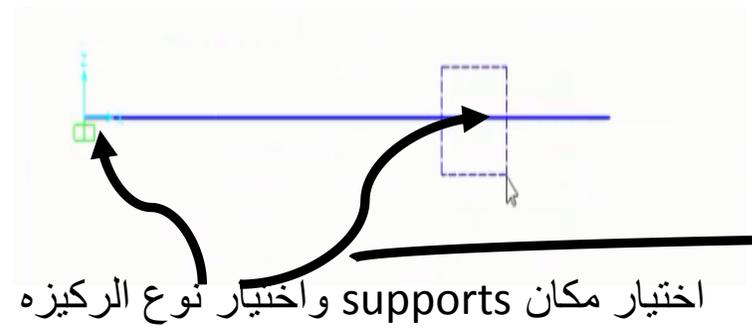
Properties of Object	
Line Object Type	Straight Frame
Section	beam25*60
Moment Releases	Continuous
XY Plane Offset Normal	0.
Drawing Control Type	None <space bar>

قبل رسم الكمره لابد من التأكد من انه القطاع الذي تم تعريفه لانه قد يكون هناك اكثر من قطاع كما هو الحل لو اكثر من كمره

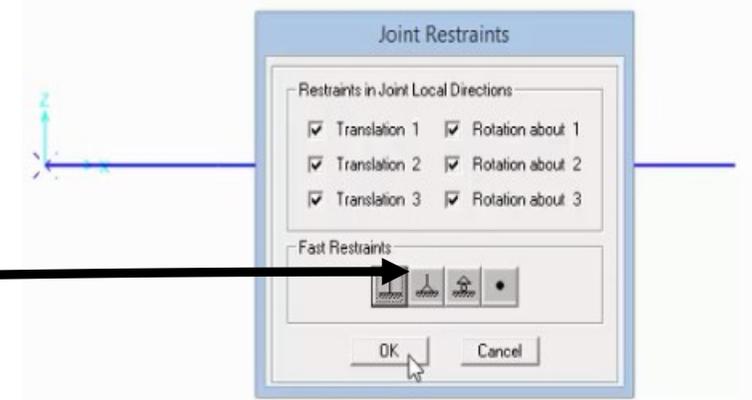
تخصيص ال supports

Assign → joint → Restraint

او من خلال شريط الادوات



اختيار مكان supports واختيار نوع الركيزه



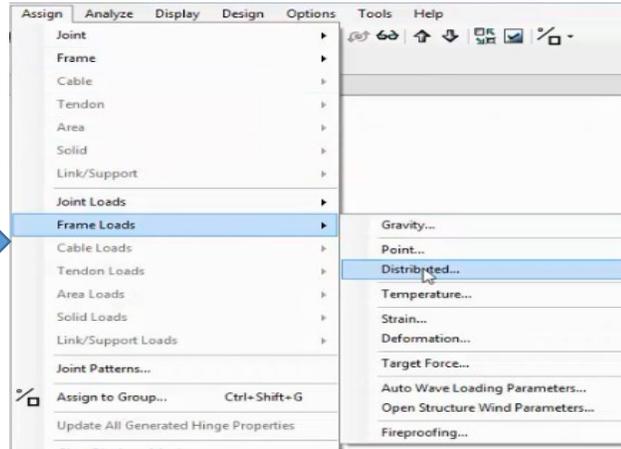
وضع الاحمال

1

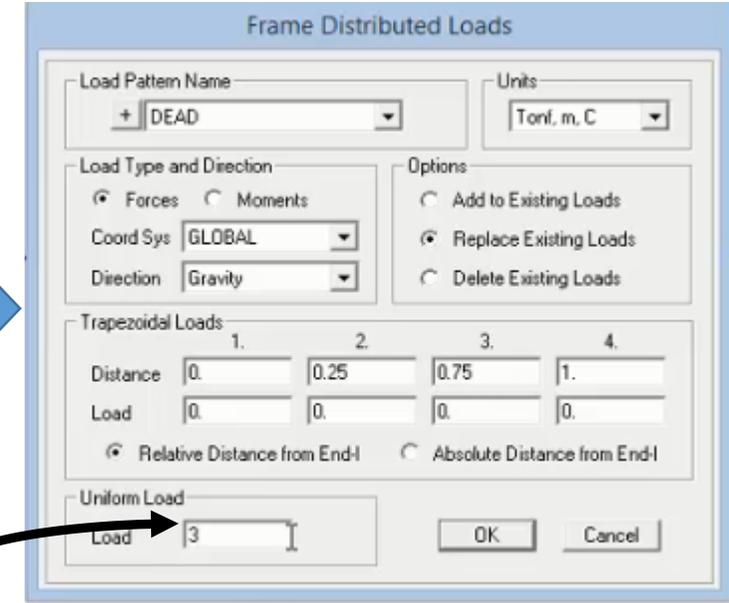


اختيار مسافة الحمل الموزع 3 ton

2

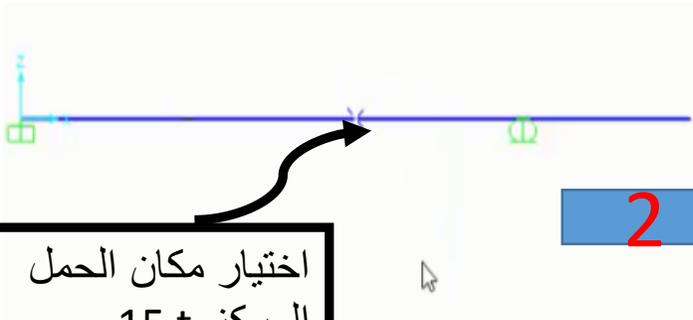


3



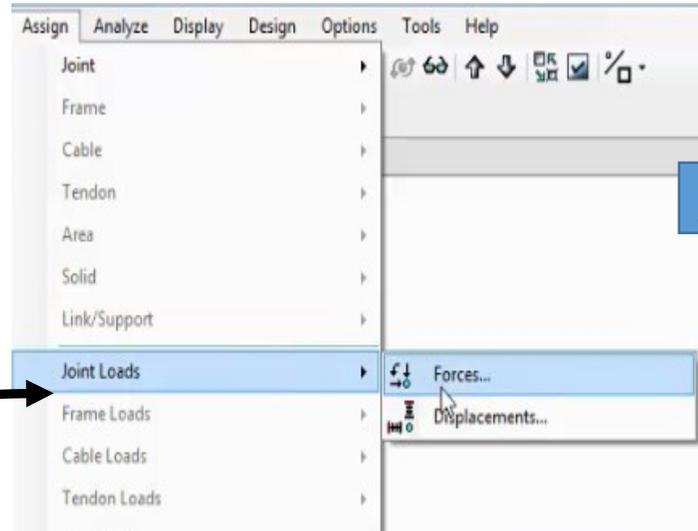
وضع قيمة الحمل 3

1

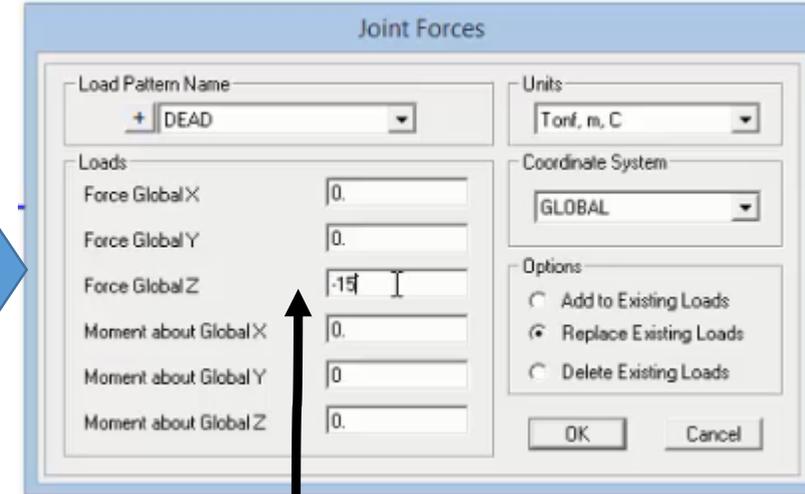


اختيار مكان الحمل
المركز 15 t

2



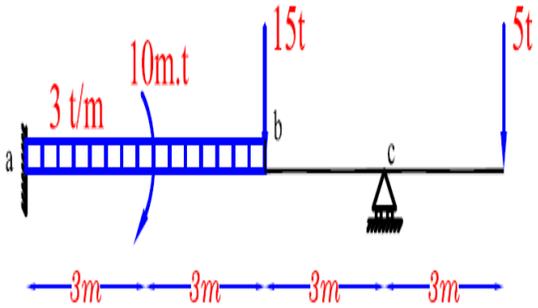
3



لوضع حمل او عزم على joint

الحمل يعمل في اتجاه الجاذبيه اى
-z فنضع -15

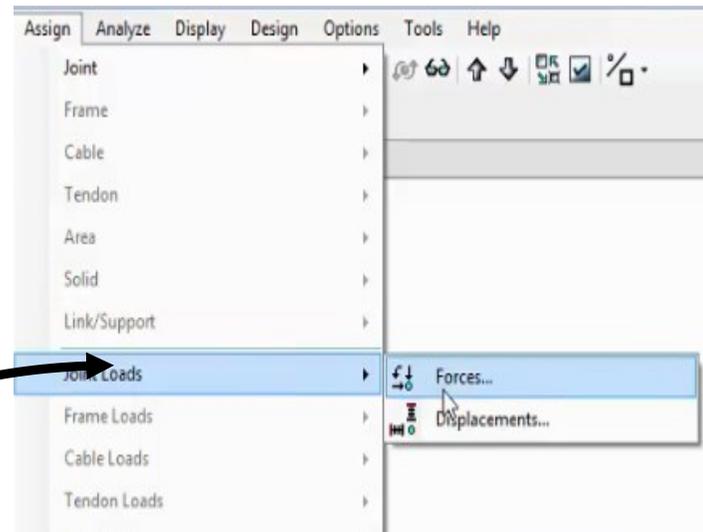
السؤال كيف يتم ادخال العزم المركز 10 m.t وفي اى اتجاه



العزم يتبع قاعده فلمنج لليد اليمنى اتجاه هو الاتجاه العمودى على المستوى والكمه مستوها هو XZ يكون اتجاه العزم فى اتجاه المحور y

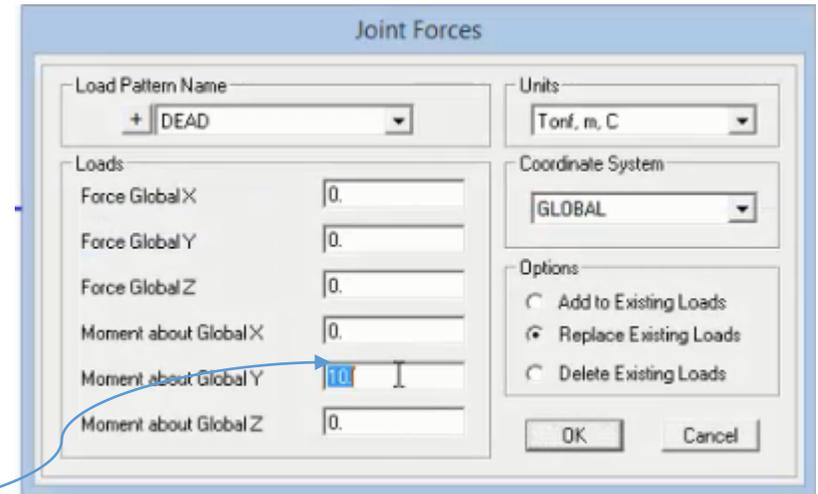
السؤال الثانى هل العزم قمته موجبه ام سالبه نحدد ذلك من قاعدة فلمنج حيث يكون اتجاه الابهام فى اتجاه المحور اذا كان دوران العزم مع الاصابع يكون موجب اذا كان العكس يكون سالب

العزم لا يكون ظاهر فى مستوى ال xz لظهاره يكون فى ال 3d ويكون عباره عن سهم ذو راسين



لوضع حمل او عزم على joint

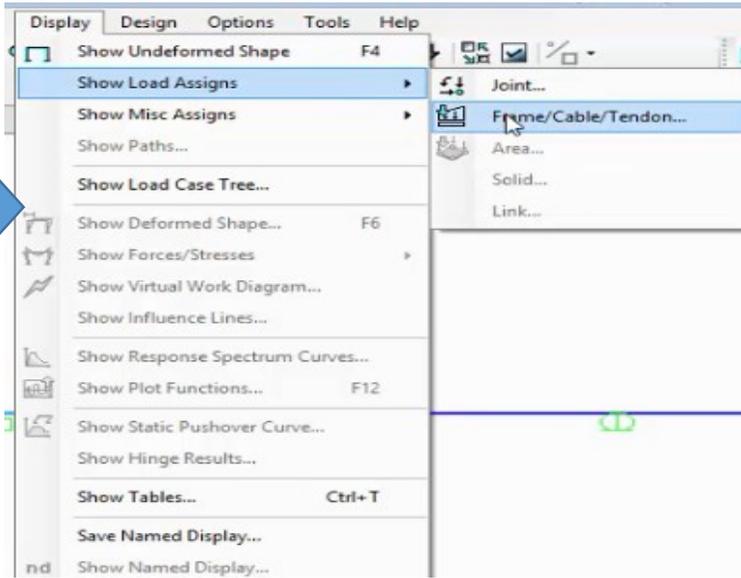
قيمة العزم



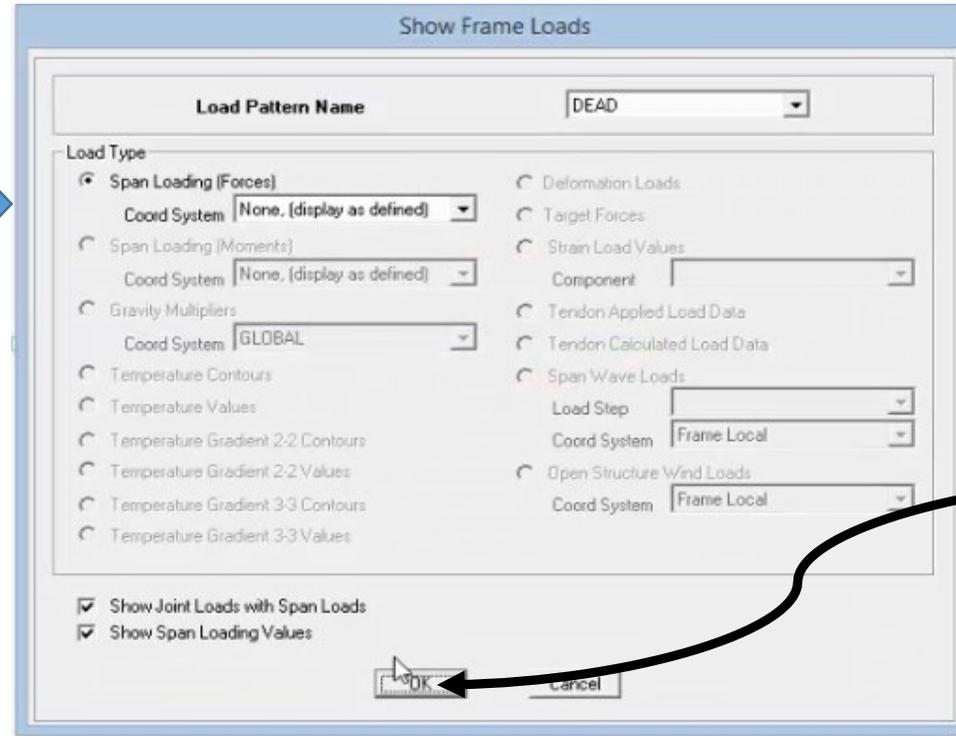
السؤال بعد وضع الاحمال نلاحظ اختفاء الاحمال ؟

لاظهار جميع الاحمال

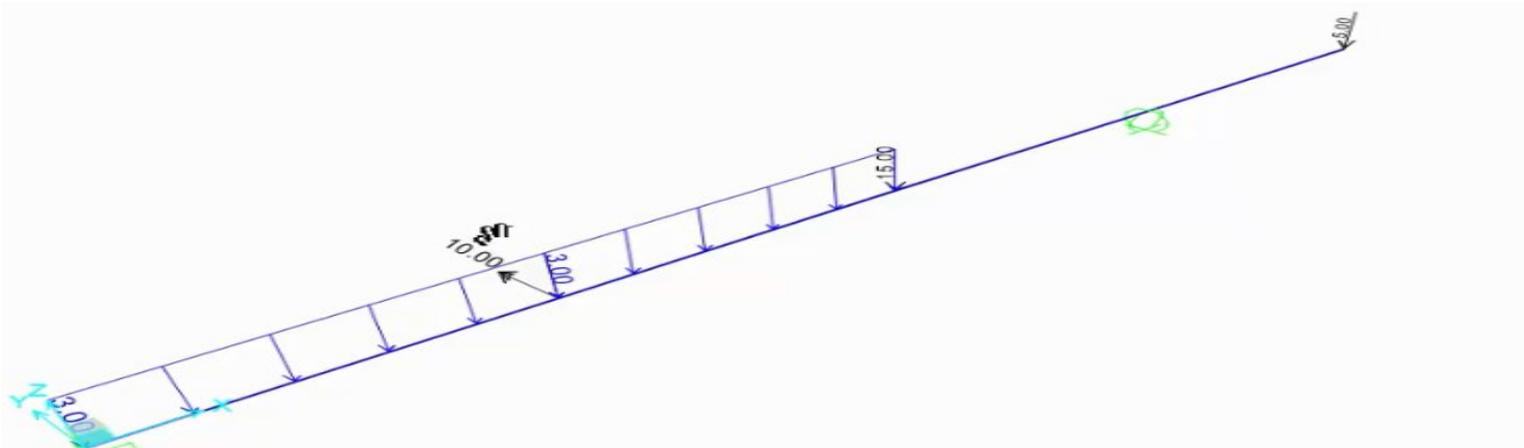
1



2

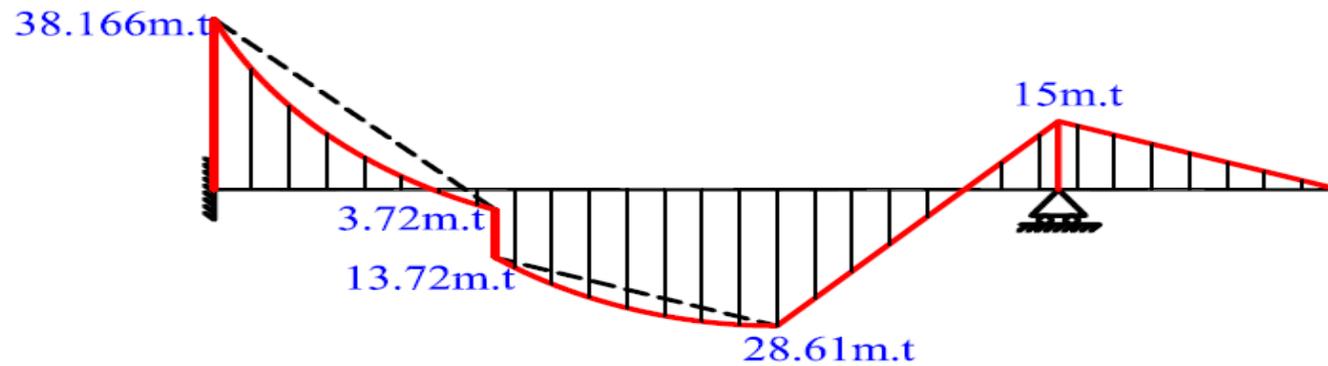
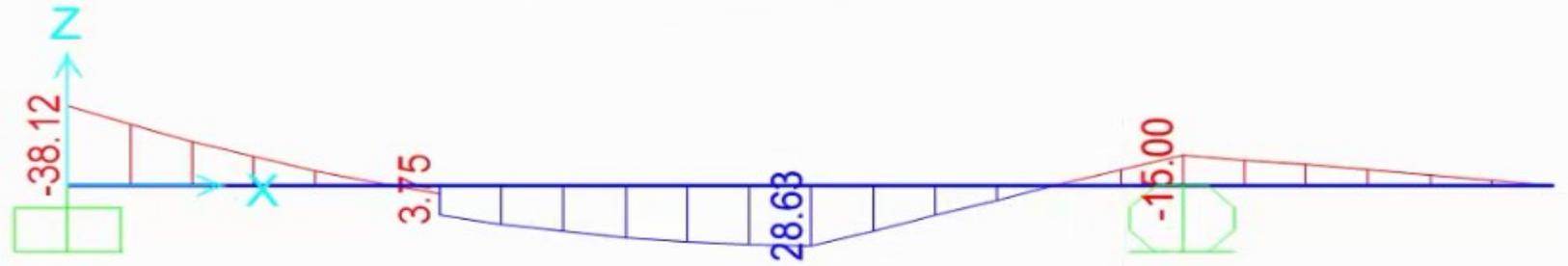


نضغط ok فقط



للتغير بين المستويات المختلفه

نتائج البرنامج ونلاحظ انها قريبه لنتائج
الحل اليدوى غالبا تكون مختلفه ولكن
اختلاف بسيط جدا



Final B.M.D.

الحل اليدوى

Frame

التحليل الانشائي لل frame لا يختلف كثيرا فهونفس النمط من تعريف مواد وقطاعات وابعاد القطاعات و احداثيات ولكن يتم تعريف الاحداثيات في اتجاه x وايضا في اتجاه z

كيفية عمل قطاع ال non prismatic ؟

السؤال يعنى ايه non prismatic section ؟

يعنى قطاع غير ثابت الابعاد يعنى مثلا فى الفريجات كان القطاع من فوق مثلا 30 * 100 سم من تحت عند الركيزة يكون 30 * 60 سم

نقوم بتعريف قطاعين واحد 30*60 و قطاع ثانى 30*100 و قطاع non prismatic



Rectangular Section

Section Name: 30*60

Section Notes: Modify/Show Notes...

Properties: Section Properties...

Property Modifiers: Set Modifiers...

Material: + 4000Psi

Dimensions:

Depth (t3): .6

Width (t2): .3

Display Color:

Concrete Reinforcement... OK Cancel

نعرف القطاع
30*60

Rectangular Section

Section Name:

Section Notes: Modify/Show Notes...

Properties: Section Properties...

Property Modifiers: Set Modifiers...

Material: + 4000Psi

Dimensions:

Depth (t3): 1

Width (t2): .3

Display Color:

Concrete Reinforcement... OK Cancel

نعرف القطاع
100*30

Add Frame Section Property

Select Property Type: Frame Section Property Type: Other

Click to Add a Section:

General Nonprismatic Section Designer

nonpr نختار

other نختار

Cancel

Nonprismatic Section Definition

Nonprismatic Section Name: Column

Section Notes: Modify/Show Notes...

Display Color:

Start Section	End Section	Length	Length Type	EI33 Variation	EI22 Variation
30*60	30*100	1	Variable	Cubic	Linear
30*60	30*100	1	Variable	Cubic	Linear

نكتب 1 اي لكل
%100 من العنصر

Add Insert Modify Delete

OK Cancel

اسم القطاع

نختار القطاع 30*60

نختار القطاع 30*100

linear نختار

variable نختار

cubic نختار

كيف يمكن تكرار عنصر في البرنامج وفيما تستخدم ؟

ان امر تكرار امر هام جدا ويسهل العمل كثيرا وهو مفيد عند رسم ال space frame وكذلك عند رسم ال trusses وفي ال Multi story frames

يتم اختيار العنصر الاصلى المراد تكراره ثم
Edit → Replicate

نوع التكرار المراد

مسافة التكرار فى اتجاه x

مسافة التكرار فى اتجاه y

مسافة التكرار فى اتجاه z

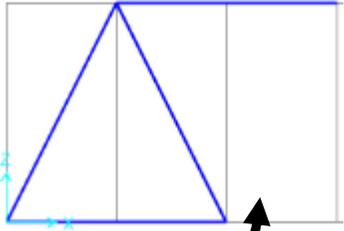
عدد مرات تكرار العنصر

اذا اردنا حذف العنصر الاصلى الذى تم تكراره

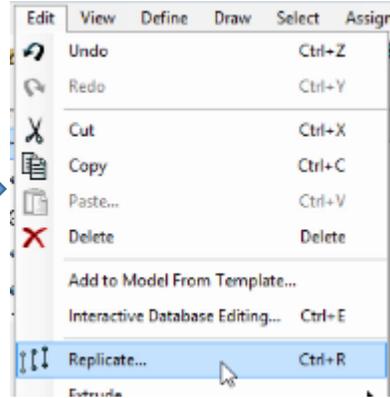
اسهل طرق رسم ال trusses ؟

يتم رسم باقيه واحده وعمل replicate لها

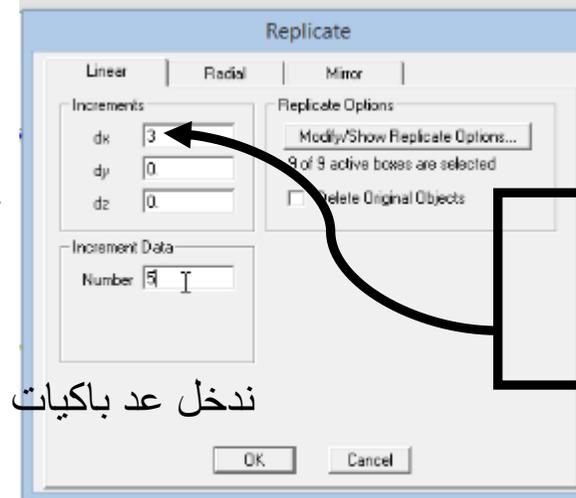
1



2



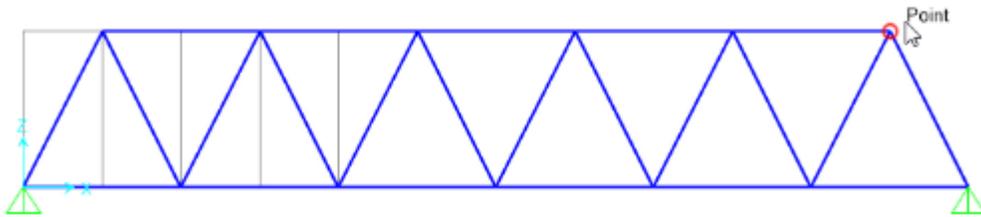
3



سوف يكون التكرار في اتجاه x مسافته هي نفس مسافة باكية ال truss

ندخل عد باكيات ال truss

يتم رسم هذا الجزء فقط

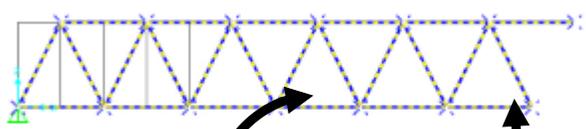


يمكن عمل تكرار بعض وضع الاحمال اذا كانت الاحمال متشابهه

كيف يتم عمل mirror فى البرنامج ؟

فى البدايه لابد الى الاشاره ان ال mirror فى برنامج ال sap 2000 يكون حول مستوى يتم ادخال احداثيات نقاط المستوى وعمل ال mirror

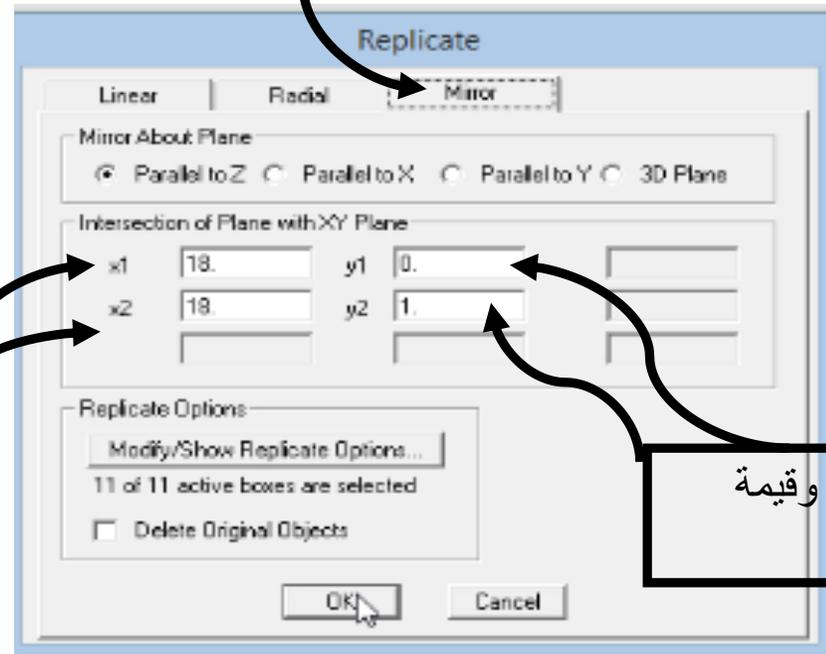
1



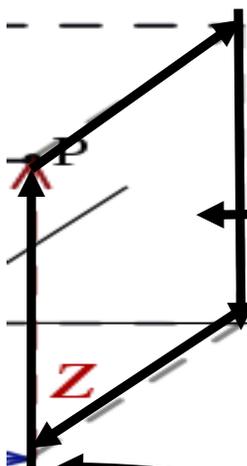
اختيار المنشأ المراد عمل mirror له

2

احداثيات $x1$ and $x2$ تكون واحده وهى نفس احداثيات اخر نقطه



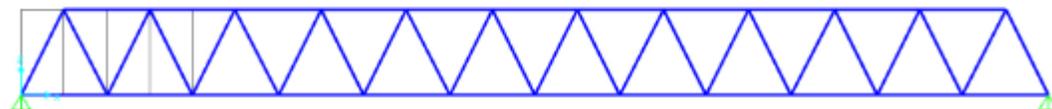
قيمة $y1=0$ وقيمة $y2=1$



هذا هو المستوى الذى يتم عمل حوله mirror ال

احداثيات $x2$ and $y2$

احداثيات $x1$ and $y1$



كيف يتم الحصول على نتائج صحيحة عند حل ال trusses ؟

في ال trusses يكون هناك قوة normal فقط ولا يوجد عزم في ال truss

Assign → Frame → Releases\Partial Fixity

يجب تحرير العزوم عن طريق اختيار كل العناصر

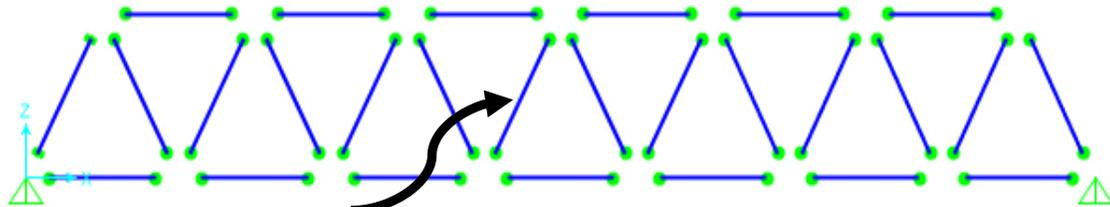
1

2

or

او عند الرسم نرسم ب ال pinned

نضع علامة صح عند البدايه والنهايه في m33

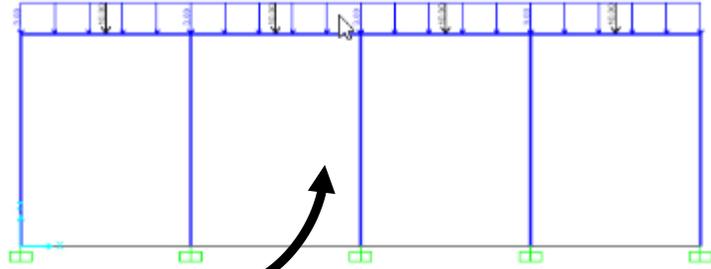


الشكل بعد عمل ال releases

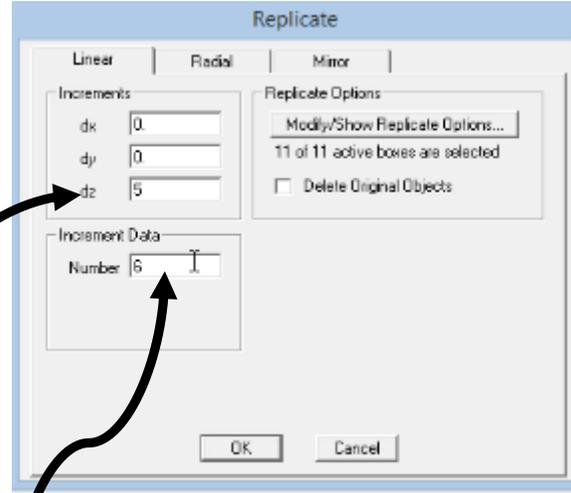
2- ويجب الغاء وزن ال trusses كما تم الذكر من قبل حتى لا ينتج عزم على ال truss

كيف يتم رسم ال Multi story frames ؟

اسهل طريقه لرسمه هو رسم الدور الاول وعمل تكرار للباقى الطوابق بالاحمال

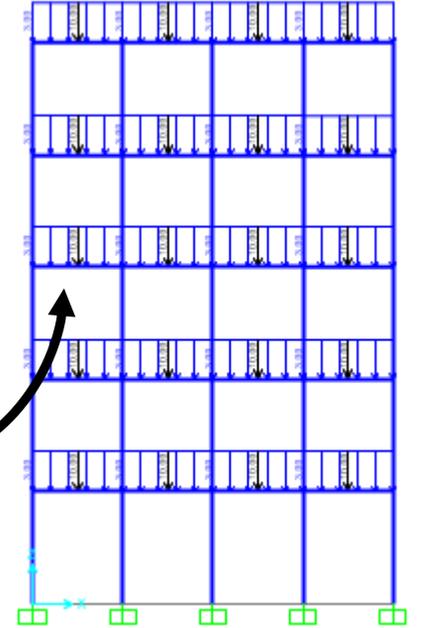


رسم الطابق الاول بالاحمال



ارتفاع الطابق الواحد

عدد الطوابق

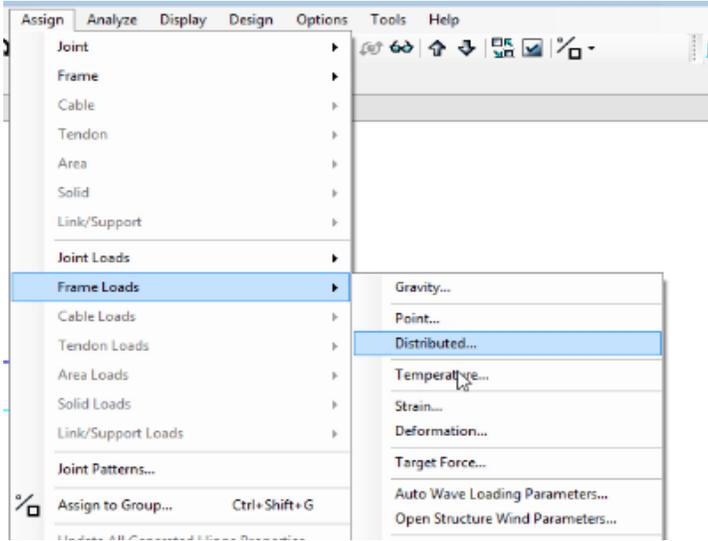


الشكل بعد عملية التكرار

كيف يتم تغيير خصائص عنصر فى حالة انه هناك اكثر من قطاع وتم تعريف قطاع خطأ يتم اختيار العنصر 7 frame section assign ويتم اختيار القطاع الصحيح

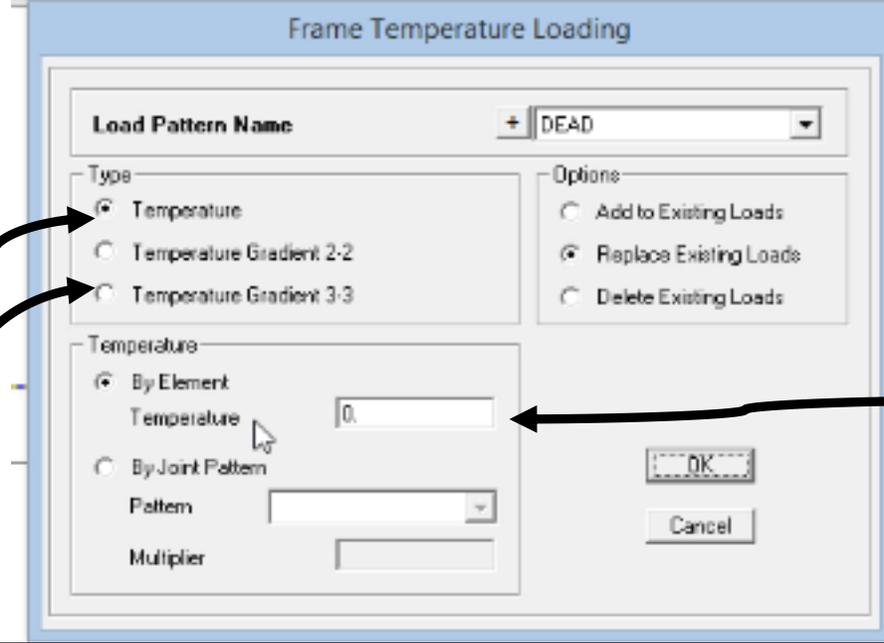
كيف يتم ادخال تاثير درجه الحراره او الهبوط ؟

اختار العنصر → Assign → Frame Loads → Temperature



حراره منتظمه

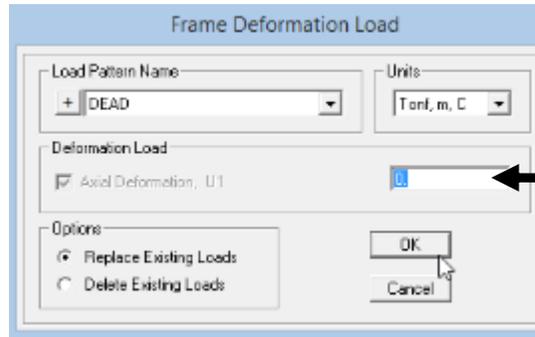
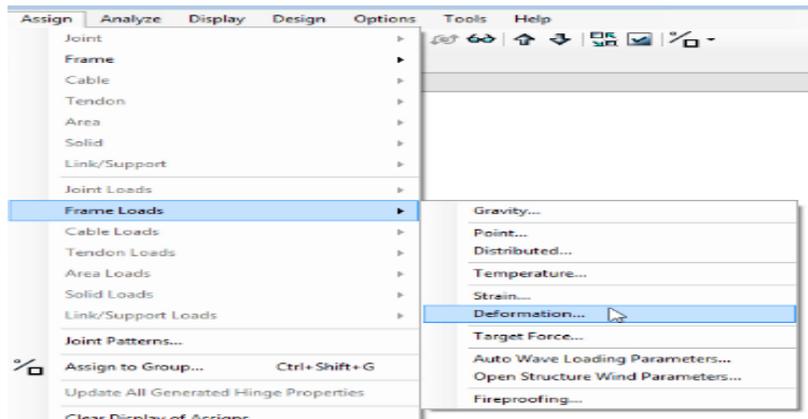
حراره غير منتظمه



اذا كانت درجه الحراره سالبة (انكماش)
اذا كانت درجه الحراره موجبة (تمدد)

قيمة درجه الحراره

اختيار العنصر → Assign → frame load → deformation



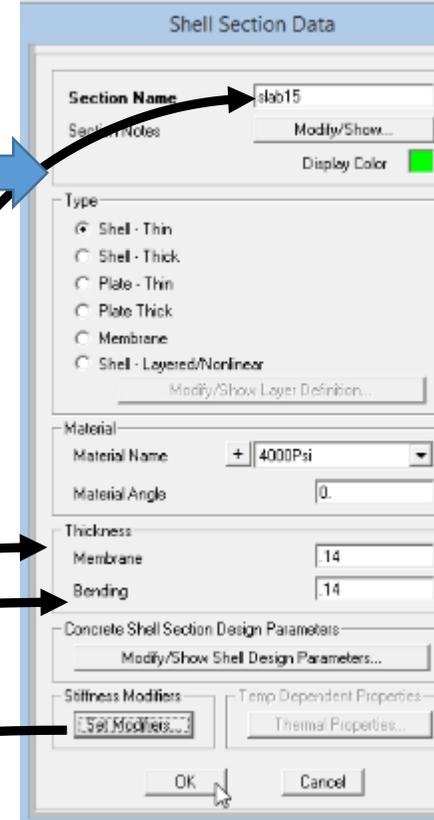
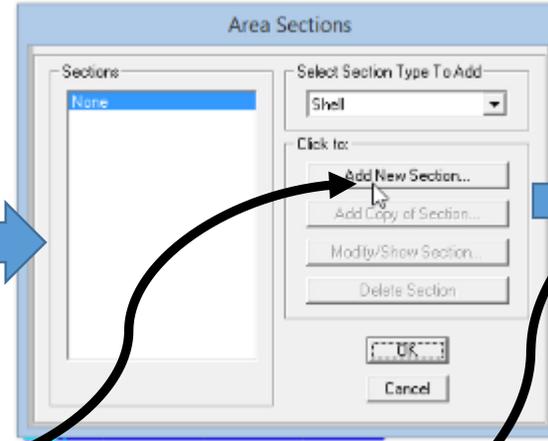
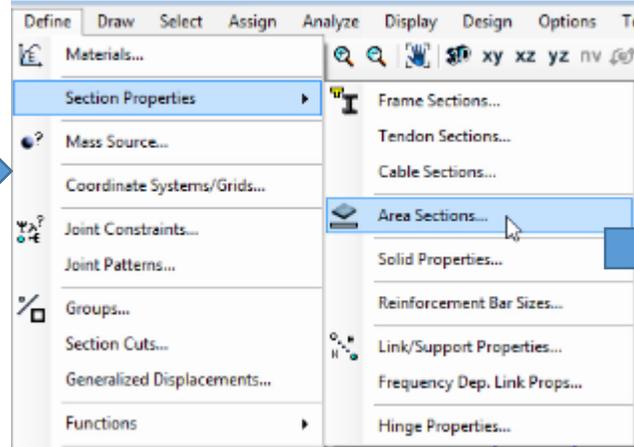
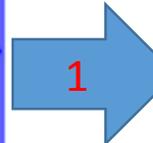
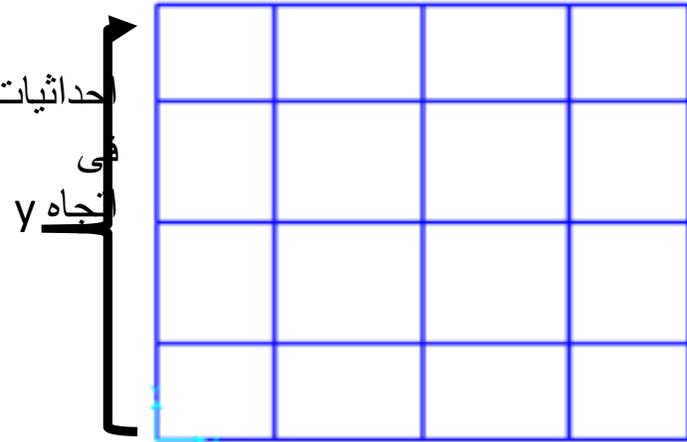
في حالة ادخال هبوط settlement

قيمة الهبوط على حسب الوحدات المستخدمه

Solid slab

عندما نتحدث عن البلاطات ال solid slab اى نتحدث عن كمرات وبلاطات
نحتاج لتعريف قطاعات الكمرات وتم التعرض لها من قبل
تعريف قطاع البلاطه

يتم ادخال احداثيات فى $x y$



نختار

اسم البلاطه يفضل على

حسب سمكها اى slab 15

سمك البلاطه فى ال membrane وال

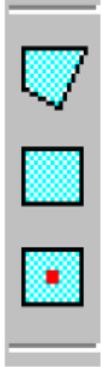
bending ثابتة

احداثيات فى اتجاه x

اذا اردنا ان نأخذ الجزء الذى يحدث فيه ال creak فى الاعتبار تبعاً للكو الجديد نغير m_{11}, m_{22} الى 25.

كيف يتم رسم البلاطه وما هي الاحمال المعرضه لها ؟

بعد رسم الكمرات يتم رسم البلاطات



← لرسم بلاطة بأربعة نقط

← لرسم بلاطة مستطيلة بنقطتين

← لرسم بلاطة في باكية محصورة بأربعة خطوط من grid lines .

الاحمال على البلاطه

احمال البلاطة :-

- 1-وزن البلاطة يتم حسابة من خلال البرنامج ووضعه في حالة التحميل Dead .
- 2-وزن ال covering ويتم وضعه في حالة التحميل ال Dead وقيمة تبعاً للكود المصرى 150 kg/m^2
- 3-حمل ال live load ويتم وضعه في حالة ال live وقيمته تختلف على حسب نوع المنشأ هل هو سكنى ام ادارى السكنى 200 kg/m^2

احمال الكمرات

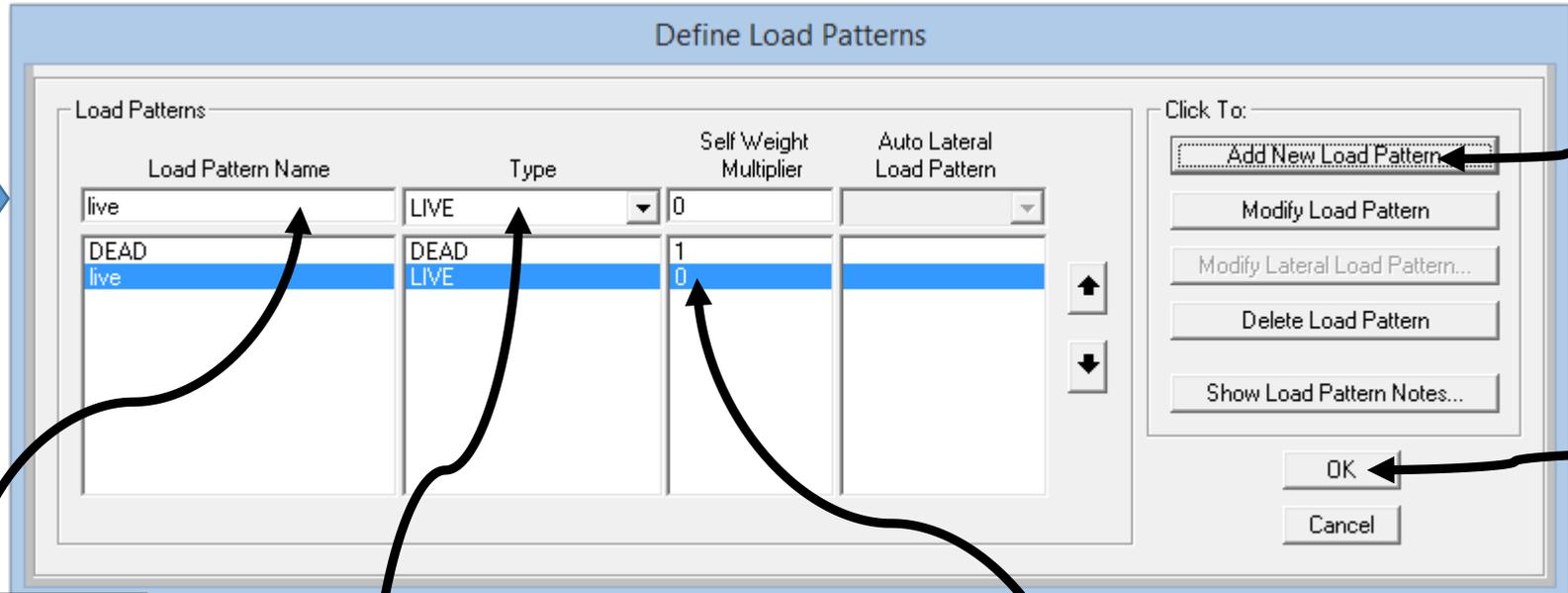
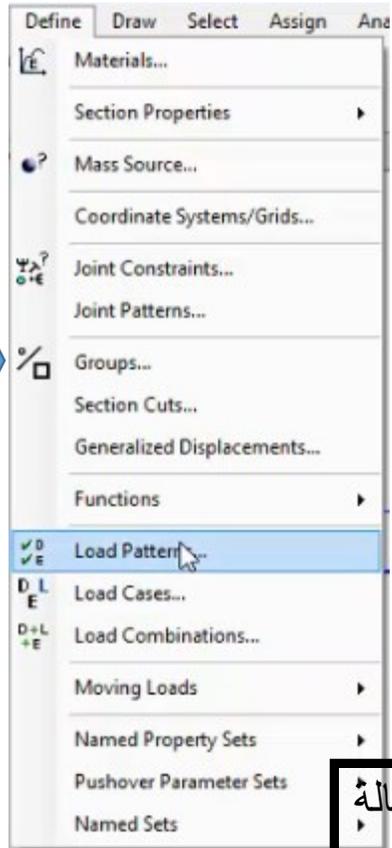
احمال الكمرات

tw تخانة الحائط
hw ارتفاع الحائط
 γ الوزن النوعي للطوب

- 1-وزن الكمره البرنامج يحسبه
- 2-الحمل القادم من البلاطه للكمره البرنامج يحسبه
- 3-وزن الطوب يتم حسابه تبعاً للمعادله $W = tw * hw * \gamma \text{ t/m}$

كيف يتم تعريف حالات التحميل ؟

هناك حالتين للتحميل حالة ال dead وحالة ال live



3- نضغط
add new

4- نضغط
ok

1- نكتب هنا اسم حالة التحميل live

2- نختار هنا live

ملحوظه هامه جدا لابد ان يكون امام جميع حالات التحميل 0 الا حالة ال dead امامه واحد حتى لا يتم اضافة وزن المنشا اكثر من مره

توصيف احمال البلاطه والكمرات

احمال البلاطات

اختيار البلاطات → Assign → Area Loads → Uniforme(Shell)

نختار حالة تحميل

dead

Area Uniform Loads

Load Pattern Name: + DEAD Units: Tonf, m, C

Uniform Load: Load: .15

Coord System: GLOBAL

Direction: Gravity

Options: Add to Existing Loads Replace Existing Loads Delete Existing Loads

OK Cancel

1

قيمة حمل ال covering

نختار حالة
تحميل ال
live

Area Uniform Loads

Load Pattern Name: + LL Units: Tonf, m, C

Uniform Load: Load: .2

Coord System: GLOBAL

Direction: Gravity

Options: Add to Existing Loads Replace Existing Loads Delete Existing Loads

OK Cancel

قيمة حمل ال live load

احمال الكمرات

نختار الكمرات → Assign → Frame Loads → Distributed

نضعه في حالة ال dead

قيمة حمل الحوائط

Frame Distributed Loads

Load Pattern Name: + DEAD Units: Tonf, m, C

Load Type and Direction: Forces Moments

Coord Sys: GLOBAL

Direction: Gravity

Options: Add to Existing Loads Replace Existing Loads Delete Existing Loads

Trapezoidal Loads		1.	2.	3.	4.
Distance		0.	0.25	0.75	1.
Load		0.	0.	0.	0.

Relative Distance from End-I Absolute Distance from End-I

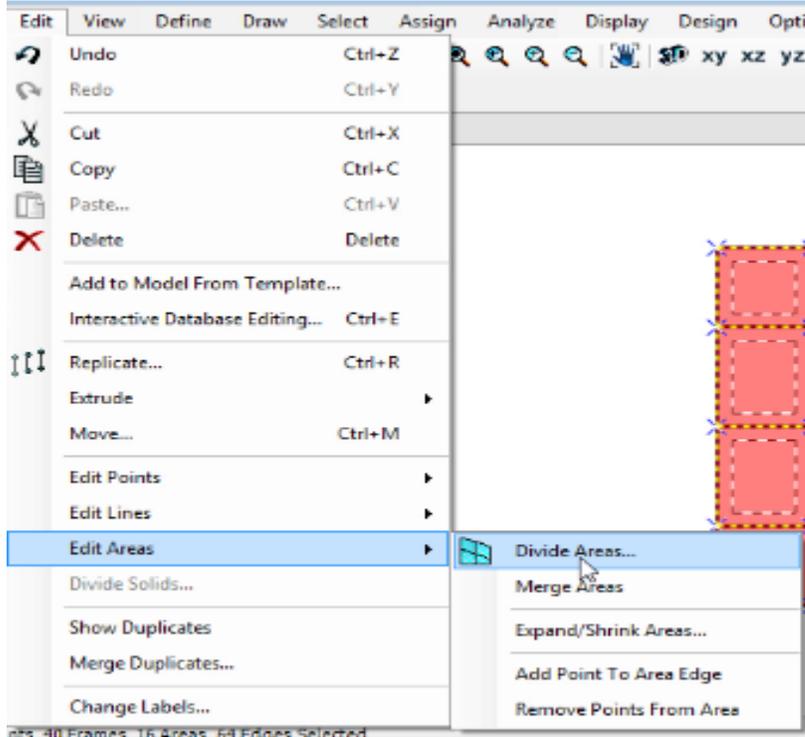
Uniform Load: Load: .6

OK Cancel

كيف يتم تقسيم البلاطات ولماذا؟

يتم تقسيم البلاطات الى shell صغيره وذلك لزياده دقة الحل والحصول على نتائج صحيحة تبعا لنظريه ال finite element

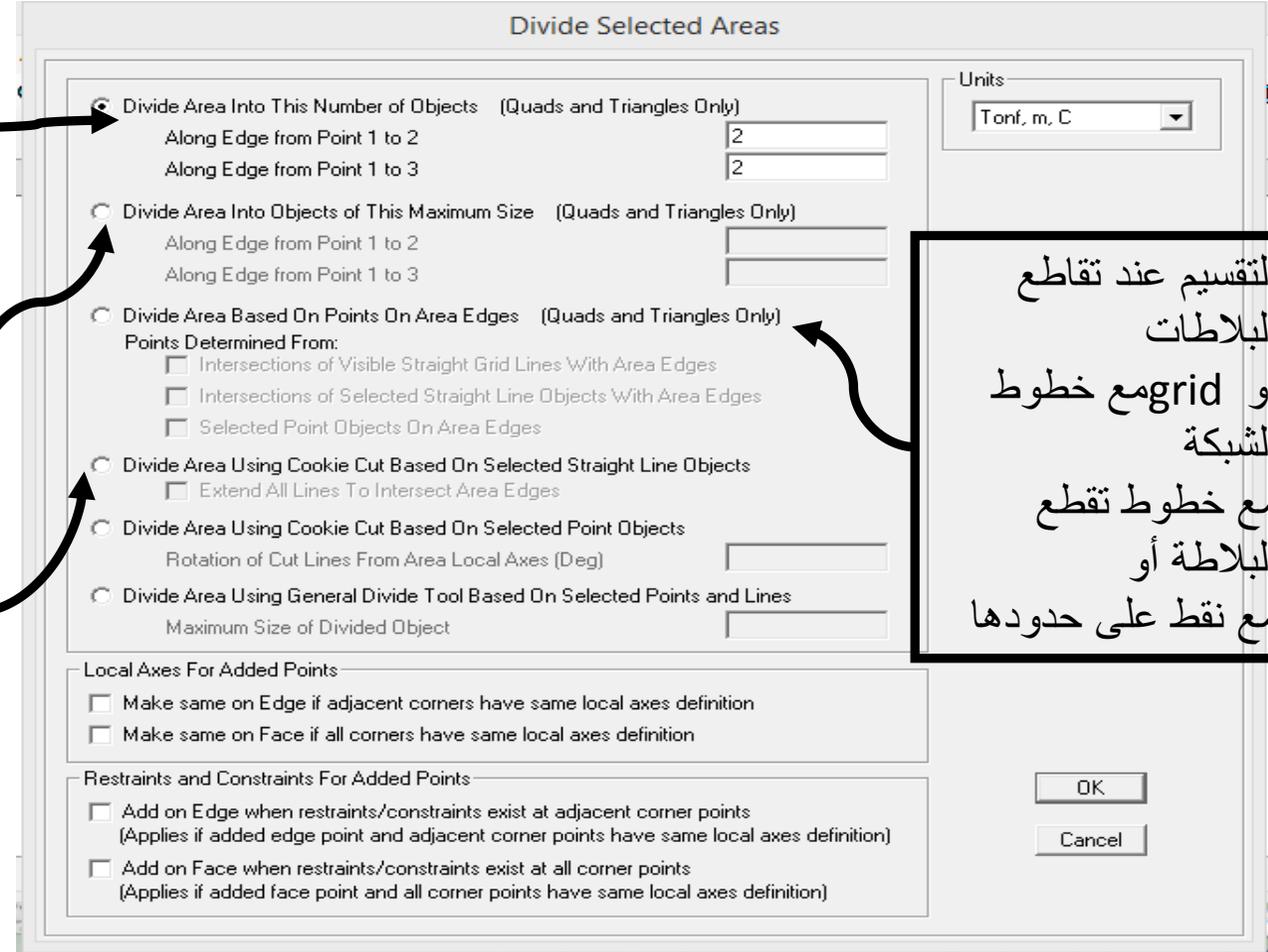
Edit → Edit Areas → Divide Areas



التقسيم بعدد القطع في اتجاه x,y

التقسيم بأقصى مسافة في اتجاه x,y

تقسيم البلاطات بخطوط مرسومة



التقسيم عند تقاطع البلاطات أو grid مع خطوط الشبكة مع خطوط تقطع البلاطة أو مع نقط على حدودها

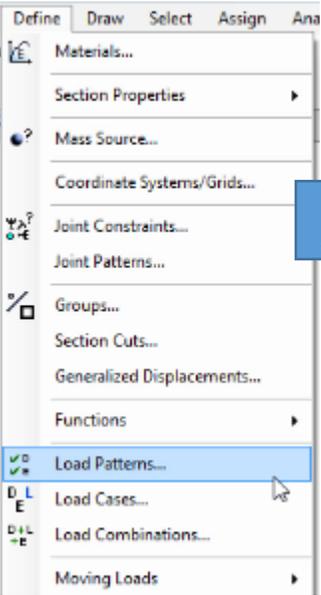
كيف يتم عمل حالات التحميل ولماذا ؟

عند التصميم فان هناك ام التصميم working وفيه يكون جميع ال dead load وال live load

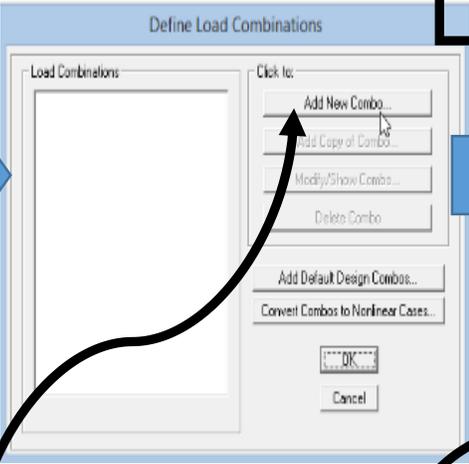
1.4 For Dead Loads
1.6 For Live Loads

ام التصميم ultimate فيتم تحميل الاحمال ال live وال dead ولكن نستخدم factor

1

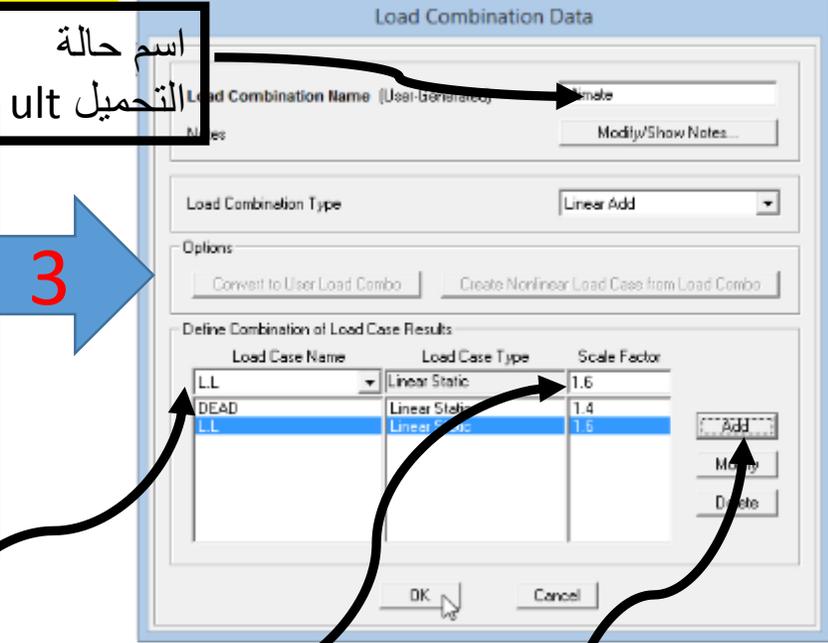


2



نختار
add
new

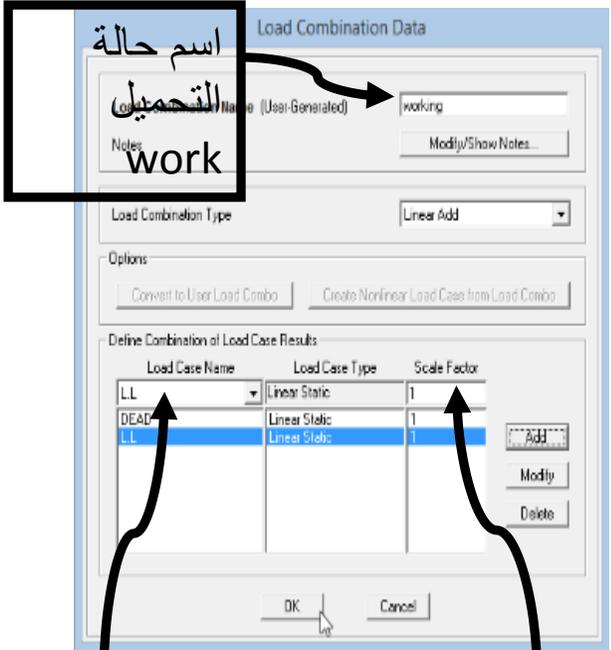
3



1-نختار
الحالة
التحميل

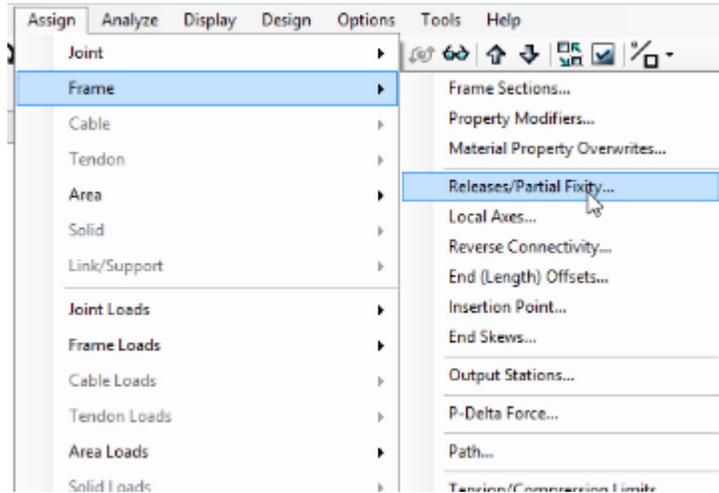
2-نضع قيمة الفاكتر
على حسب
الحاله 1.4, 1.6, ulti

3-نضغط
add



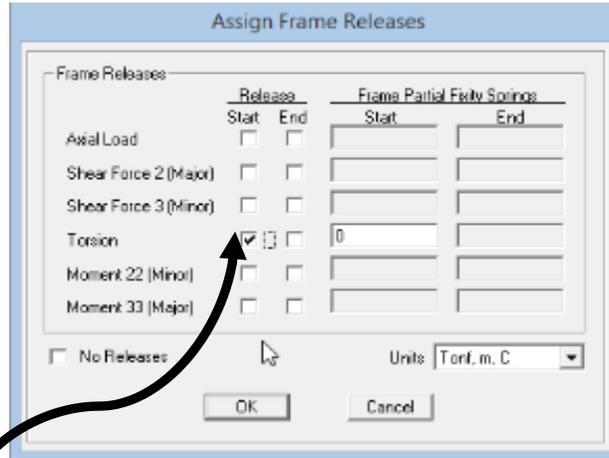
نفس الخطوات في حالة
ال working ولكن المعاملات 1,1

ملاحظات عند حل ال solid slab



Assign → frame → Releases/partial fixity

يتم تحرير ال torsion للكمرات



نضع علامة صح

نتأكد ان المحاور المحليه local axis للبلاطات كلها فى نفس الاتجاه لأنه يعتمد عليها المخرجات.

إذا كان هناك بعض الأجزاء مقلوبة يمكن عكس المحور الثالث لها باختيارها ثم عمل Assign → Area → Reverse local 3

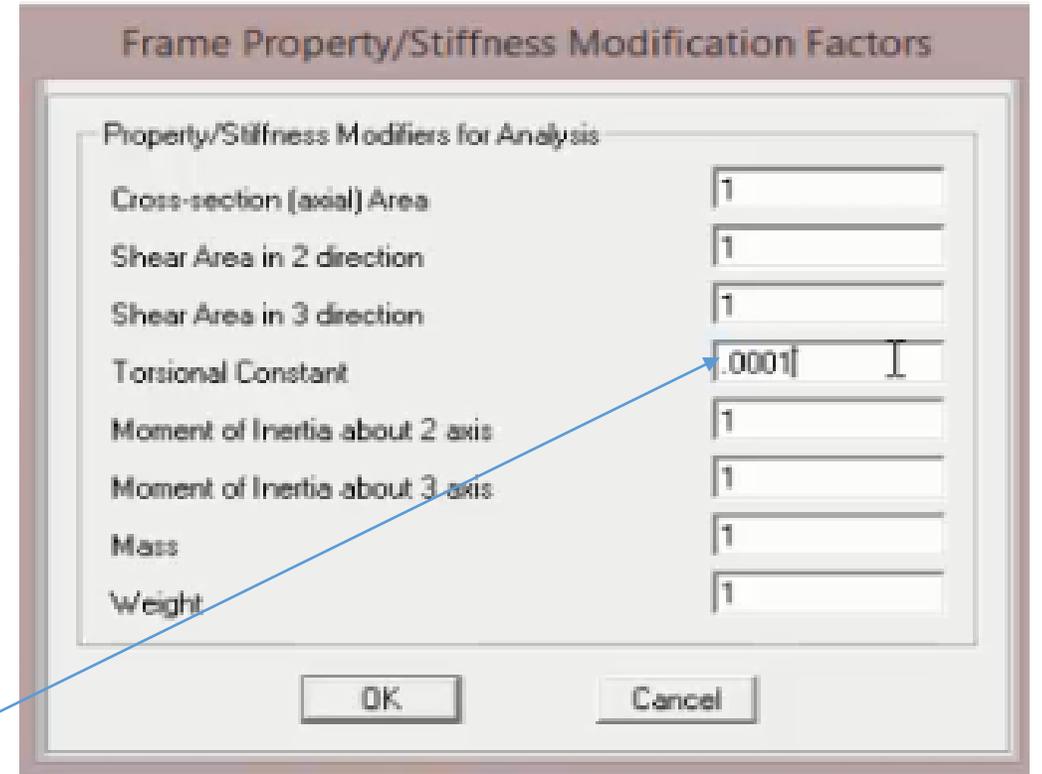
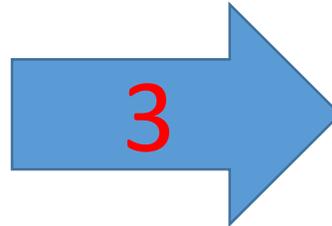
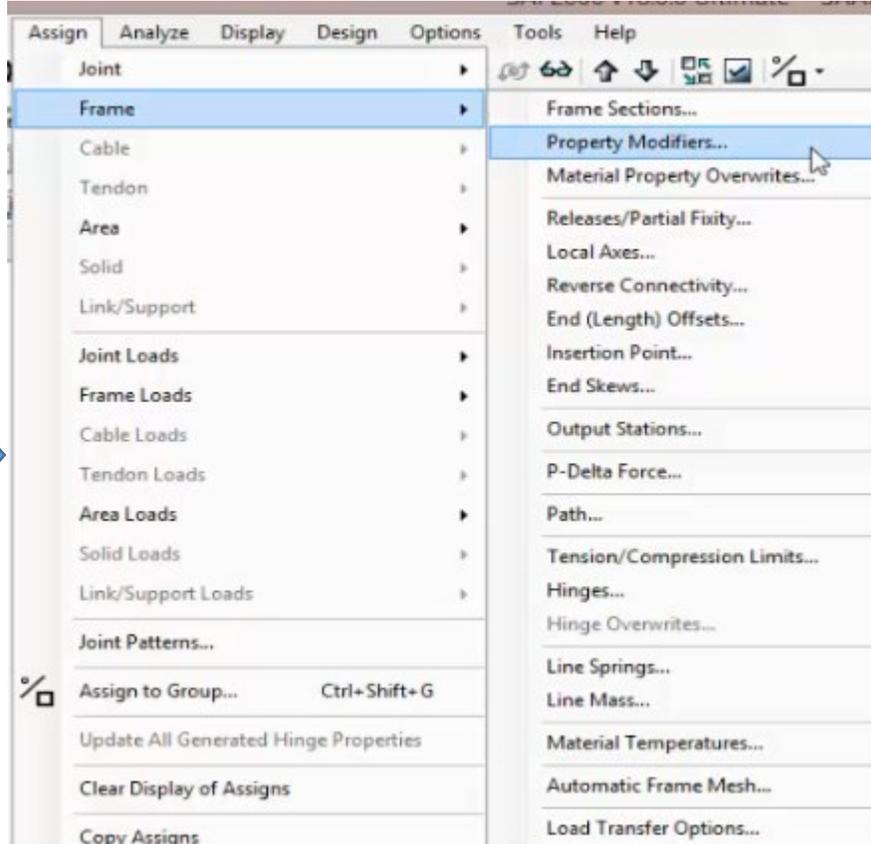
نتأكد ان local axis 3 للسق كله واح والى اعلى

إذا كانت المحاور غيز مذبوظه يتم دورانها حول المحور 3 بزوايه عن طريق Assign → Area → local Axis ثم وضع الزاوية التي تريد الدوران بها ثم ok

تحرير ال torsion للكمرات

هناك طريقتين لتحرير ال torsion والافضل هذه الطريقه

1- يتم اخيار الكمرات بالماوس ثم



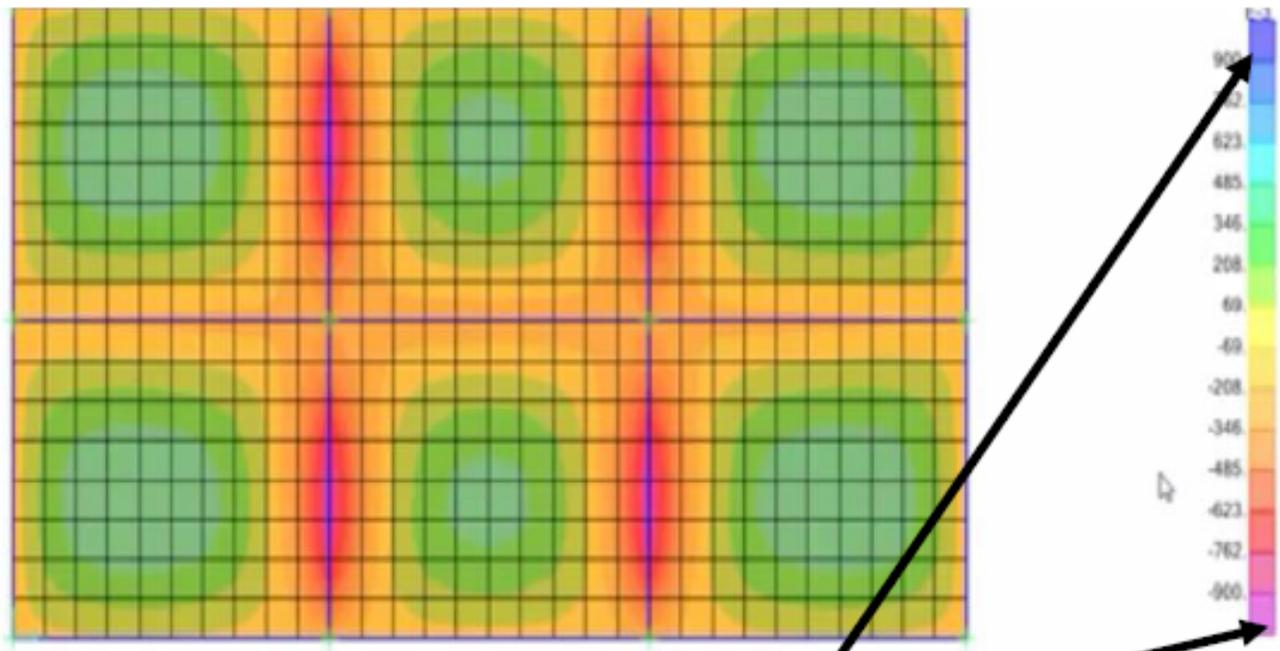
نجعل هذه القيمه صغيره جدا مثلا .0001.

كيف يتم فرض تسليح البلاطات ال solid slab

النواتج في البلاطات تكون عبارته عن العزم في اتجاه x وهو m11 و العزم في اتجاه y وهو m22

يتم فرض شبكة حديد بناء على المعادله $As = (M / (fy * j * d))$ ويتم حساب قيمة ال M وادخالها الى البرنامج وويتم ملاحظه اذا ما كانت الشبكة كافيته

ام لا من ال Contour line وكذلك تحديد اذا ماكان هناك حديد اضافي ام لا



هذه حدود الشبكة اذا وجد هذان اللونان يعتبر الجزء unsafe

مثال لفرض شبكة بفرض شبكة 5//10

يتم ادخال قيمة M الى البرنامج في منطقة ال

Max & Min Range

في ال min القيمة سالبه -1.34

وفي ال max القيمة موجبه 1.34

يتم تكرار هذه الخطوه في m11 و m22

$$As = 5 * 0.785 = 3.93 \text{ cm}^2$$

$$Ts = 10 \text{ cm}$$

$$As = (M / (fy * j * d))$$

$$D = 10 \text{ , } j = .82$$

$$M = .9 \text{ t.m}$$

Flat slab

ال flat slabs عبارة عن بلاطات مسطحة ترتكز مباشرة على الاعمده اى بدون كمرات

السؤال كيف يتم توصيف البلاطات ال flat slabs ؟ اما عن طريق ملف ال dxf من ال autocad او عن طريق البرنامج نفسه سوف نتطرق للبرنامج نفسه ثم ملف ال dxf

اولا ما هي الاحمال على البلاطات ؟

احمال البلاطة :-

- 1-وزن البلاطة يتم حسابة من خلال البرنامج ووضعها في حالة التحميل Dead.
- 2-وزن ال covering ويتم وضعه في حالة التحميل ال Dead وقيمة تبعاً للكود المصرى 150 kg/m²
- 3-حمل ال live load ويتم وضعه في حالة ال live وقيمته تختلف على حسب نوع المنشأ هل هو سكنى ام ادارى السكنى 200 kg/m²
- 4-احمال الحوائط يتم وضع احمال الحوائط على البلاطات كحمل موزع في حالة ال dead لانه باختصار شديد ميزة ال flat slab وهى يمكن تغيير التقسيمه في كل دور بعكس ال solid slab لذلك يتم وضع احمال الحوائط على البلاطات .

احمال الحوائط فى البلاطات ال flat slab

$$W_{\text{wall}} = 0.2 \longrightarrow 0.5 \text{ t/m}^2$$

وقيمتها تتروح بين

$$W_{\text{wall}} = \frac{\gamma_w \times h_w \times \sum b_w \times \text{Wall length}}{\text{area of the floor}}$$

خطوات حل البلاطات ال flat slab

1- يتم ادخال الاحداثيات
وسمك البلاطه

2- يتم تعريف قطاع البلاطات كما فى حالة ال solid slab بنفس الطريقه التى تم تعريف ال solid slab بها معا اختلاف الابعاد

الاحمال كما ذكرنا يتم توصيف احمال ال covering فى حالة ال dead وكذلك احمال الحوئط فى حالة ال dead ولكن هذه المره يتم وضع احمال الحوائط على البلاطات كحمل موزع

ويتم وضع احمال ال live load فى حالة ال live و كما تم الذكر ان قيمتها تختلف باختلاف وظيفه المنشا من منشا سكنى الى ادارى

تعريف قطاع البلاطه وكذلك ادخال الاحمال على البلاطه تم التعرض له مسبقا فى ال solid slab

كيف يتم فرض حديد التسليح فى البلاطات ال flat slab ؟

لايجاد تسليح البلاطه ال flat يكون عباره عن شبكتين حديد شبكه علويه وشبكه سفليه شبكه علويه لل negative moment

وشبكه علويه لل positive moment



شبكه حديد علويه

شبكه حديد سفليه

فى البدايه يتم فرض شبكه حديد وشبكه ونصف وتحدد ال M طبقا للمعادله $As=(M/(fy*j*d))$ ويتم ادخالها للبرنامج لتحديد الامكان التى تحتاج شبكه والامكان التى تحتاج شبكه وشبكه ونصف كحديد اضافى

مع ملاحظات انه فى حالة ادخال قيمة ال M لتحديد الشبكه السفليه المقاومه للعزم الموجب يتم ادخال قيم M موجبه وفى حالة ادخال M لتحديد الشبكه العلويه يتم ادخالها بالسالب لانها تتقوم العزم السالب

سوف يتم عرض مثال توضيحي كامل

6  12/m

بعد حل المنشأ وعرض النواتج نفرض شبكة تسليح علويه وسفليه

$$M_u = A_s \cdot j \cdot F_y \cdot d$$

وكان سمك البلاطه 20cm

$$A_s = 6 \cdot 1.1304 = 6.782$$

$$D = 20 - 2 = 18 \text{cm}$$

$$j = 0.81$$

$$F_y = 3600$$

$$M_u = (6.782 \cdot 18 \cdot 0.81 \cdot 3600) / 10^5 = 3.55$$

يكون لدينا العزم التي توفيه شبكه الواحده هو 3.55m.t

لتحديد الحديد الاضافى نفرض انه الشبكه ونصف توفى عزم مقداره 5.25m.t والشبكه ونصف عباره عن 6 ϕ 12 وايضا 3 ϕ 12

بهذه الطريقه نستطيع تحديد حديد التسليح واماكن الحديد الاضافى وكذلك مقدار الحديد الاضافى

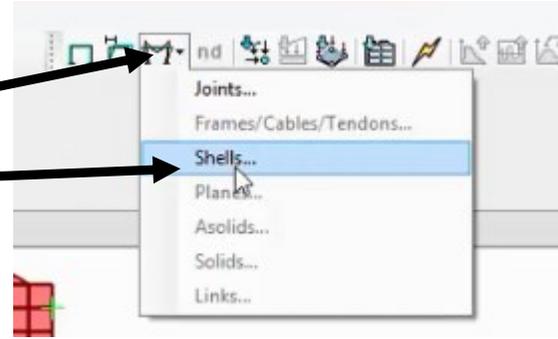
نتابع المثال كاملا

تحديد شبكة الحديد السفليه اى المقاومه للعزم الموجب

مقدار ما تتحمله الشبكة 6 اسياخ 12mm هو 3.55 كما تم حسابه

والشبكة ونصف تتحمل عزم 5.25

نختار



نختار حالة التحميل ال
ultimate

Member Force Diagram

Case/Combo
Case/Combo Name: ultim

Component Type
 Resultant Forces Normalize stresses by material strength (Fy and Fc)
 Shell Stresses
 Shell Layer Stresses
 Concrete Design

Multivalued Options
 Envelope Max
 Envelope Min
 Step: 1

Contour Range
Min: 3.55 Max: 5.325
Set To Default Contour Range

Stress Averaging
 None
 At All Joints
 Over Objects and Groups (Set Groups...)

Miscellaneous Options
 Show Deformed Shape
 Show Continuous Contours (Enhanced Graphics)

Component
 F11 M11 V13
 F22 M22 V23
 F12 M12 VMax
 FMax MMax
 FMin MMin
 FVM

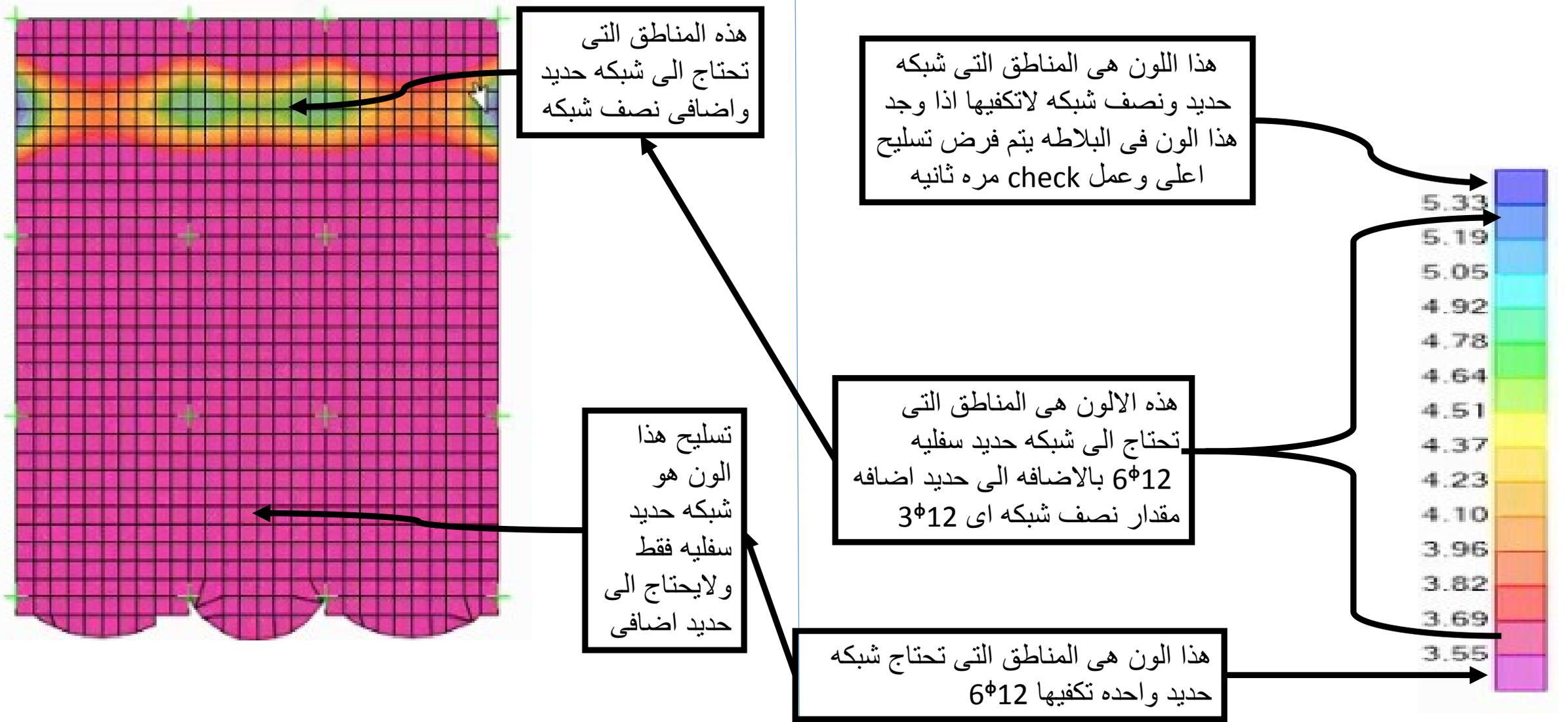
OK Cancel

نختار مره m1 لعمل
check على العزم فى
اتجاه x ومره اخرى
check لعمل m2
على العزم فى اتجاه y

يتم ادخال فى ال min قيمة ما
تتحمله الشبكة الواحده 6 ϕ 12 وهو
3.5 m.t

يتم ادخال ما تتحمله شبكة
ونصف
وهو 5.25

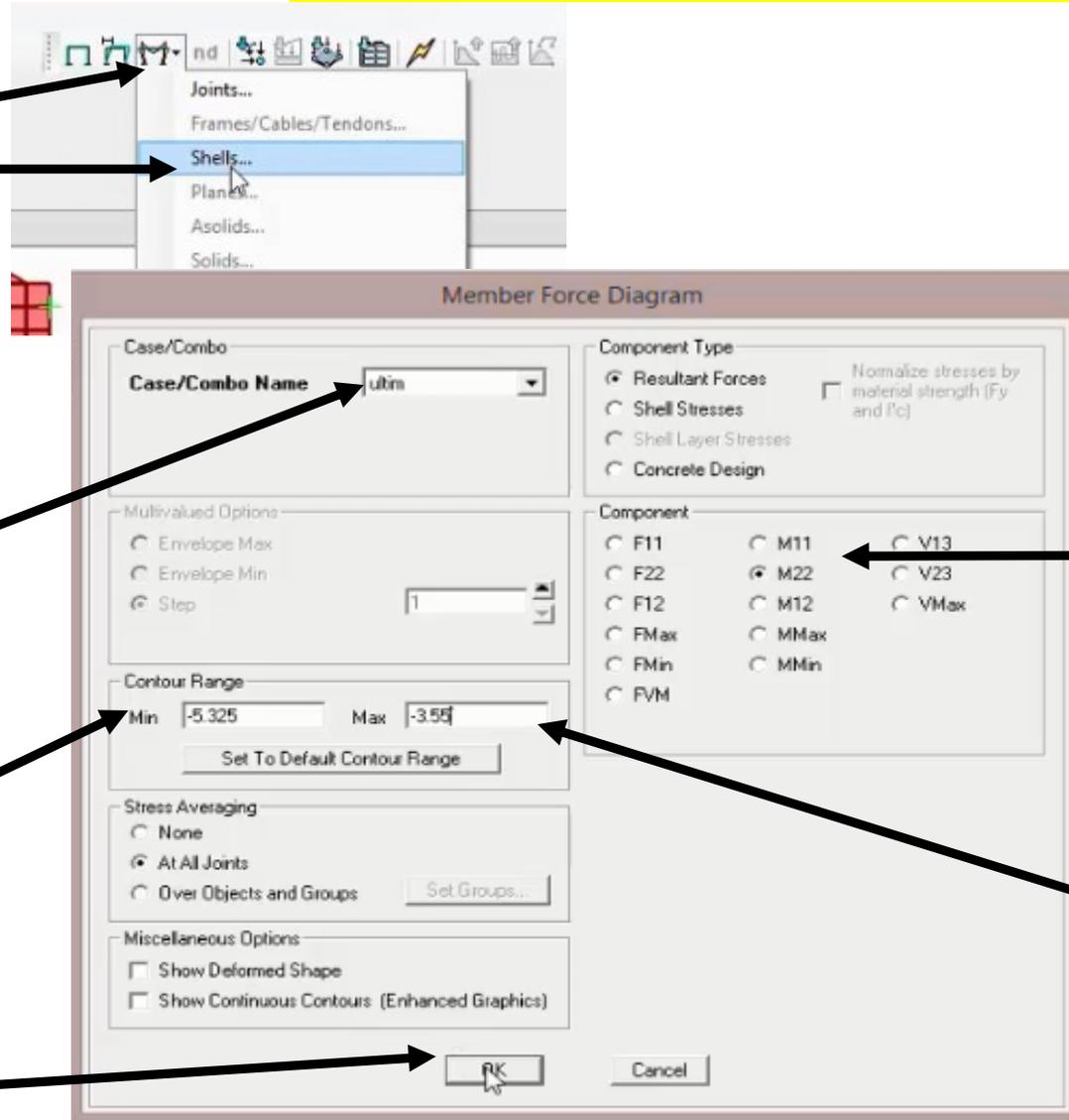
بعد ادخال القيم سوف يظهر لنا هذا الشكل لتحديد شبكه الحديد السفليه والاضاقى



يتم عمل هذه الخطوه فى m1 وكذلك m2 كما تم الذكر من قبل

لتحديد شبكة الحديد العلويه التي توفى العزم السالب

ملاحظه عند ادخال العزم ندخالها بقيم سالبه لذلك الاشاره السالبه تعكس القيمه اى فى min يتم ادخال عزم ما تتحملة شبكه ونصف -5.25 وفى ال max يتم ادخال ما تتحملة شبكه وهو -3.5



نختار

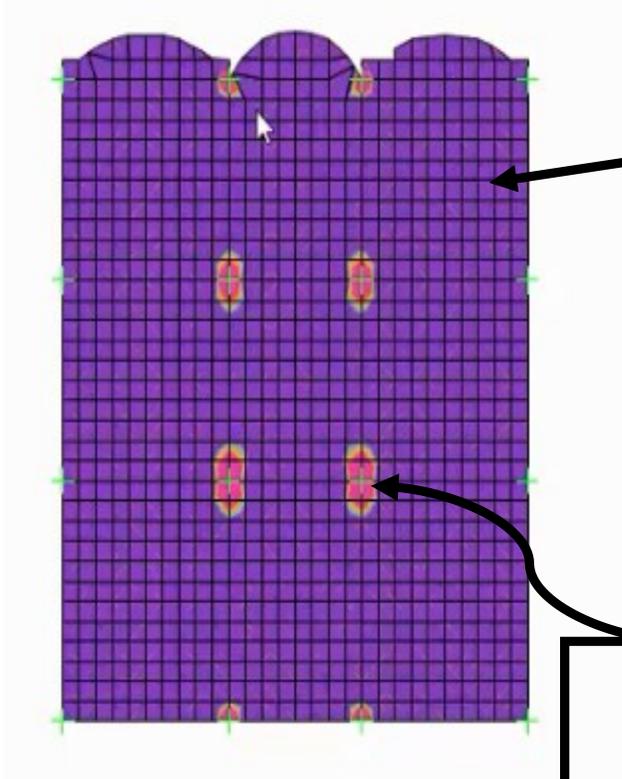
نختار حالة التحميل ال
ultimate

فى ال min ندخال -5.25

اخير نضغط ok

ملاحظه هامه جدا لا بد
من عمل check فى
الاتجاهين m1 و m2

فى ال max ندخال
-3.5

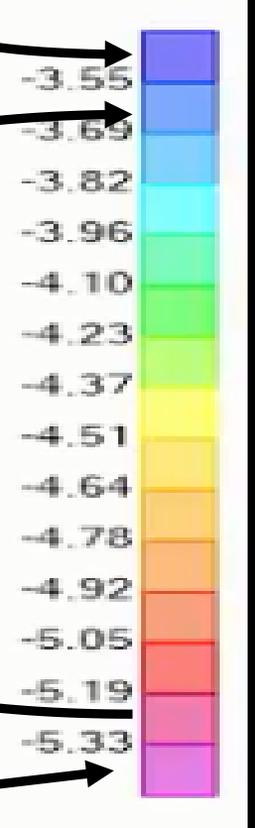


هذا اللون هي المناطق التي تحتاج شبكه حديد واحده تكفيها $6\phi 12$

هذه الالون هي المناطق التي تحتاج الى شبكه حديد سفليه $6\phi 12$ بالاضافه الى حديد اضافه مقدار نصف شبكه اي $3\phi 12$

يحتاج الى حديد اضافي فوق الاعمده

هذا اللون هي المناطق التي شبكه حديد ونصف شبكه لا تكفيها اذا وجد هذا اللون في البلاطه يتم فرض تسليح اعلى وعمل check مره ثانيه

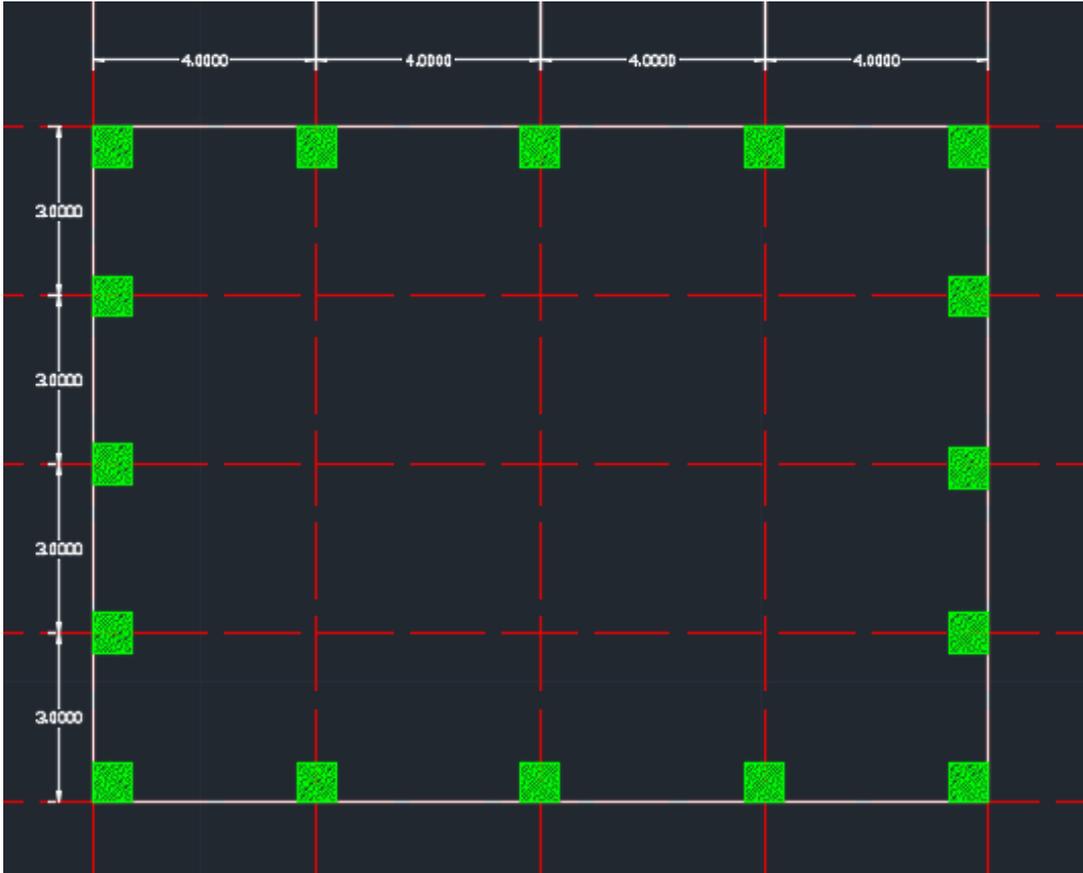


البلاطات ال panelled Beams

ال panelled Beam عبارة عن كمرات متقاطعة مكونه شبكه من الكمرات ويكون هناك بلاطات صغيره solid slab بين هذه الكمرات

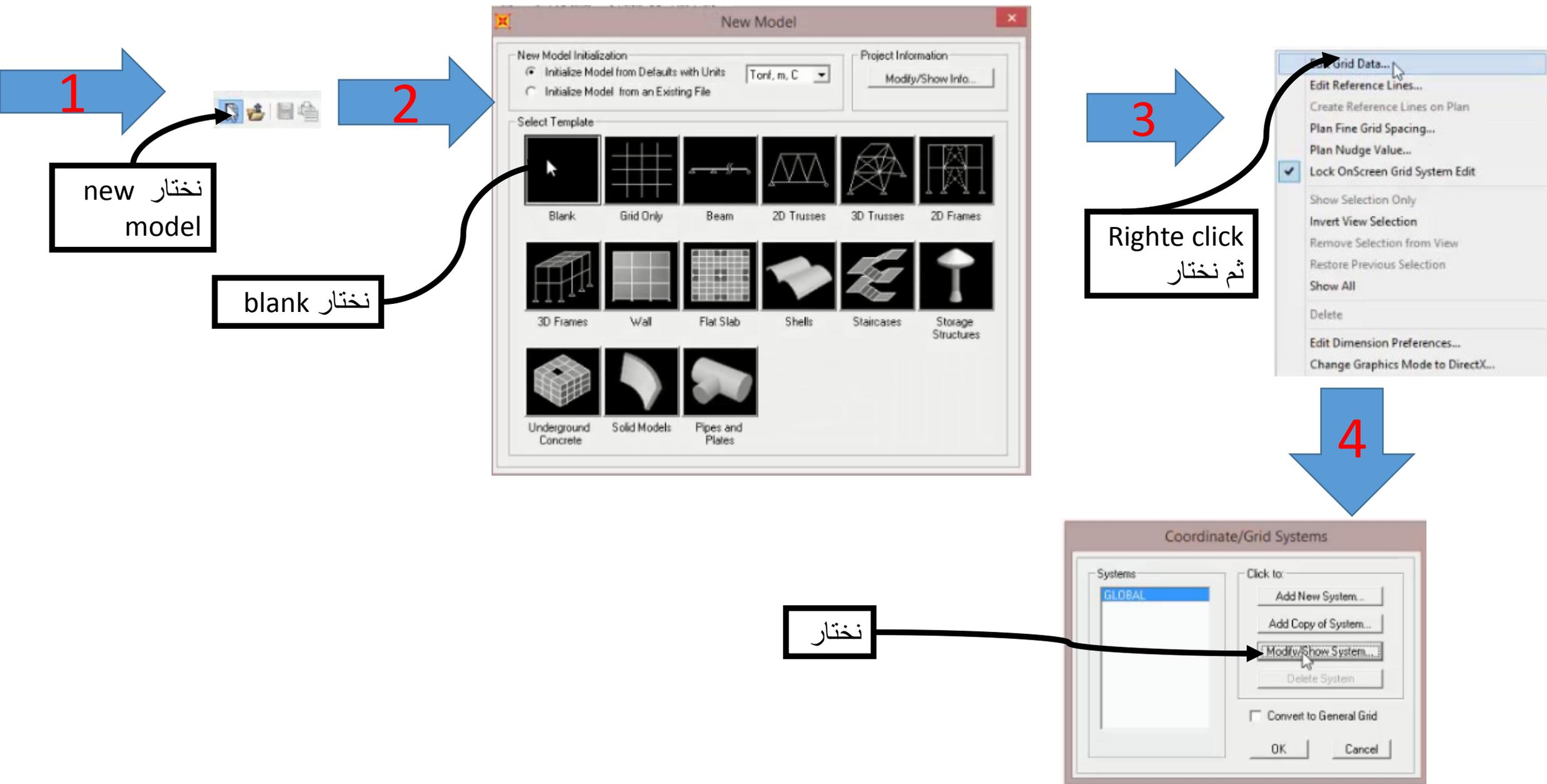
*تستخدم لتغطية مساحات كبيره مثل القاعات وكذلك المصانع وقد تستخدم فى المساجد

سوف يتم حل مثال على الكمرات ال P.B



مثال لدينا سقف P.B اربع بكميات فى اتجاه x عرض الباقيه 4 m
واربع بكميات فى اتجاه y عرض الباقيه 3m

1-ندخال الاحداثيات فى اتجاه x and y بعد تعديل الوحدات tonf,m,c



Define Grid System Data

Edit Format

System Name: GLOBAL Units: Torf, m, C

Grid Lines: Quick Start

X Grid Data

Grid ID	Spacing	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	4				
2	4				
3	4				
4	4				
5	0				
6					
7					
8					

Y Grid Data

Grid ID	Spacing	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	3				
2	3				
3	3				
4	3				
5	0				
6					
7					
8					

Z Grid Data

Grid ID	Spacing	Line Type	Visibility	Bubble Loc.
1	0			
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Display Grids as: Ordinates Spacing

Hide All Grid Lines
 Glue to Grid Lines

Bubble Size: 2.4384

Reset to Default Color
Reorder Ordinates

OK Cancel

ندخال الابعاد فى اتجاه x

نختار طريقة الادخال spacing
ولاننسى وضع صفر عند
الانتهاء

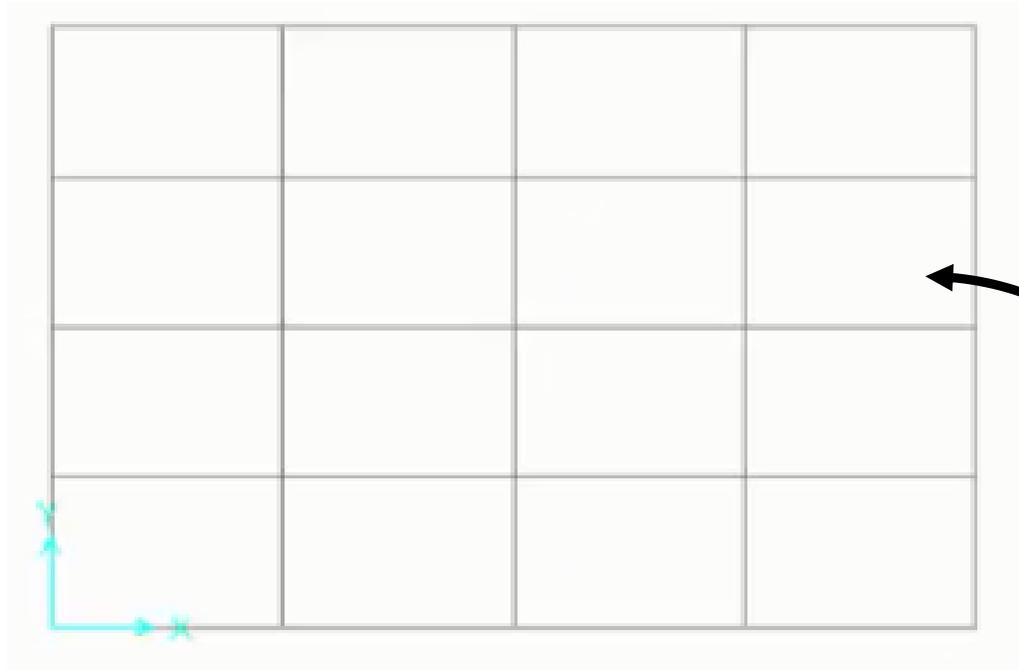
ندخال الابعاد فى
اتجاه y

نضغط ok

نختار المستوى xy

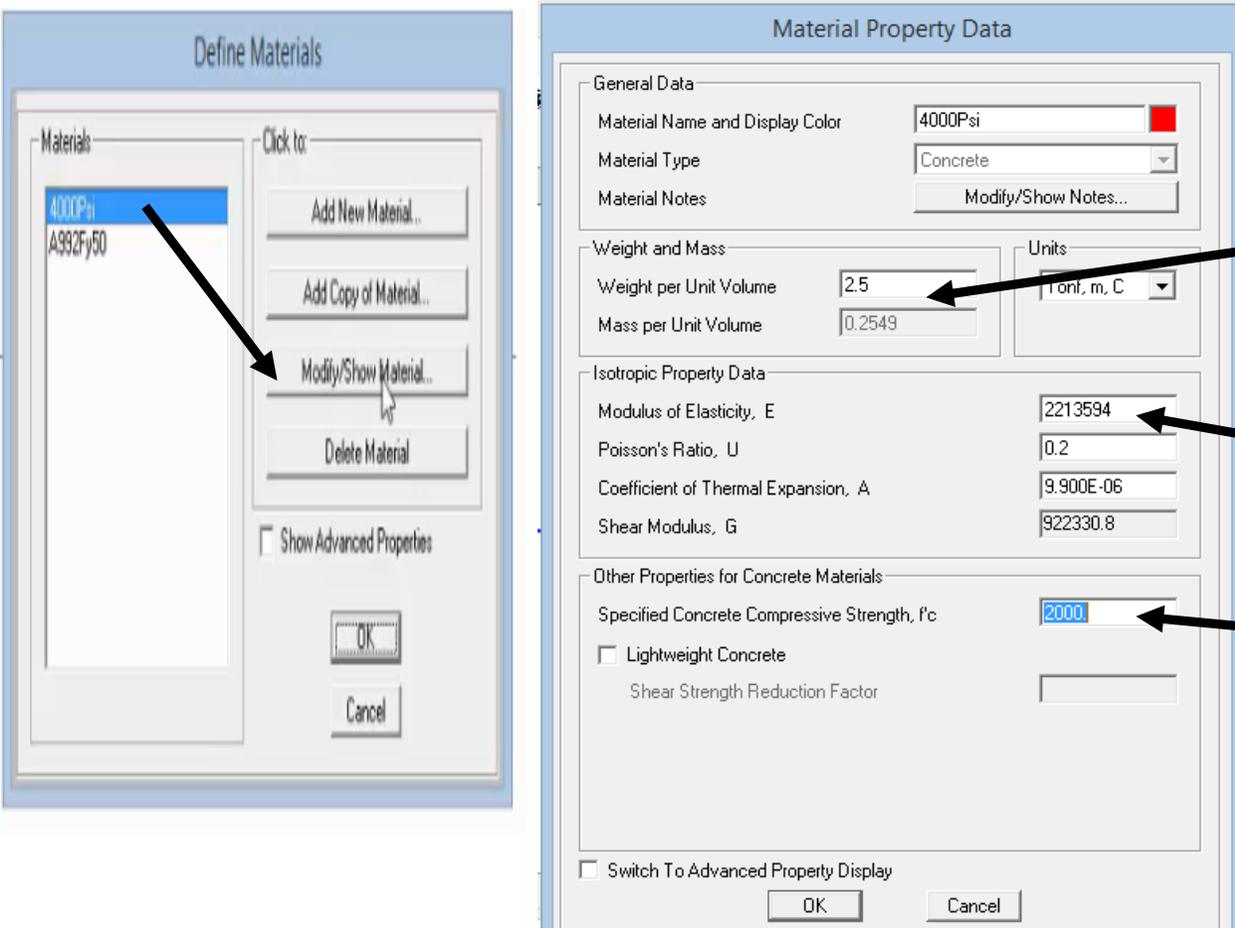


بعد اختيار المستوى xy
تظهر الشبكة التي سوف
نرسم عليها



2-تعريف المواد

- تعريف المواد المستخدمه من القائمه Define → Materials
- فى حالة تعريف قطاعات الخرسانه هناك قطاع جاهز نقوم بتعديل عليه طبقا للكوود المصرى



• اسم القطاع 4000psi

• كثافة الخرسانه 2.5 t/m3

• $E_c=14000 \sqrt{f_{cu}}$ فى وحدات كجم وسم

• ويجب تحويلها

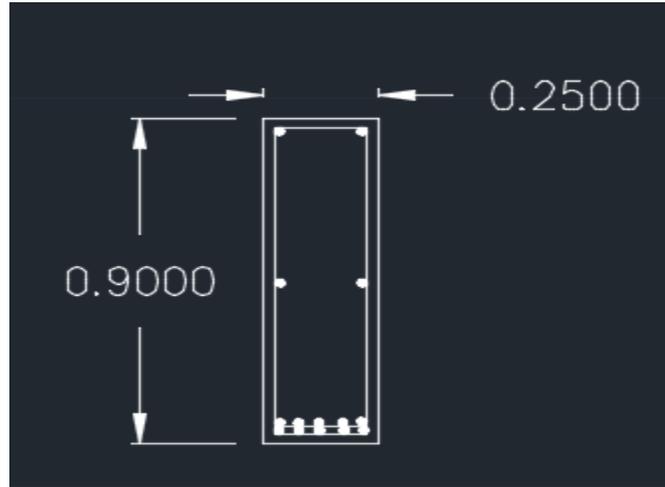
• $E_c=140000*(250^{.5})=2213594$

• بوحدات ton,m

• $f_c' = 0.8 f_{cu}$

• $F_{cu}=2500 \text{ t/m}^2$

3- تعريف قطاع الكمرات الpanelled beam



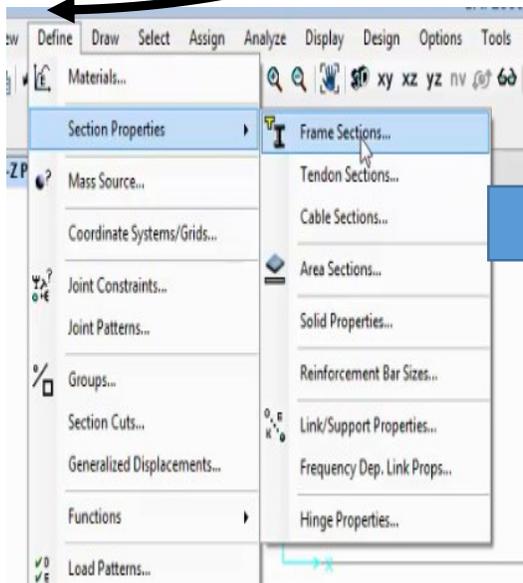
Depth الكمره عباره عن البعد الصغير على 14

$$12/14=85.77$$

ناخذ $d=90\text{cm}$

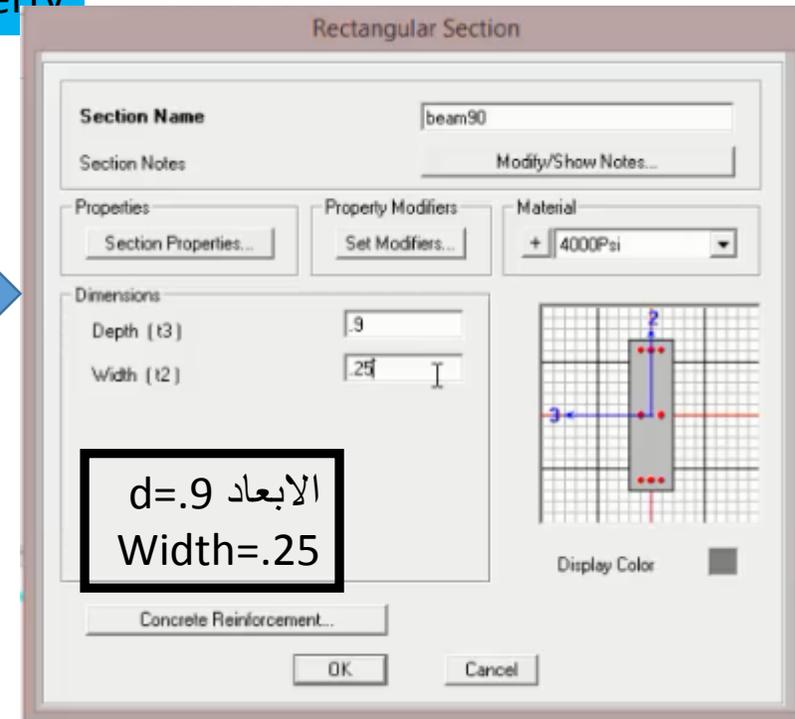
يتم تعريف قطاع frame element للكمرات حيث

Define Frame Sections Add New Property



اختيار شكل قطاع الكمره

نوع الماده خرسانه



4-تعريف قطاع بلاطه solid 12cm

تعريف قطاع البلاطه

1

2

3

نختار

اسم البلاطه يفضل على حسب سمكها اي slab 15

سمك البلاطه في ال membrane وال bending ثابتة 0.12

اذا اردنا ان ناخذ الجزء الذي يحدث فيه ال creak في الاعتبار تبعا للكو الجديد نغير m11,m22 الى 0.25

Shell Section Data

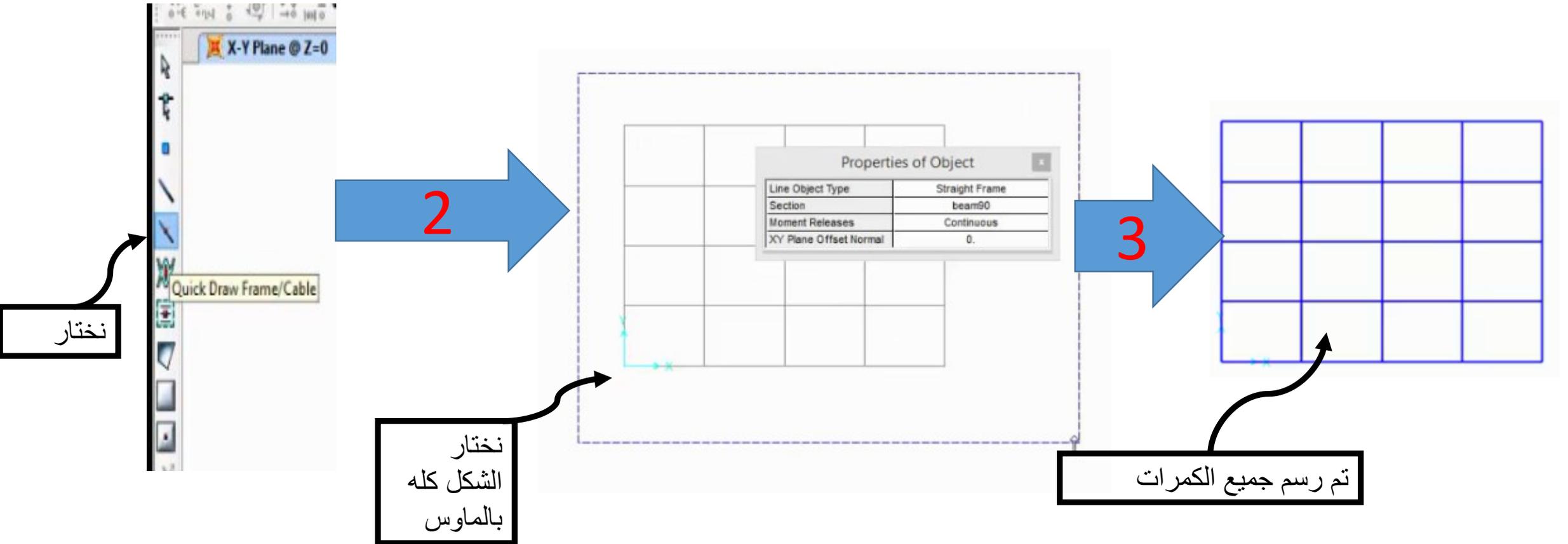
Section Name: slab12

Material: 4000Psi

Thickness: Membrane: 0.12, Bending: 0.12

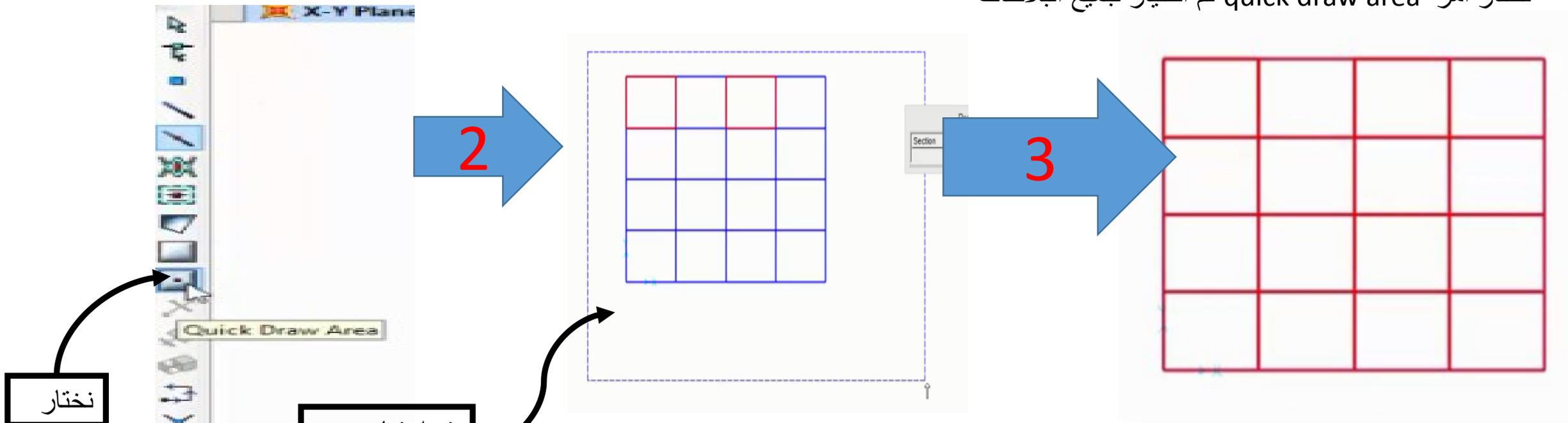
5- رسم الكمرات والبلاطات

من الامر quick draw frame ثم نختار الشكل كله
بالموس بذلك يتم رسم الكمرات



رسم البلاطات وازهارها

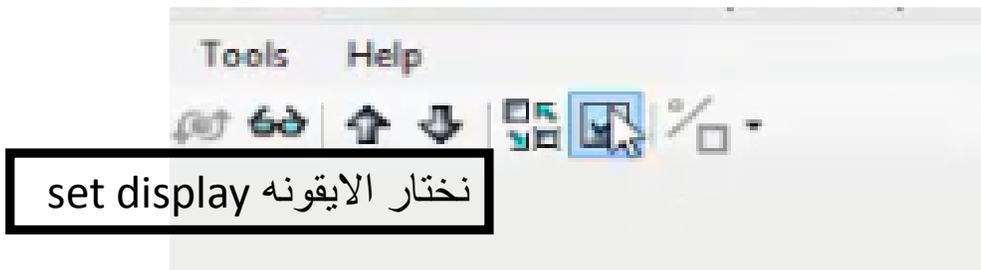
نختار امر quick draw area ثم اختيار جميع البلاطات



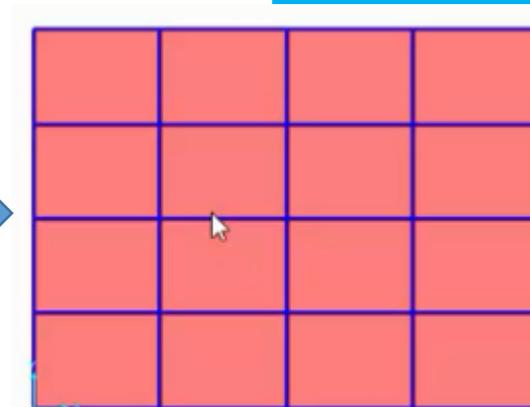
نختار

يتم اختيار الشكل كله

لاظهار البلاطات من ايقونة set display options



نختار الايقونه set display

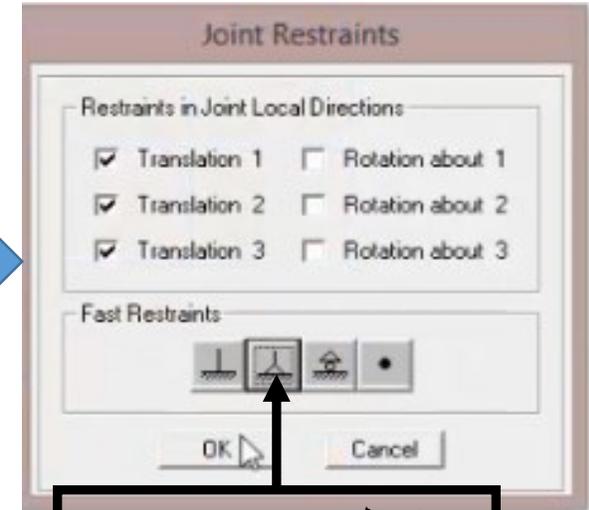
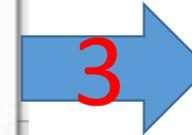
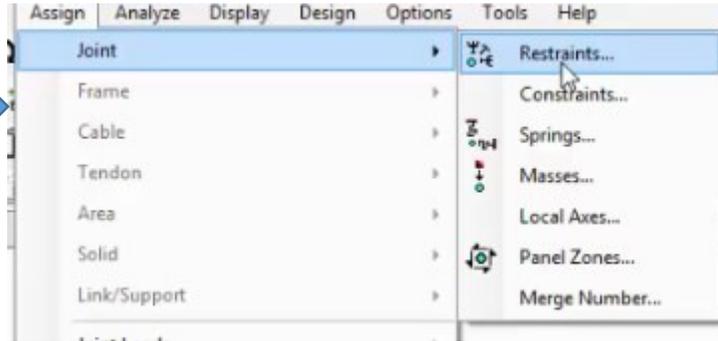
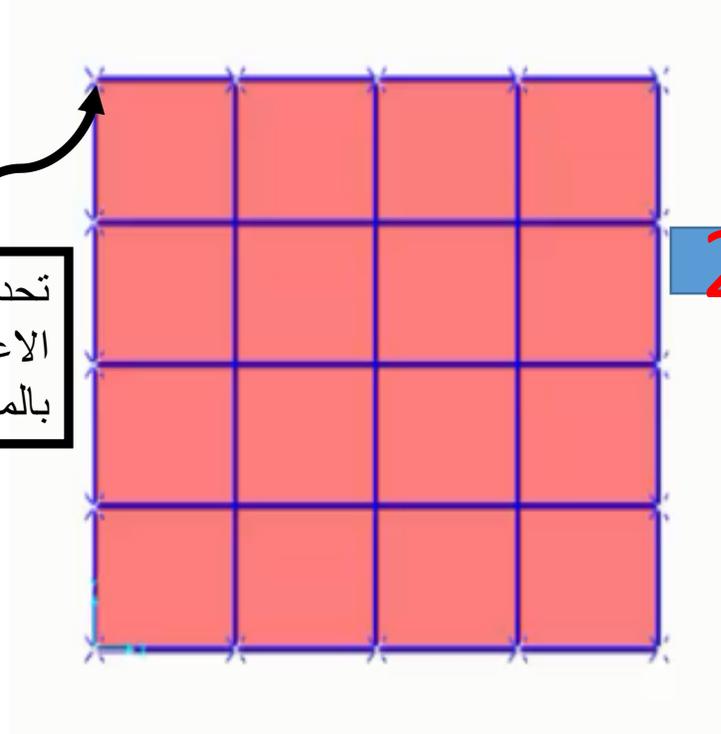


شكل البلاطات بعد الاظهار

7-وضع ال supports

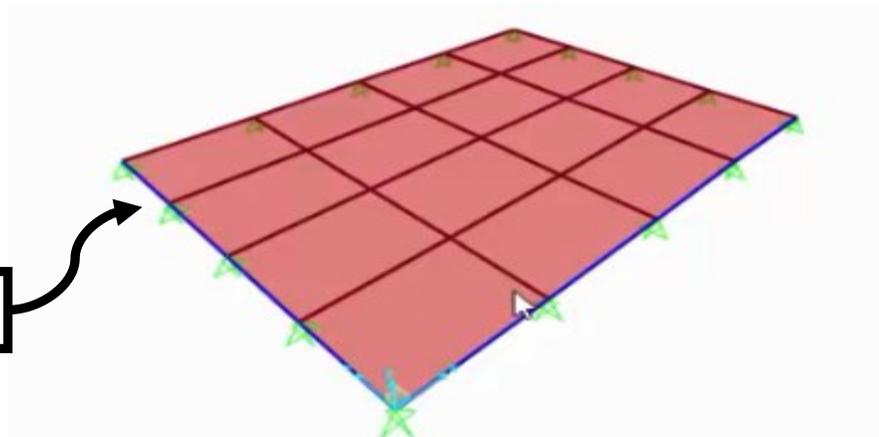
يتم تحديد اماكن الاعمده وعمل lassine

تحديد اماكن
الاعمده
بالماس



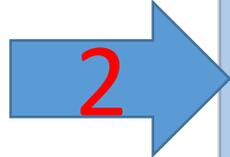
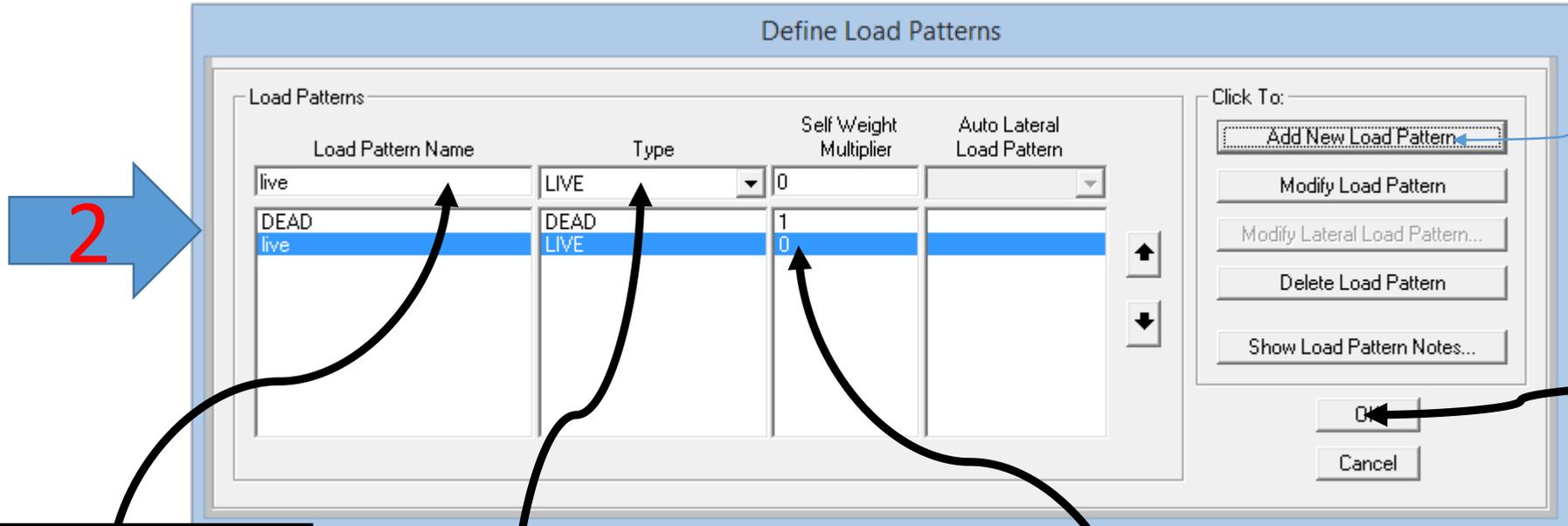
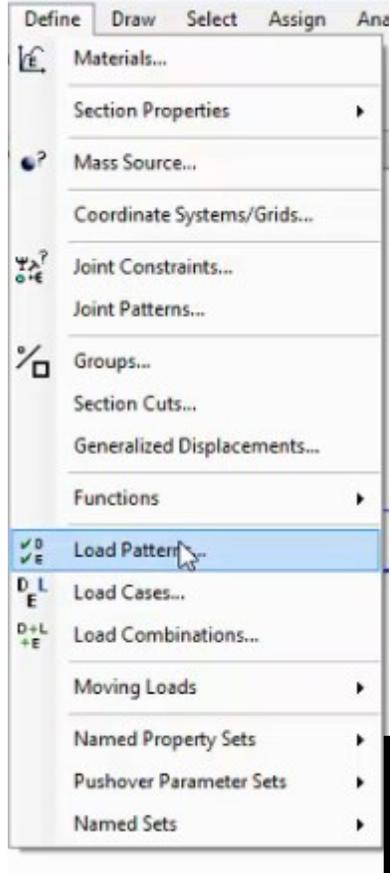
نختار ال hinged

الشكل بعد رسم ووضع الاعمده



8- تعريف حالات التحميل

هناك حالتين للتحميل حالة ال dead وحالة ال live



1- نكتب هنا اسم حالة التحميل live

2- نختار هنا live

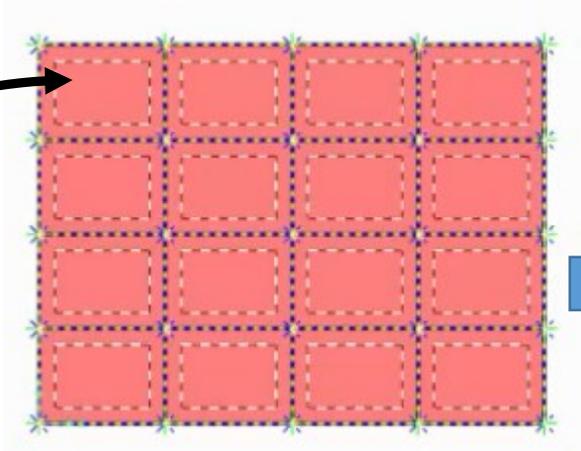
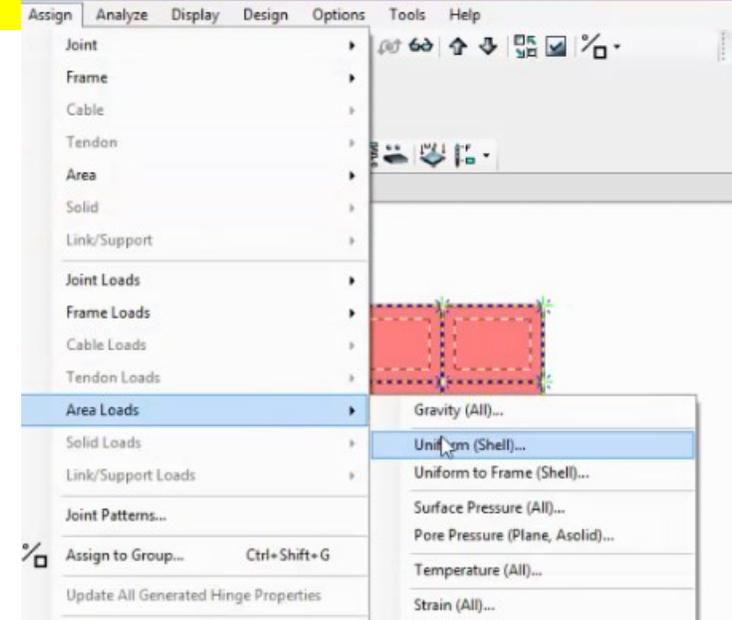
ملحوظه هامه جدا لابد ان يكون امام جميع حالات التحميل 0 الا حالة ال dead امامه واحد حتى لا يتم اضافة وزن المنشا اكثر من مره

3- نضغط add new

4- نضغط ok

9-وضع الاحمال

يتم وضع احمال ال 0.15 dead load وكذلك احمال ال live load واهذا يعتبر اهم شى فى ال paneled beam ويكون على حسب المنشى هل هو مصنع ام قاعه يتم تحديده من كود الاحمال نعتبره فى مسائله 2.

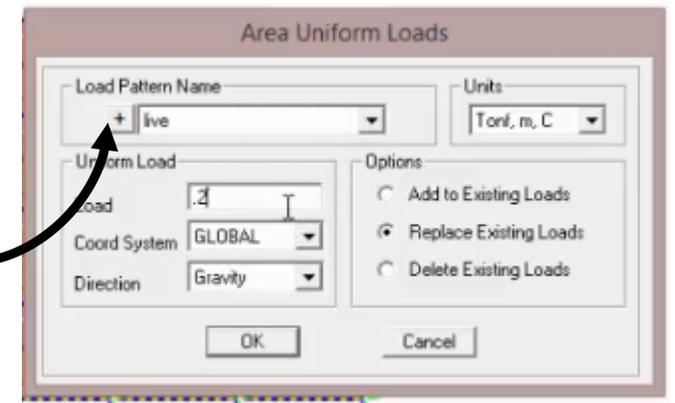


من assign
area load
Uniform shell

يتم اختيار الشكل
كله او البلاطات فقط
لاتفرق لاننا سوف
نحدد وضع احمال
على البلاطه فقط
فيما بعد



نضع فى حالة ال
dead 0.15

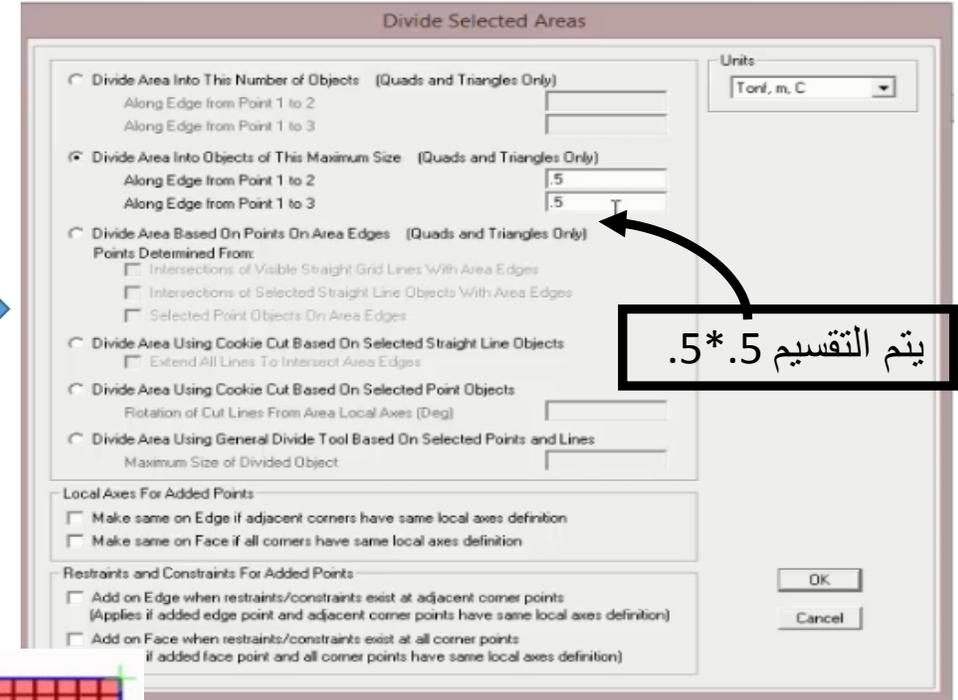
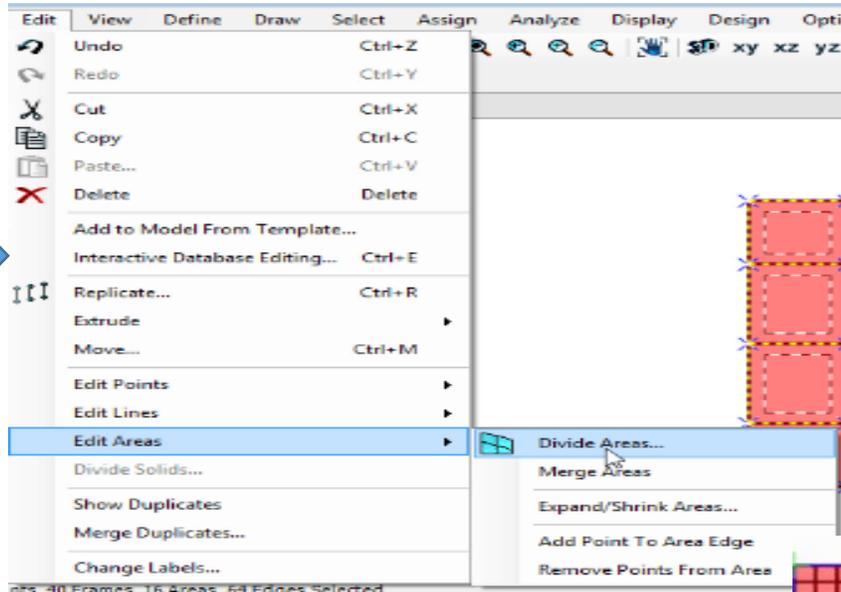


وكذلك فى حالة
Live على حسب
المنشا

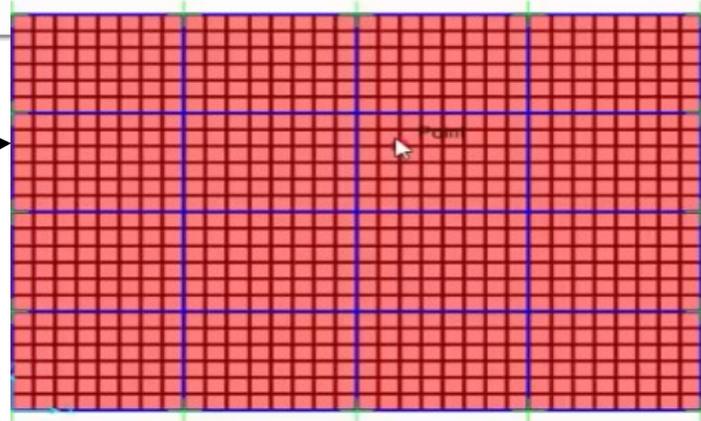
10-بتم تقسيم البلاطات

يتم تقسيم البلاطات الى shell صغيره وذلك لزياده دقة الحل والحصول على نتائج صحيحة تبعا لنظريه الfinite element

Edit → Edit Areas → Divide Areas



الشكل بعد عملية التقسيم



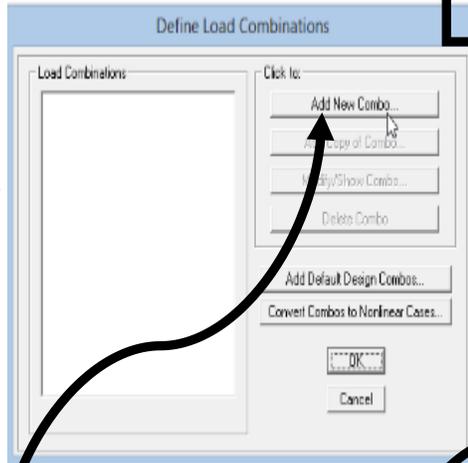
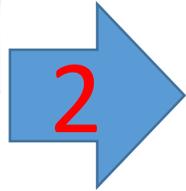
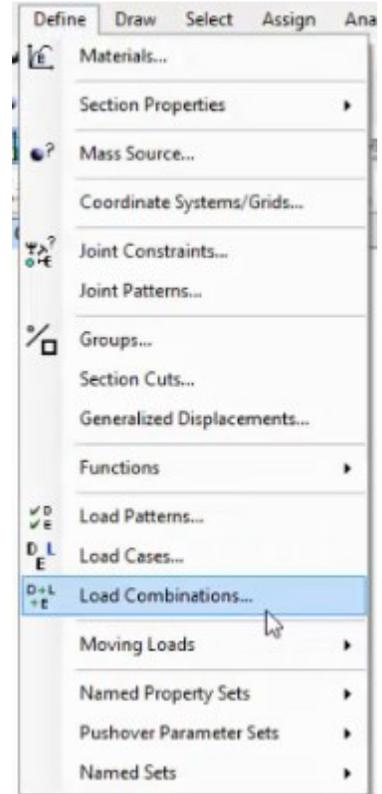
11- عمل حالة التحميل ال ultimate وكذلك ال working

عند التصميم فان هناك ام التصميم working وفيه يكون جميع لل dead load وال live load

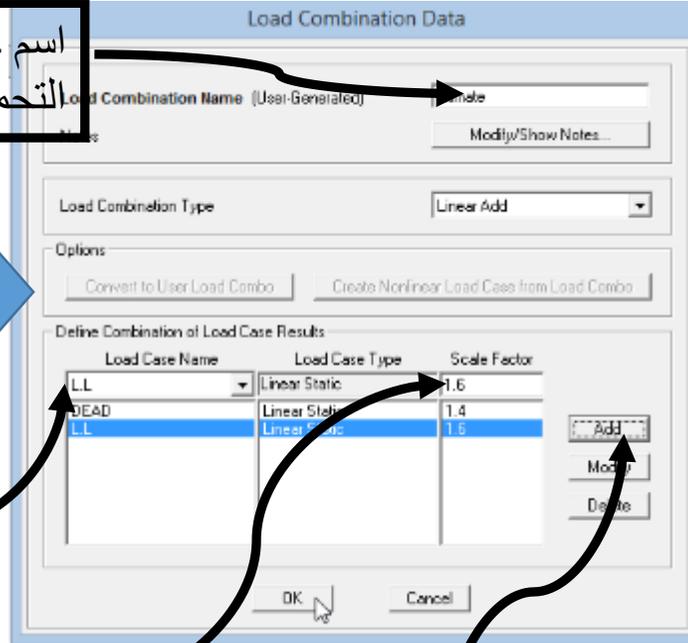
ام التصميم ultimate فيتم تجميل الاحمال ال live وال dead ولكن نستخدم factor

1.4 For Dead Loads
1.6 For Live Loads

Define
Load combinations



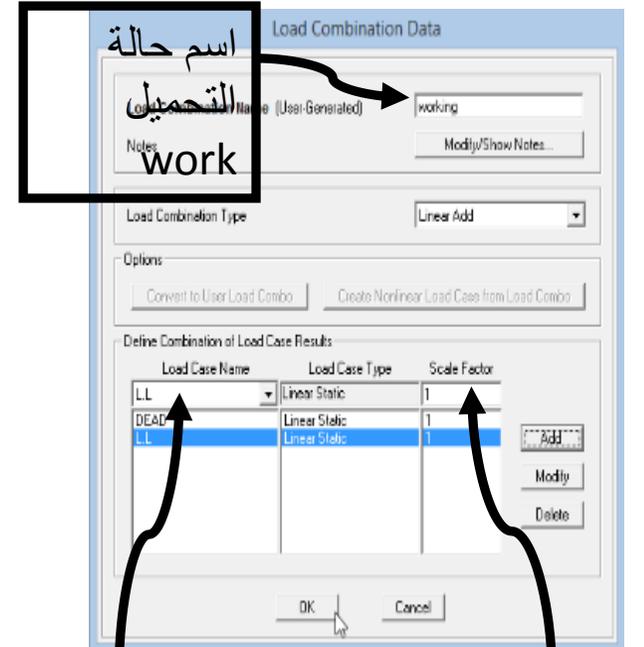
نختار
add
new



1-نختار
الحالة
التحميل

2-نضع قيمة الفاكتر
على حسب
الحاله 1.4, 1.6
ulti

3-نضغط
add

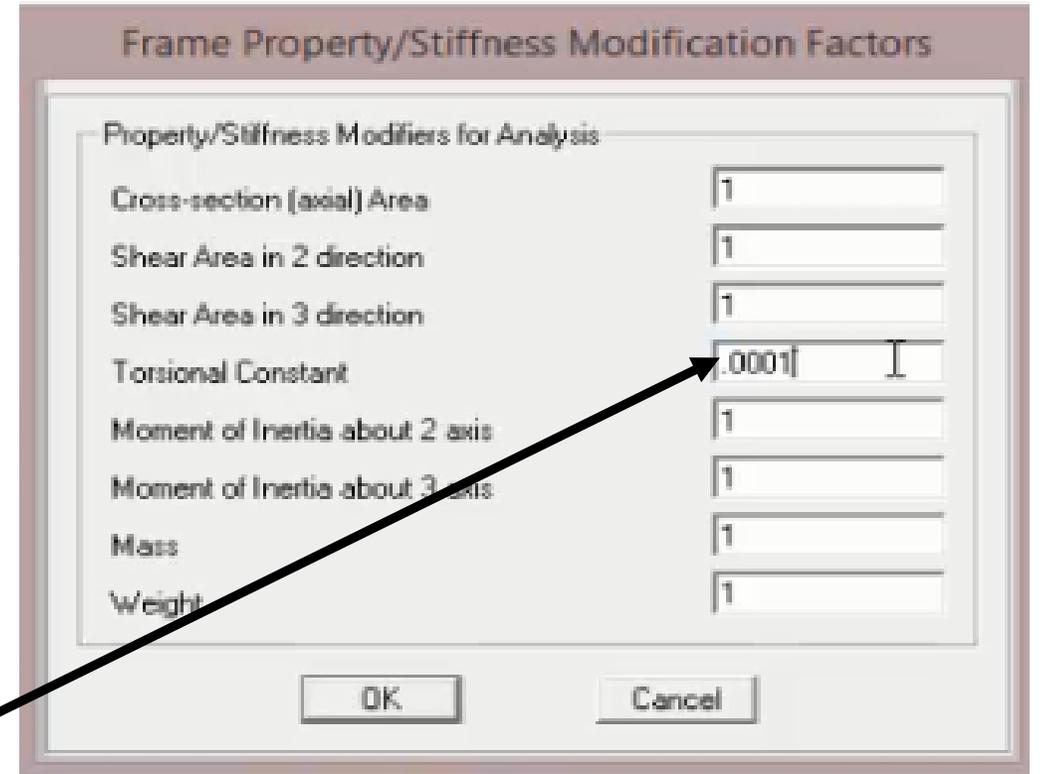
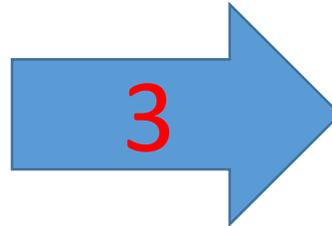
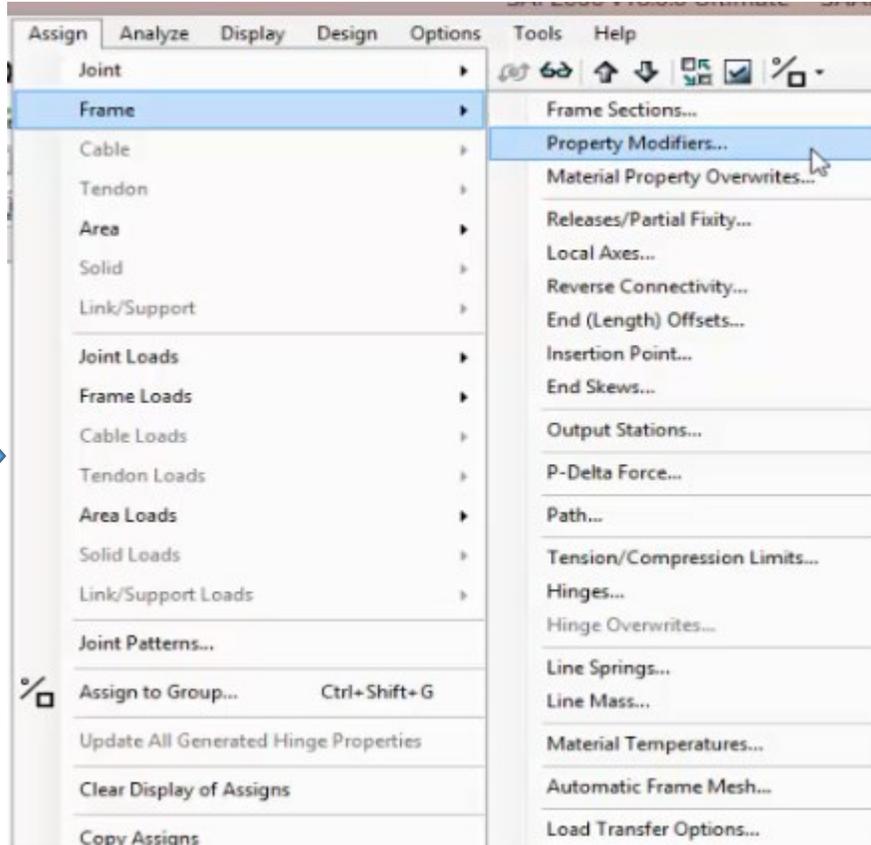


نفس الخطوات في حالة
ال working ولكن المعاملات 1,1

تحرير ال torsion للكمرات

هناك طريقتين لتحرير ال torsion والافضل هذه الطريقه

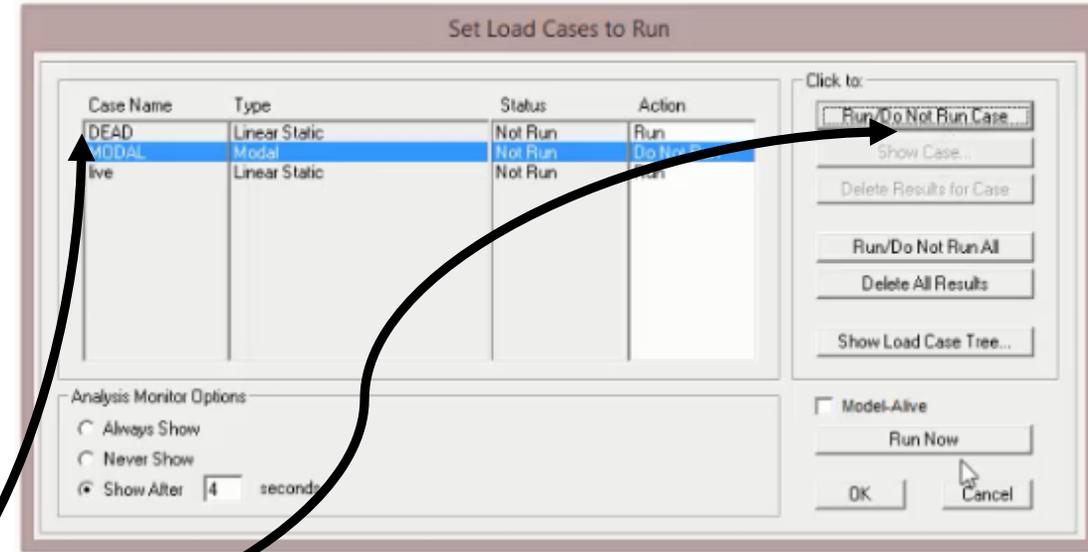
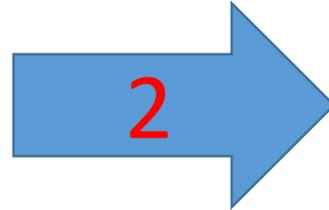
1- يتم اخيار الكمرات بالماوس ثم



نجعل هذه القيمه صغيره جدا مثلا .0001.

12- حل المنشأ عن طريق عمل run

يتم حل المنشأ عن طريق عمل run وسوف يطلب حفظ الملف



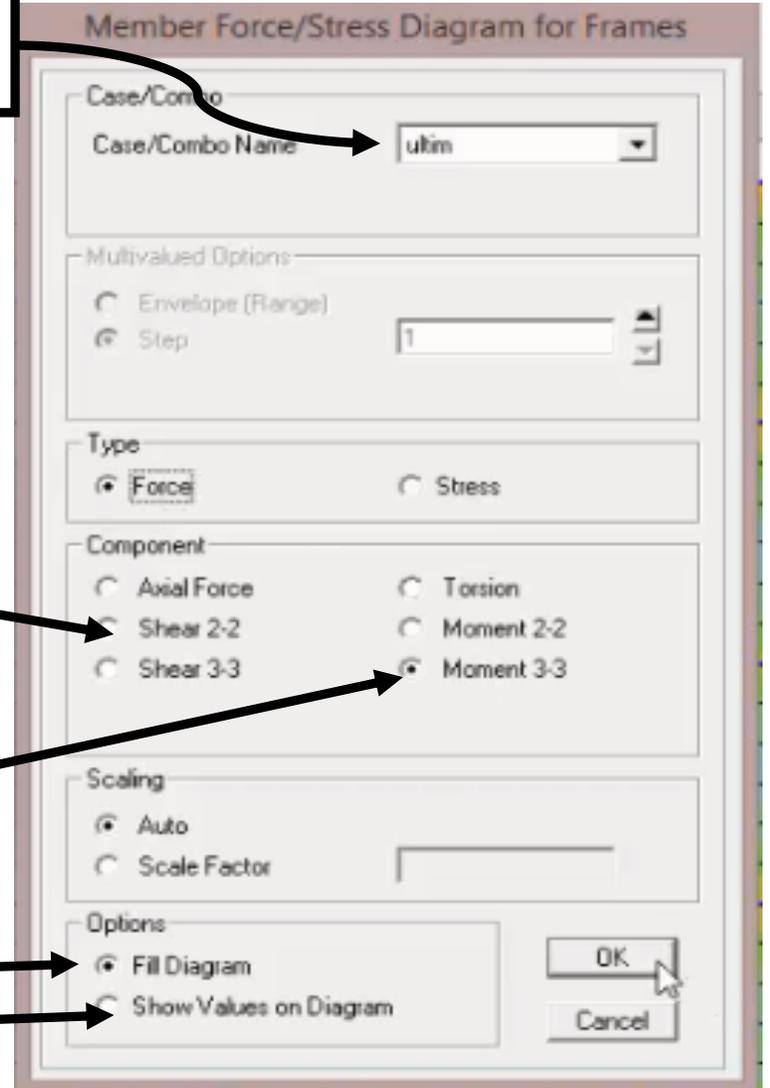
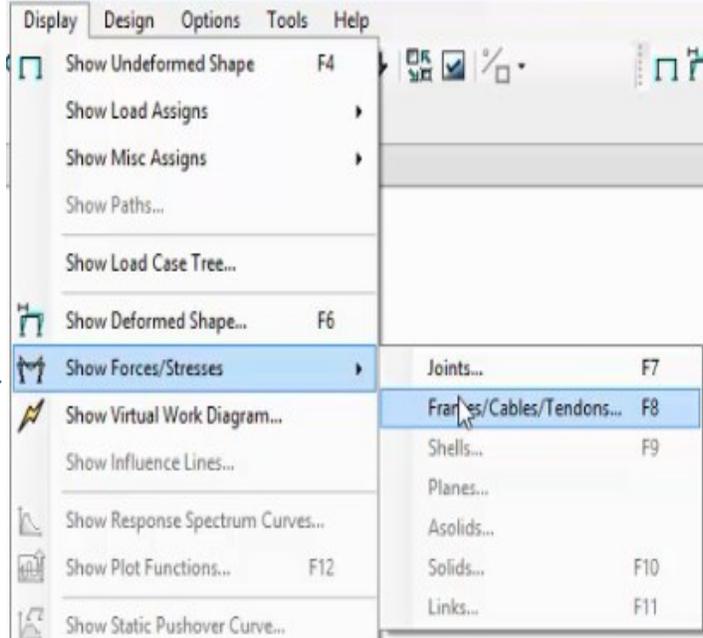
نختار الايقونه او الضغط على f5 لعمل run
سوف يطلب بعدها حفظ الملف قم بالحفظ

نقوم بعمل don't run لحالة الmodal

ثم نضغط ok

Display → show forces/stresses → frame/cable

حالة التحميل لاظهار النتائج
ultimate نختار حالة التحميل ال



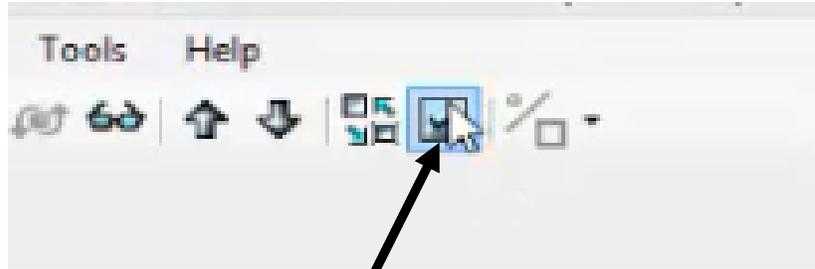
اظهار ال shear
نختار shear 22

اظهار العزم على الكمره
نختار moment 33

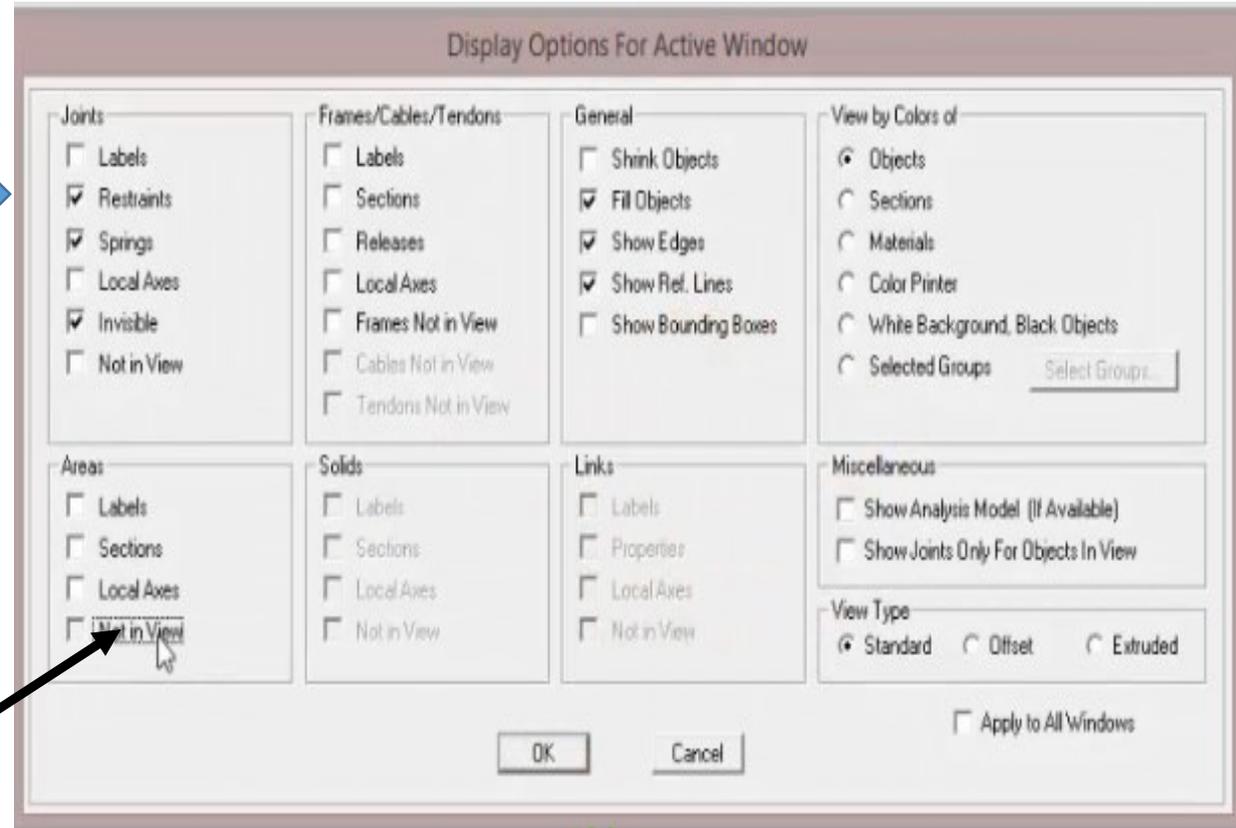
إظهار الشكل بدون قيم
إظهار الشكل و عليه القيم

لاظهار العزم الكمرات يجب اخفاء البلاطات حتى يكون العزم واضح

1



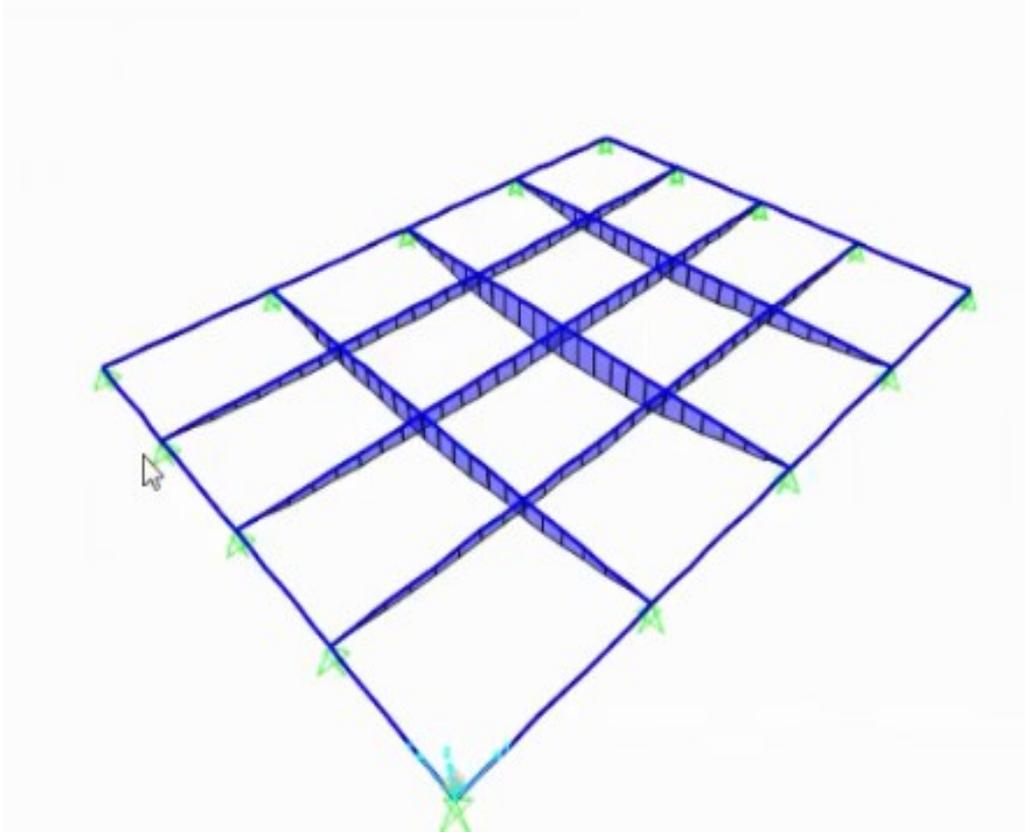
2



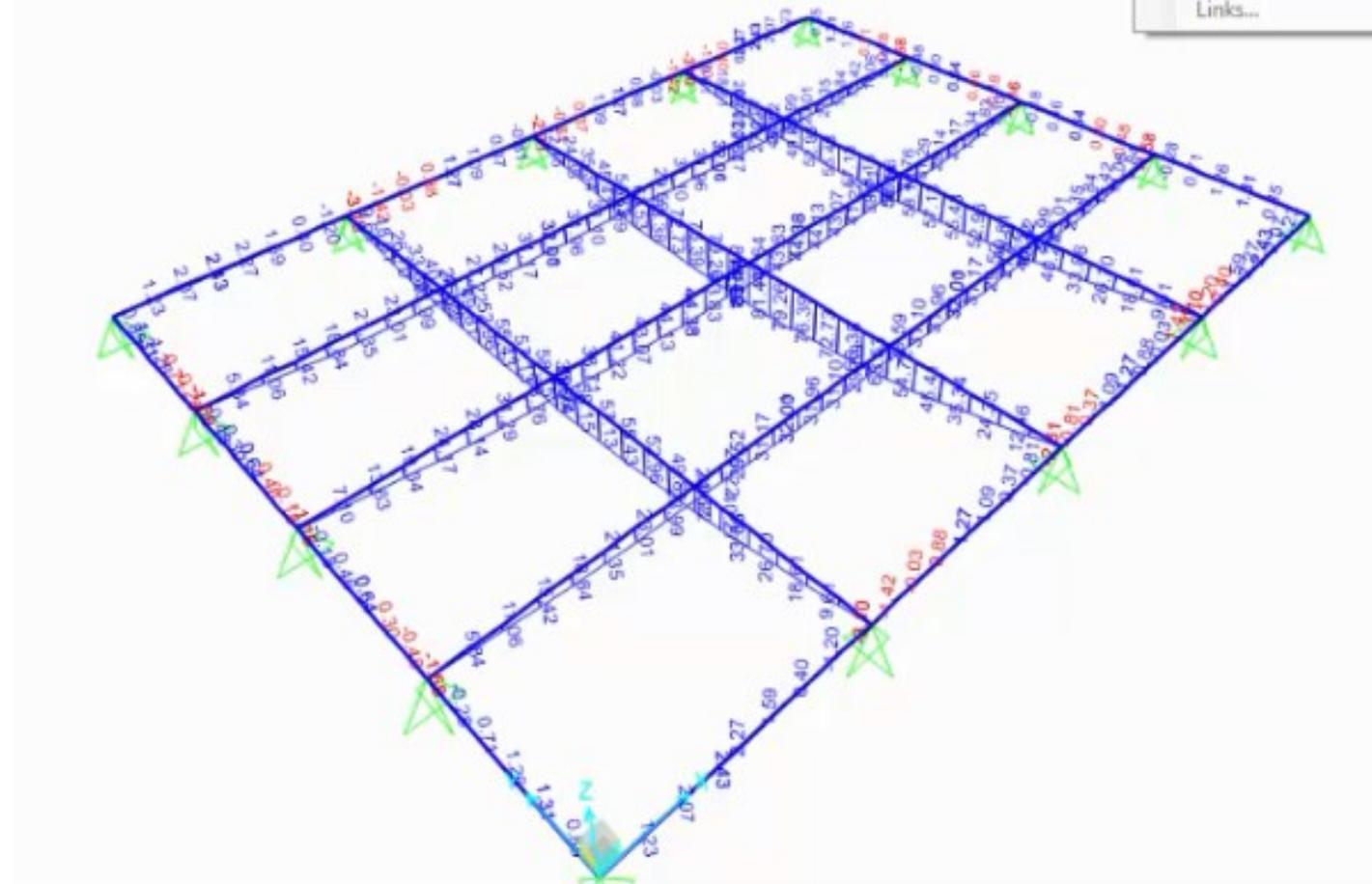
نختار الايقونه set display

نختار not in view

شكل العزم قبل اظهار القيم

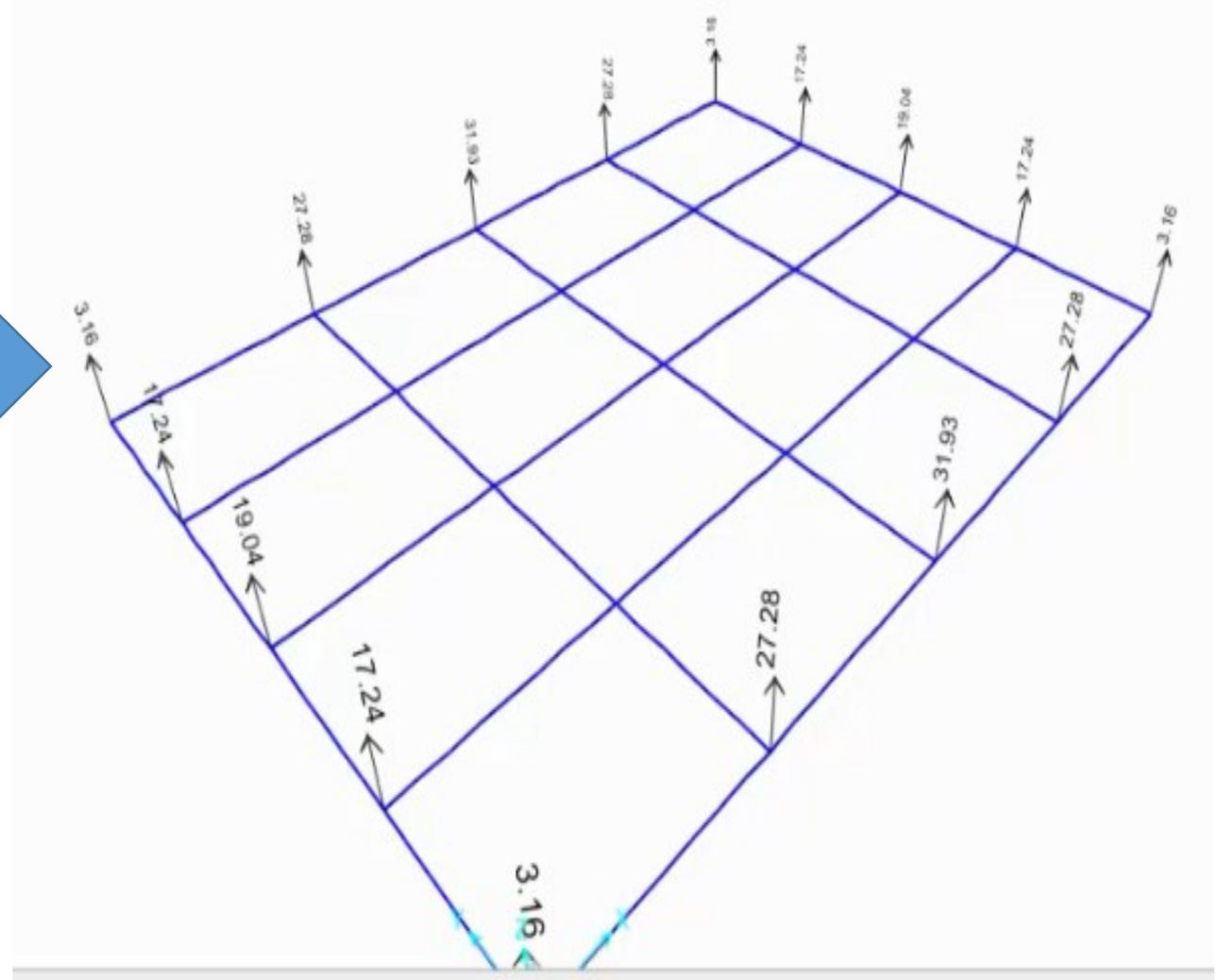
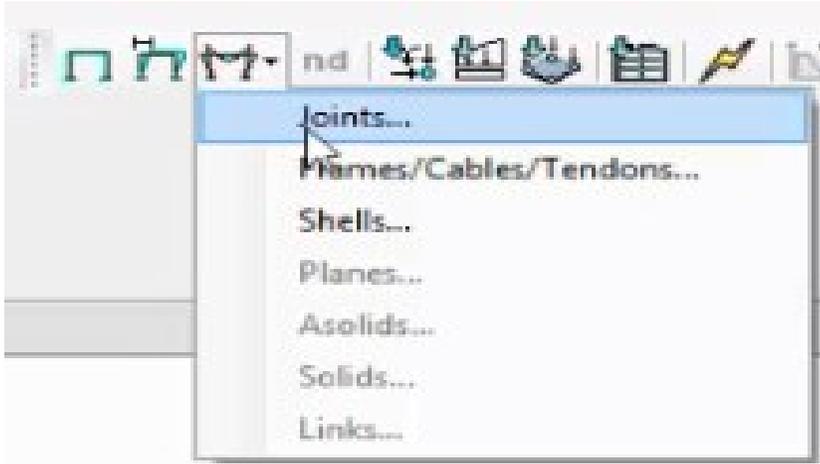


شكل العزوم على الكمرات بعد اظهار القيم يتم اظهار القيم كما
وضحنا ممن قبل



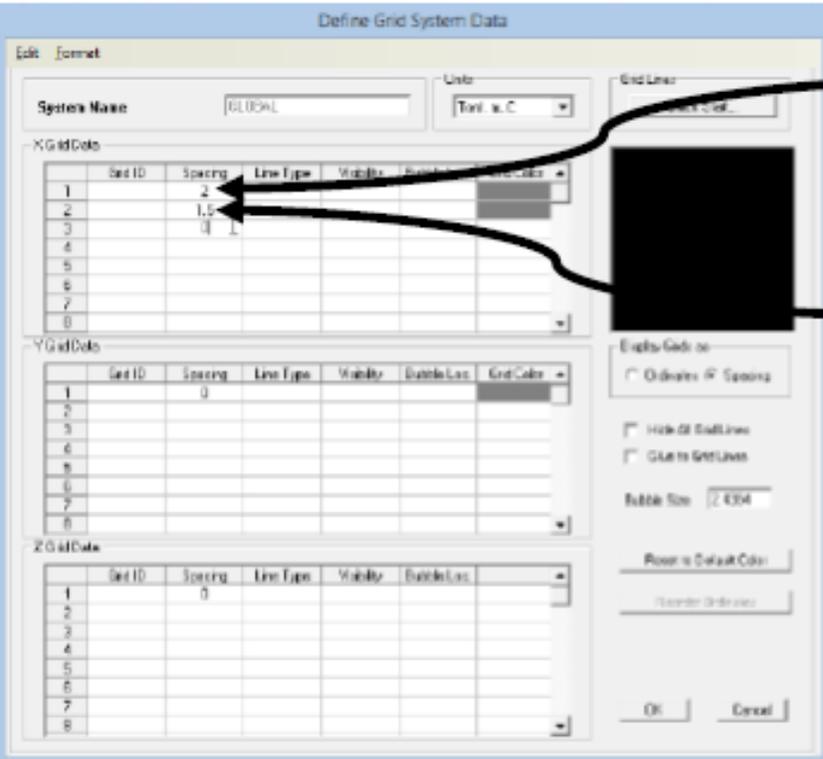
ردود افعال الاعمده

من خلال شريط الادوات



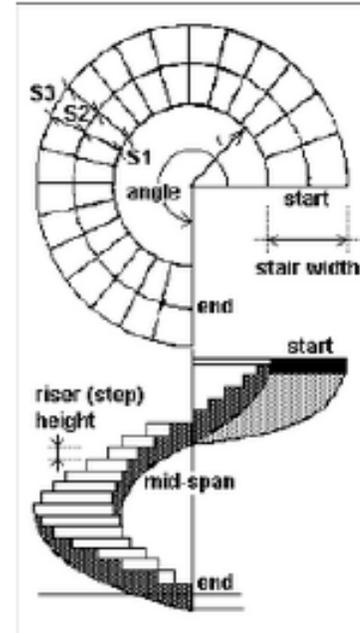
عن طريق قوانين التصميم طبقا للكود المصرى نصمم الكمرات والاعمده

ماهي اسهل طريقه لتوصيف السلم ال Helical stairs



فتحة السلم 2m

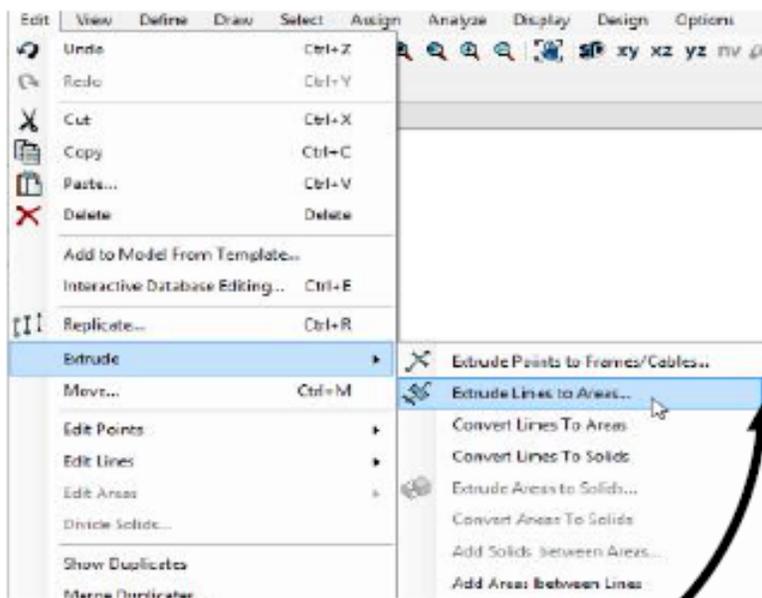
عرض السلم
1.5m



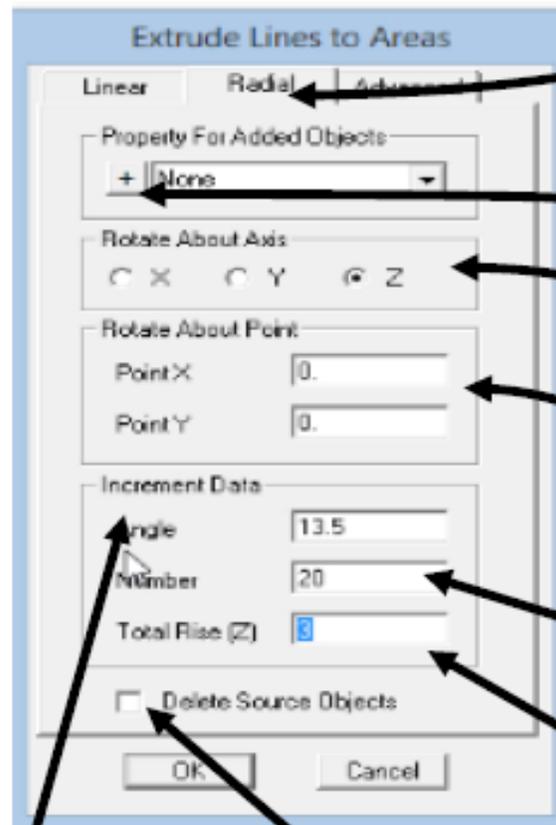
- المعلومات التي يجب توافرها
- 1-زاويه الدوران كما بالشكل 270
 - 2-مسافة الفتحة السلم (نصف قطر الدوران)
 - 3-ارتفاع الدوران وهو ارتفاع الدور 3m
 - 4-عدد الدراجات يساوي ارتفاع الدور على ارتفاع القائمه للسلم $=3/.15=20$



2-رسم frame باي قطاع



3- يتم اختيار ال frame الذي تم رسمه وتحويله الى area



4-نختار radial

نعرف من خلالها سمك السلم

5-محور الدوران وهو z

6-نقطة الدوران وهي 0,0

8- عدد درجات السلم تساوي ارتفاع الدور على ارتفاع القائم للدرجة $3/.15=20$

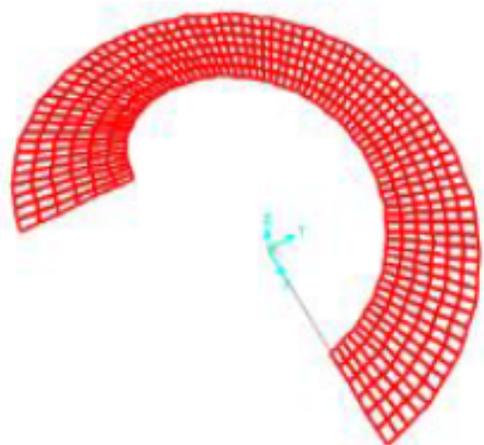
9-ارتفاع الدور

7-زاوية الدوران ولكن الخاصه بدرجة واحده ووهي تساوي زاوية دوران السلم الكليه 270 على عدد الدرج 20 $270/20=13.5$

يتم اختيارها لحذف ال frame الذي تم تحويله الى area

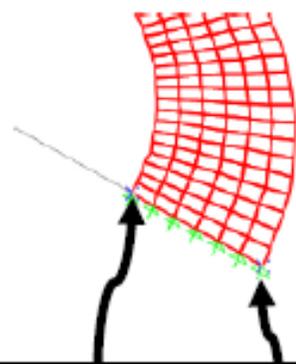
لن تظهر السلم لابد من اختيار ال 3d

xy xz yz

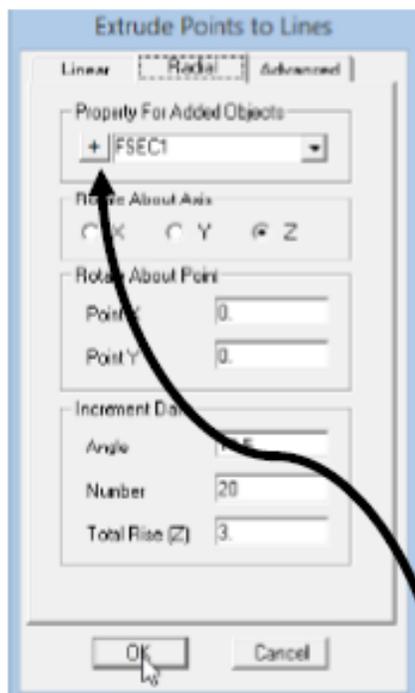


شكل السلم بعد
اختيار ال 3d

يتم اختيار مكان ال
supports وعمل
restraints لها

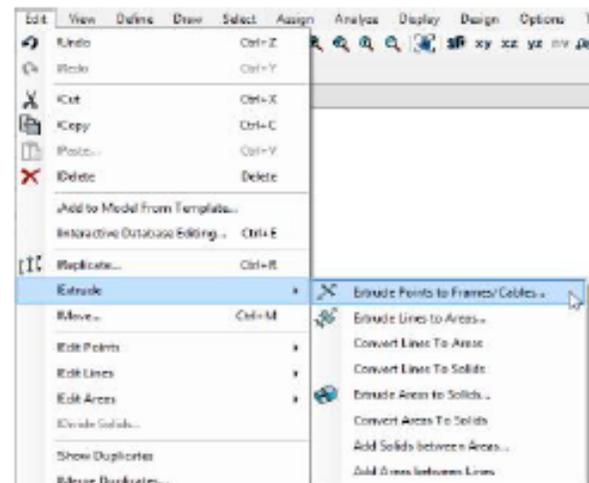


1- يتم اختيار هذه النقطتين

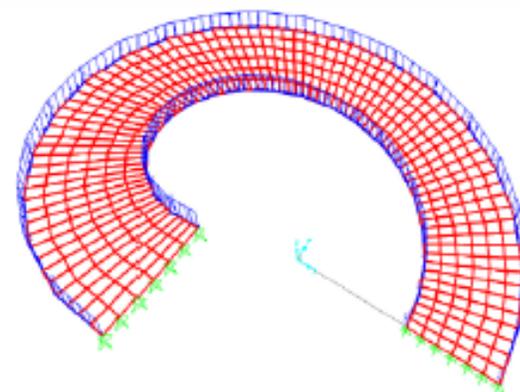


3- سوف تجدد البيانات موجوده
كل ما عليك هو تعريف القطاع
فقط

كيف يتم عمل سور السلم لوضع احمال السور عليه



عمل 2- edit → extrude → extrude point
to frames



4- يتم وضع الاحمال وحل المنشأ عادى جدا

الجزء الثاني في شرح ال sap2000

