

محاضرة حول برنامج الانشاءات الهندسية
STAAD وأفق استثماره

إعداد: المهندس
محمد فارس عمر

مقدمة:

تطورت البرمجيات المستندة إلى طريقة العناصر المحدودة (Finite element method) تطورا ملحوظا وشهدت خلال السنوات الخمس الأخيرة قفزة نوعية ترافقت مع تقدم العلوم المعلوماتية وتنوعت تلك البرمجيات لتعطي طيفا عريضا من التطبيقات الهندسية والفيزيائية أخذة بعين الاعتبار خصوصيات المسائل التي تعالجها ومن أهم هذه البرمجيات STAAD-SINDA . حيث صممت شركة Research engineers برنامج STAAD في نهاية السبعينات لمعالجة التطبيقات الهندسية الإنشائية واستمرت في تطويره وتحسينه حتى أصبح في يومنا هذا البرنامج الأكثر انتشارا في العالم والأكثر استخداما في الشركات ومكاتب التصميم الهندسي..

البرنامج STAAD كما تشير التسمية هو برنامج تحليل وتصميم المنشآت ولم تقتصر الشركة المصنعة على تطوير الجانب التحليلي للبرنامج فحسب بل كرست جهودها لتضمين البرنامج تقانات التصميم المؤتمت للعناصر الإنشائية. فمسألة التحليل تستند إلى جملة معطيات محددة وطريقة نمذجة وحل وتقديم نتائج ، أما مسألة التصميم فهي مسألة قرار في اعتماد التصميم المناسب لشروط الاستثمار وفق النظم والمقاييس العالمية وبأقل كلفة ممكنة وغالبا ما تكون مسألة التحليل حلقة من حلقات مسألة التصميم . ولكن هذه لا تنطلق من قيم عشوائية، وإنما تبدأ من قيم واقعية ومعطيات معقولة للمواصفات الهندسية والفيزيائية معتمدة على كودات تصميمية عريقة ومعايير لا يمكن تخطيها .

ومع تطور برامج النمذجة والإظهار البياني ، أضافت الشركة إلى البرنامج التقانات العصرية المتقدمة في النمذجة وطرق التحليل والتصميم وأدوات الإظهار البياني ، وهذا كما هو واضح في استخدام إصدارات البرنامج التي تعمل في بيئة ويندوز كالإصدار STAAD-PRO OR STAAD111-V22 ..

تسهيلات التحليل للبرنامج باستخدام نظرية العناصر المحدودة Analysis facilities staad

يتوفر في البرنامج تسهيلات التحليل التالية :

- 1- تحليل الجساءة (الصلابة)
- 2- تحليل من المرتبة الثانية
- 3- التحليل الديناميكي

ولنشرح بقليل من الإسهاب تحليل الجساءة التي من خلالها نسلط الضوء على شيء من نظرية العناصر المحدودة وكيفية استخدام هذه النظرية في بناء خوارزمية البرنامج .

● تحليل الصلابة stiffness analysis:

يبني منهج تحليل الصلابة المزروع في البرنامج على طريقة مصفوفة الانتقالات (matrix displacements method) وتعتبر هذه الطريقة تعميما لطريقة المصفوفات المعروفة في حل مسائل المنشآت الشبكية ، وتنطلق من تمثيل المنشأة الحقيقية بعناصر إنشائية تتضمن عناصر هيكلية (جوائز وعناصر شبكية) وعناصر محدودة تنجم عن تقطيع وسط مستمر من الصفائح والقشريات والأجسام الصلبة الحجمية ، وتؤلف هذه العناصر مجتمعة نموذج المنشأة ويوصف سلوك كل عنصر من المنشأة بنموذج أو دالة رياضية للانتقالات بحيث تحقق هذه الدوال معادلات الوازن وتوافقية الانتقالات في نمط وصل العناصر الهيكلية وفي عقد العناصر المحدودة .

يحسب البرنامج مصفوفات الصلابة للعناصر بالنسبة لجملة الإحداثيات العامة وذلك استنادا إلى وضع العنصر بالنسبة لهذه الجملة وتتضمن هذه الإجراءات أغلب الأحيان تحويلات دورانية ، ويقوم البرنامج بتجميع مصفوفات الصلابة العنصرية المحسوبة بالنسبة لجملة الإحداثيات العامة على التتالي ليولد مصفوفة الصلابة الكلية للمنشأة وبهذه الطريقة تعرف الانتقالات والقوى في العقد بالنسبة لجملة إحداثيات مرجعية عامة مشتركة لكامل المنشأة .

ويوجد العديد من الطرق الرياضية لحل جملة المعادلات في الانتقالات واستخدم البرنامج طريقة التحليل المباشر للمصفوفة .

ويستخدم البرنامج طريقة cholesky لتحليل مثل هذه المنشآت لدقتها وكلفتها البسيطة (عدد العمليات وزمن الحساب) وتتضمن ثلاث مراحل أساسية :

- 1- تحليل مصفوفة الجساءة الكلية [k] .
- 2- حل مصفوفة الانتقالات في العناصر

$$[Q1]=[Lt]*[Q]$$

[Q1] : مصفوفة الانتقالات في العقد .

[Lt] : مصفوفة تابع الشكل للعنصر .

[Q]: مصفوفة الانتقالات في العقد .
3- حساب ردود الأفعال في نقاط الاستناد بالاعتماد على (1) و (2)

$$[P]=[K]*[Q]$$

[P]: مصفوفة القوى في العناصر وردود الأفعال في نقاط الاستناد .
4- حساب الاجهادات في العناصر انطلاقا من العلاقة التالية :

$$[S]=E*[Q1]=E*[Lt]*[Q]$$

[S]: مصفوفة الإجهاد في العناصر .

● التحليل من المرتبة الثانية : تنقسم إلى :
1- الطريقة P-Delta analysis :

تتأثر المنشآت الخاضعة للحمولات العرضية في أغلب الأحيان من نشوء قوى ثانوية تنجم عن حركة نقاط تطبيق الحملات الشاقولية وقد أعتد البرنامج إجراءات ناجحة لإدخال هذا الأثر في التحليل هو باستخدام هذه الطريقة التي تعطي نتائج دقيقة للانتقالات الصغيرة .

2- التحليل اللاخطي :

ينجز البرنامج تحليلا لا خطيا للمنشآت أخذا بعين الاعتبار الانتقالات الكبيرة نسبيا ، أي أن هذا البرنامج يعالج المسائل اللاخطية الهندسية فقط (لوي قضيب فولاذي ليصبح على شكل قوس مثلا) .

* التحليل الديناميكي المتوفر في البرنامج :

- 1- الاهتزاز الحر وحساب الأنماط والترددات الطيفية والأنماط الموافقة لها .
- 2- تحليل طيوف الاستجابة : تسمح هذه الإمكانية للمستثمر أن يحلل منشأة خاضعة لهزات أرضية.
- 3- تحليل الاستجابة لحمولة متغيرة مع الزمن ، البرنامج مزود بأداة سهلة لإنجاز تحليل استجابة منشأة خاضعة لحمولات معرفة كدالات تابعة للزمن .

مجالات استخدام برنامج STAAD:

تتألف المنشأة من مجموعة من العناصر الإنشائية تتماسك مع بعضها البعض لتؤلف إنشاء متينا يقاوم مختلف الحملات التي يتعرض لها ، ويتمكن البرنامج من تحليل وتصميم المنشآت المؤلفة من عناصر هيكلية أو عناصر محدودة (صفائحية أو حجمية) ويعالج البرنامج بشكل كاف المنشآت الثلاثية الأبعاد (SPACE STRUCTURE) والتي هي عبارة عن منشآت هيكلية تخضع لقوى وعزوم مختلفة مطبقة وفق منح مختلفة تعد المنشآت المستوية (PLANE STRUCTURE) حالة خاصة من المنشآت الثلاثية الأبعاد وتعرف هذه المنشآت هندسيا في البرنامج في المستوي (X-Y) في جملة الإحداثيات العامة وتخضع لحمولات واقعة في نفس المستوي (X-Y) وبشروط حدية على الانتقالات معرفة في المستوي نفسه .
تتألف المنشأة الشبكية (TRUSS STRUCTURE) من عناصر شبكية (جوائز تعمل على الشد أو الضغط فقط) أي أن عناصرها تخضع لقوى محورية وبدون وجود قوى عرضية وعزوم انعطاف في أجزائها . بمعنى آخر لا تنتقل مثل هذه المنشآت عزوم عبر عقدها . أما القوى فتطبق فقط في العقد ، لا يمكن أن تعتبر المنشأة شبكية في حال طبقتنا على أحد عناصرها قوى مركزة أو موزعة ينجم عنها انعطاف أو التواء في العناصر .
منشآت الأرضيات (FLOOR STRUCTURE) وهي عبارة عن منشأة ثنائية أو ثلاثية الأبعاد لا تتعرض لحمولات أفقية للمنشأة وتعد أرضيات الطوابق وسطوح الأبنية الواقعة في المستوي (X-Z) أمثلة نموذجية لتلك المنشآت .

إذن بشكل عام برنامج STAAD يبحث في موضوع تصميم المنشآت الفولاذية وفق الكودات الأمريكية المعروفة مثل AASHTO-AISC/ASD كما يعالج مسألة تصميم العناصر الإنشائية الخشبية باعتماد الكود ACI-318 ، كما يبحث في تصميم العناصر الإنشائية الخشبية باعتماد الكود AITC .
ويوجد الكثير من التطبيقات العملية لاستخدام البرنامج مثل :

- أبراج التوتر العالي .
- الجسور الإنشائية .
- خزانات الوقود .
- الأبنية .
- الروافع البرجية

• السدود السطحية .
كما يمكن لي استثمار هذا البرنامج في بعض المسائل الهندسية التي تعرضت لها في عملي الرسمي أو خلال عملي الخاص و سوف استعرض بعض هذه الأمثلة بشكل مفصل في نهاية هذه المحاضرة .

الواجهات البيانية الأساسية لبرنامج STAAD

بعد إقلاع البرنامج تظهر الواجهة الأساسية للبرنامج ،وتتضمن هذه الواجهة شاشة الرسم وقائمة علوية تسمح لنا بالدخول إلى البرنامج الجزئية الأساسية للبرنامج وهي :

- 1- برنامج التنفيذ STAAD-III .
- 2- برنامج النمذجة STAAD-PRE .
- 3- برنامج إظهار النتائج STAAD-POST
- 4- برنامج التصميم المتفاعل STAAD-INTEDS .

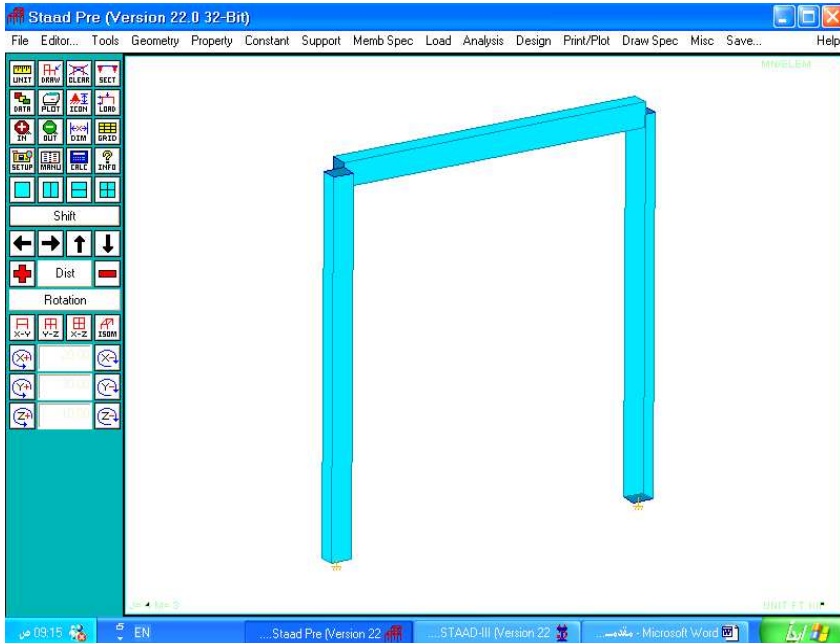
بالإضافة إلى مجموعة من القوائم التالية :

- 1- قائمة الملف FILE للتعامل مع الملفات .
- 2- قائمة محرر ملف الدخل EDIT INPUT لتحرير أوامر ملف الدخل .
- 3- قائمة إظهار نتائج الخرج VIEW OUTPUT .
- 4- قائمة طباعة النتائج PRINT OUTPUT .
- 5- قائمة الرسم PLOT .
- 6- قائمة المساعدة HELP .

سننظر في قليل من التفاصيل إلى هذه البرامج الجزئية.

• الواجهة البيانية للبرنامج STAAD-PRE

يوضح الشكل التالي تنظيم شاشة البرنامج , وقد تم تصميم هذه الشاشة ضمن مجموعتين وظيفيتين :مجموعة الأزرار الجانبية – القوائم العلوية ، بالإضافة إلى شاشة الرسم .
فتتألف من:



الوصف	الزر
يظهر صندوق حوار يفيد في تغيير وحدات الطول ووحدات القوى.	UINT
يعرض الشكل الهندسي للمنشأة الحالية على الحالية على الشاشة .	DRAW
يخفي رسم المنشأة عن الشاشة .	CLEAR
يظهر الملفات التي إنشائها البرنامج والمرتبطة بالنموذج الحالي .	DATA
يظهر صندوق حوار لتحديد خيارات الطباعة .	PLOT
يظهر صندوق حوار يفيد في تفعيل إظهار أيقونات خواص هندسية أو حمولات	ICON
يظهر صندوق حوار يفيد في الحمولات المطبقة على المنشأة	LOAD
تكبير منطقة محددة من الرسم	IN
العودة إلى السلم الأصلي .	OUT
إظهار الأبعاد الهندسية لعناصر المنشأة	DIMENSION
يظهر صندوق حوار لتعريف مواصفات شبكة الرسم	GRID
يظهر صندوق حوار لتهيئة البارامترات المستخدمة في البيئة البيانية	SET UP
يفتح دليل مساعد لأوامر البرنامج	MANUAL
يظهر الآلة الحاسبة	CALE
يظهر معلومات حول النموذج	INFO
إظهار الرسم ضمن عدة نوافذ وفق مناظير روائية مختلفة	نوافذ الرسم
يظهر صندوق حوار لإزاحة نقطة الرؤيا للرسم	SHIFT
تحريك الشكل في الاتجاهات الربعة	الأسهم
تصغير الشكل	+
تكبير الشكل	-
تحديد بعد نقطة الرؤيا	DIST
تدوير المنشأة حول المحاور الثلاثة	أزرار التدوير
مسقط الرسم على المستوي x-y	X-Y
مسقط الرسم على المستوي y-z	Y-Z
مسقط الرسم على المستوي x-z	X-Z

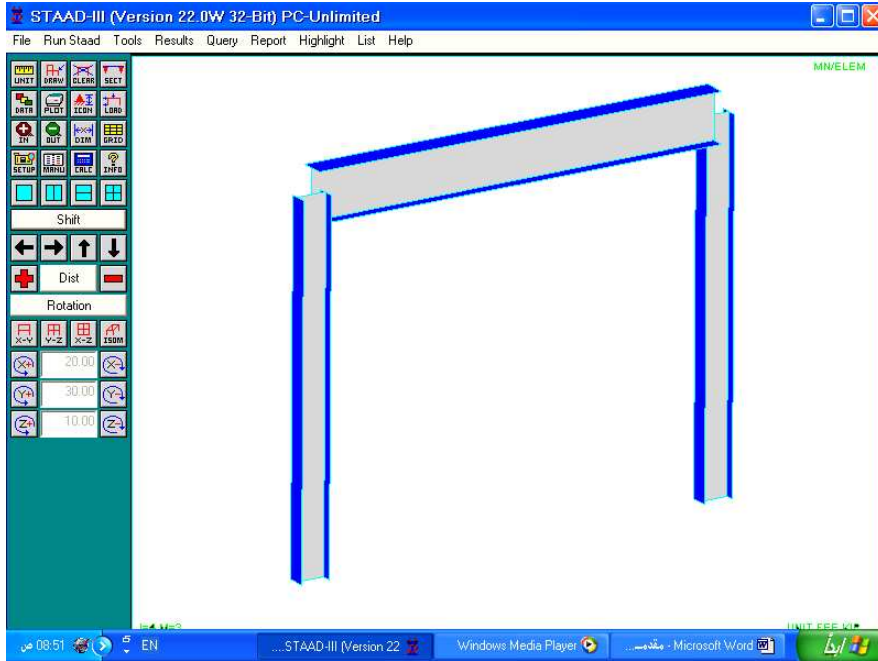
إظهار ايزومتري الشكل	ISOM
تدوير الشكل وفق المحاور الثلاثة	أزرار التدوير

أما المجموعة الثانية فتتألف من مجموعة القوائم العلوية :

الوصف	القائمة
التداول مع ملفات البرنامج	FILE
أوامر الإظهار البياني	TOOL
إدخال المواصفات الهندسية للمنشأة	GEOMETRY
إدخال مواصفات مقاطع العنصر	PROPERTY
تحديد ثوابت المادة	CONSTANT
تعريف الشروط الحدية	SUPPORT
تعريف مواصفات العنصر	MEM-SPEC
تحديد الحمولات المطبقة على العنصر	LOAD
اختيار مواصفات التحليل	ANALYSIS
لتحديد متطلبات التصميم	DESIGN
لتحديد مواصفات الإظهار والطباعة	PRINT/PLOT
أوامر متفرقة	MISC
أمر الحفظ	SAVE
المساعدة	HELP

أما الجزء الثالث فهي نافذة الرسم الرئيسية

- الواجهة البيانية للبرنامج STAAD – POST يمكن تفعيله من الشاشة الرئيسية للبرنامج بالنقر على STAAD-POST حيث يظهر البرنامج بعد تنفيذ هذا الأمر وتتألف واجهته البيانية من قائمة وأمر علوية وأزرار جانبية وشاشة إظهار :



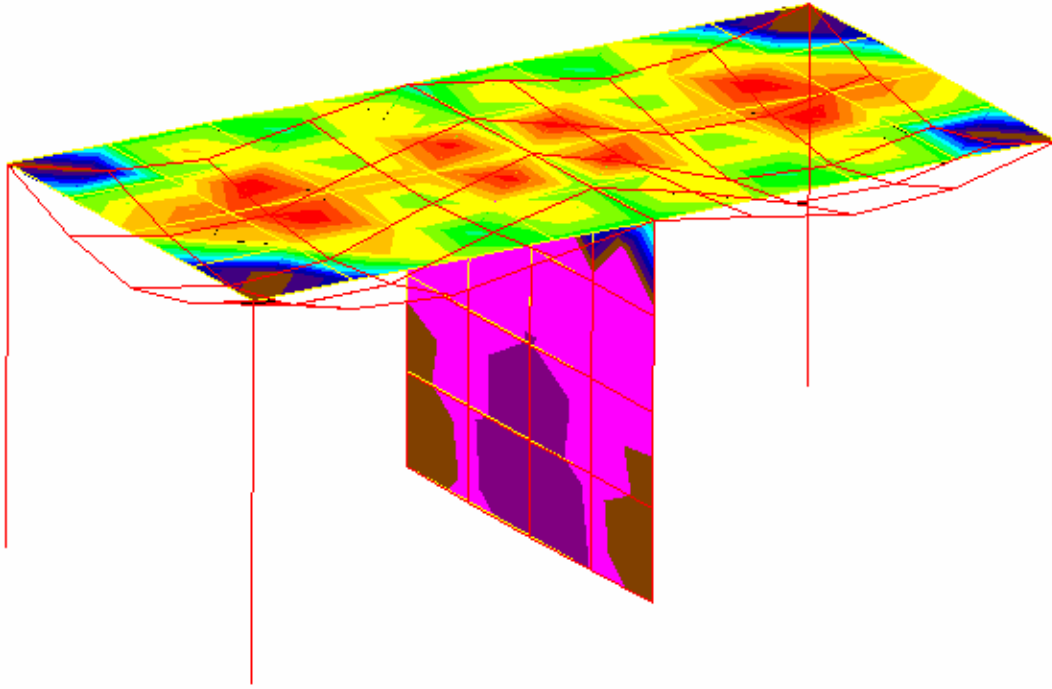
حيث يتوفر في برنامج STAAD-POST الأدوات التالية :

- 1- خيارات إظهار الشكل الهندسي للمنشأة.
- 2- التحقق من النتائج ومعاينتها بيانيا وعددياً.
- 3- توليد تقارير هندسية حول المسألة الحالية.
- 4- أداة الاستفسار (QUERY) حول العديد من المواصفات والنتائج .

وسوف نظهر بعض إمكانيات التحليل ومعاينة النتائج لهذا البرنامج:

- الأمر plate stress contour : الهدف منه إظهار تغير حقل الإجهاد في العناصر المحدودة الصفائحية حيث يظهر المثال التالي منشأة فراغية تتضمن عناصر هيكلية لنمذجة الأعمدة والجيزان وعناصر محدودة رباعية لنمذجة أرضية وجدار قص ،

حيث يعبر تدرج الألوان معيار معبر عن تدرج قيم الإجهاد في هذا المنشأة



- الأمر Query : حيث نستطيع من خلال هذه القائمة عرض نتائج التحليل والتصميم لعناصر إنشائية محددة مثال على ذلك هو عرض هذا الأمر انتقالات المقاطع على طول العنصر وفق المحاور z-x-y بالإضافة إلى المعلومات الهندسية الأساسية



- البرنامج **STAAD-INTDES**: يتضمن برنامج **STAAD** برنامجاً جزئياً خاصاً بالتصميم يشمل على مجموعة من الأدوات لتصميم الجدران الاستنادية، وقواعد البلاطات. يقدم البرنامج إمكانية تخصيص واجهة العرض لكل تصميم بهدف تقليل معطيات الدخل اللازمة وزيادة الوضوح في التصاميم حيث يظهر الشكل الواجهة الرئيسية لبرنامج **STAAD-INTDES**

ويشكل الذي يليه شاشة الدخل الأولى لتصميم جدار استنادي مع القيم الافتراضية للبرنامج

STAAD-INTDES VER 22.0W

File Footing Retaining Wall Slab Print Calculator Code

Retaining Wall Design (Geometric Parameters)

Elev. Top of Retaining Wall	12.0000 ft.
Elev. of Soil, Retained Side	12.0000 ft.
Elev. of Soil, Open Side	4.0000 ft.
Water Table, Retained Side	11.0000 ft.
Water Table, Open Side	.0000 ft.
Wall Thickness at Base	2.0000 ft.
Wall Thickness at Top	1.0000 ft.
Slab Thickness	2.0000 ft.
Minimum Dimension of Heel	7.0000 ft.
Fixed Dimension of Toe	3.0000 ft.

Diagram labels: Surcharge, Top of Retaining Wall, Soil retained side, Water table, Soil on other side, Water table, Heel, Toe.

Buttons: CALCULATOR, NEXT >>, HELP, ACCEPT, CANCEL

الإجراءات المتخذة من أجل نمذجة منشأة: *
نختار من مكتبة البرنامج نموذج ثم نقوم بتعديله حسب الطلب:

STAAD.Pro (Version 22.0 32-Bit)

Tools Geometry Property Constant Support Memb Spec Load Analysis Design

Group

Library

Add

Break All...

Copy...

Member

Element

DXF In...

Super Mesh...

User File...

Beam...

Bay...

Grid...

Pratt...

Howe Bridge...

* التعديل يتضمن الأبعاد وفق المحاور الثلاثة و عدد المراحل وفق كل محور وطول كل مرحلة

Create Bay - General Setup

Create General Setup:

Total Length	Number of Bays
X: 20	1
Y: 20	1
Z: 40	2

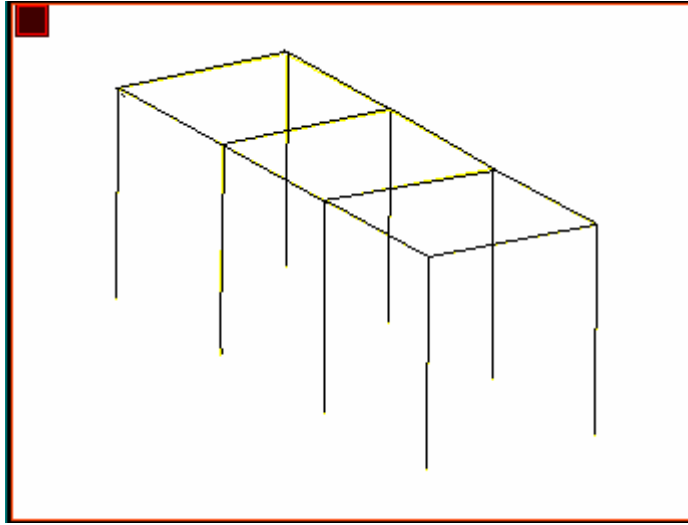
Buttons: Accept, Cancel

Create Bay - Define Cumulative

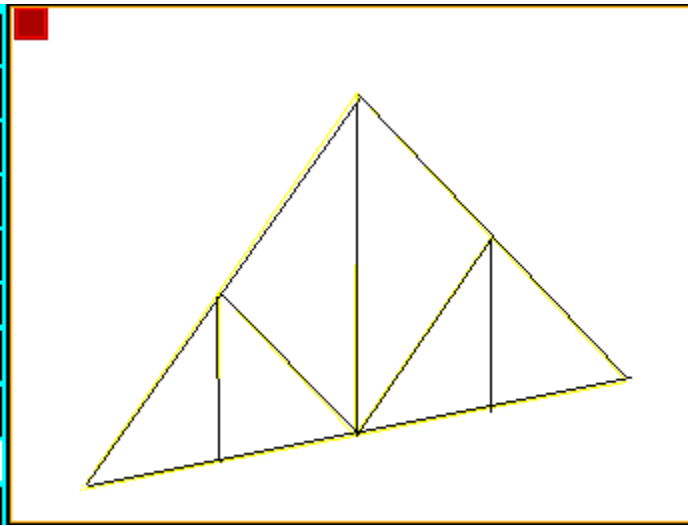
Based at 0, Enter Library Data Below:

1.	20.	11.
2.	40.	12.
3.	60.	13.
4.		14.
5.		15.

* بعد إجراء هذه العمليات نحصل على الشكل التالي:



* نقوم بخلق نموذج جديد ونجري عليه نفس العمليات السابق من تعديل الأبعاد وعدد المراحل:



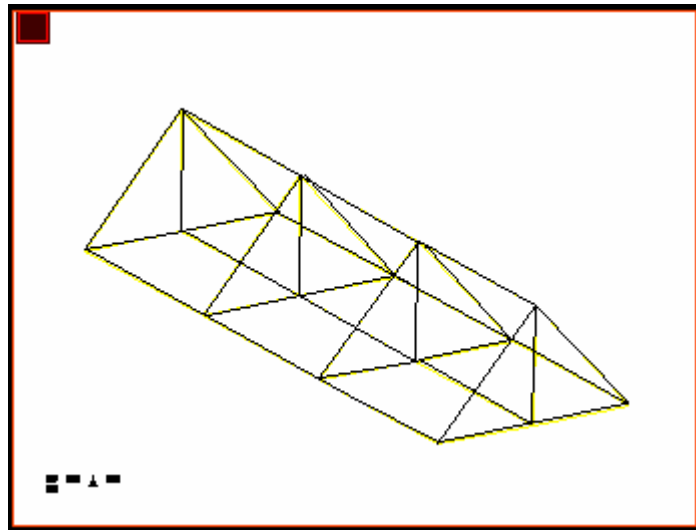
Create Truss General Setup

Create General Setup:

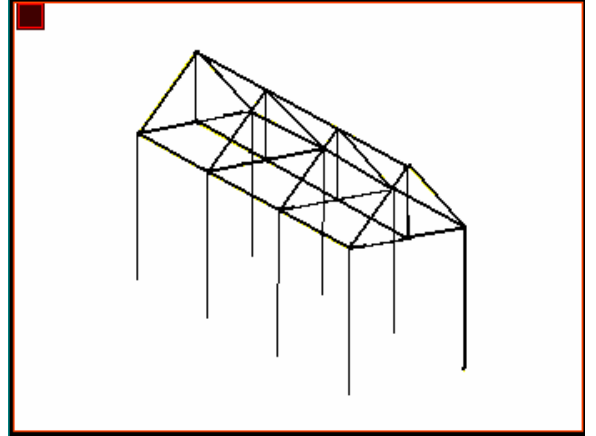
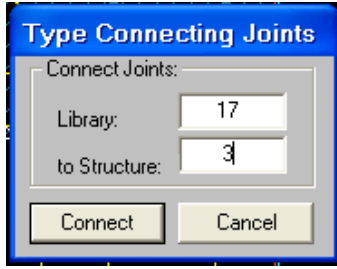
Total Height Y:	<input type="text" value="10"/>
Total Length	<input type="text" value="20"/>
Number of Bays	<input type="text" value="1"/>
X:	<input type="text" value="60"/>
Z:	<input type="text" value="3"/>

Accept Cancel

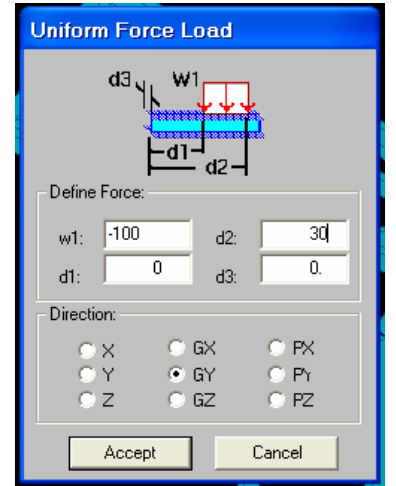
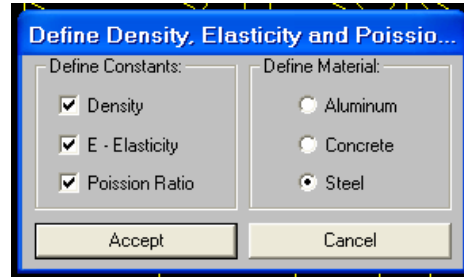
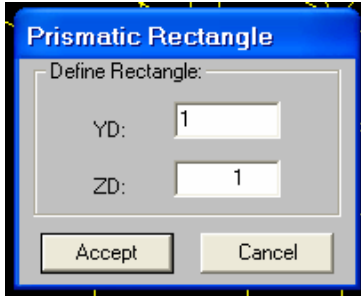
* عندها نحصل على الشكل الموضح:



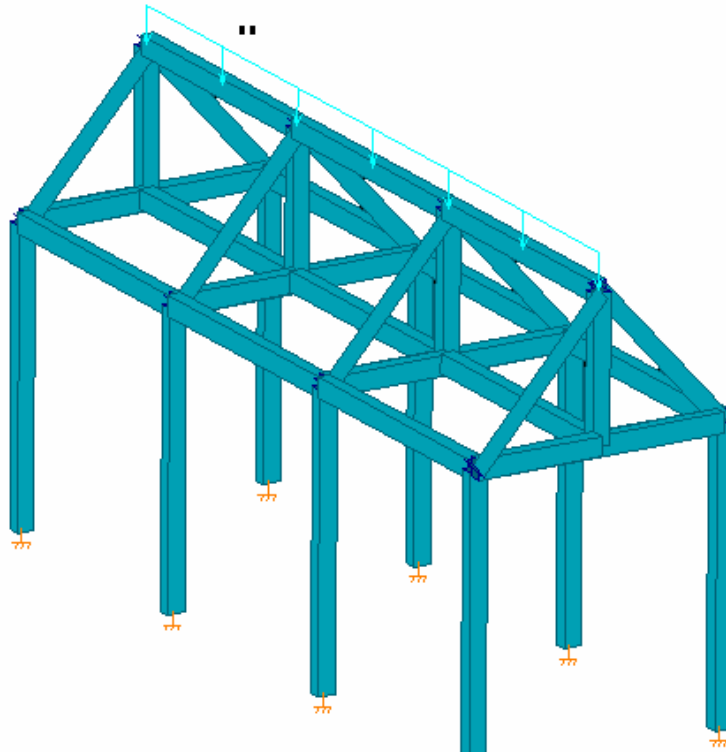
* نقوم بعد هذا بوصل المنشائين وفق طريقة العقد فنحصل على الشكل النهائي:



* هذه المرحلة من اجل بالترتيب من اليسار إلى اليمين : تعريف شكل المقطع (مستطيل) لجوائز المنشاء – تعريف ثوابت المادة (فولاذ) – تعريف القوة المطبقة وهي قوة موزعة تساوي 100 كغ/مم .

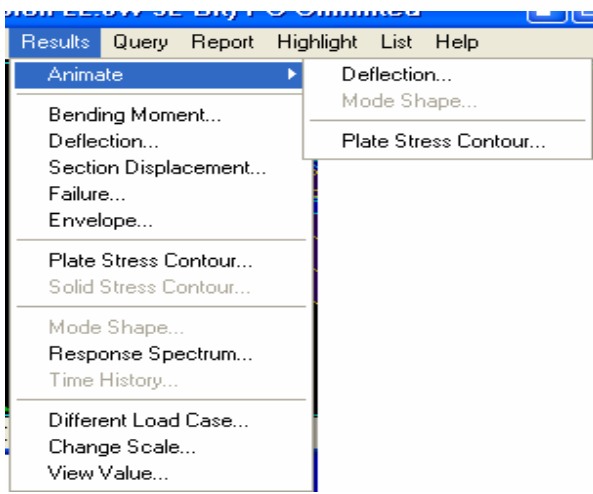
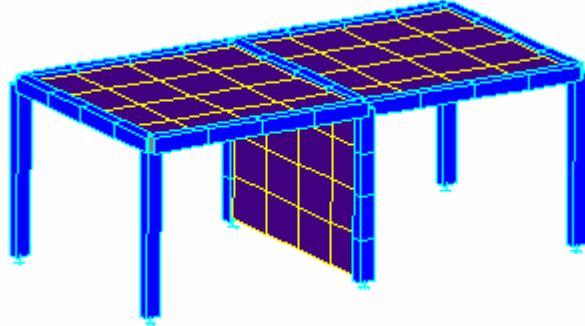


عندها نحصل على الشكل النهائي للمنشاء مع توضيح لنقاط الاستناد وهي في قاعدة المنشاء على شكل مساند موثوقة.



موجز عن النتائج التي يقدمها البرنامج (برنامج اظهار النتائج STAAD-POST):

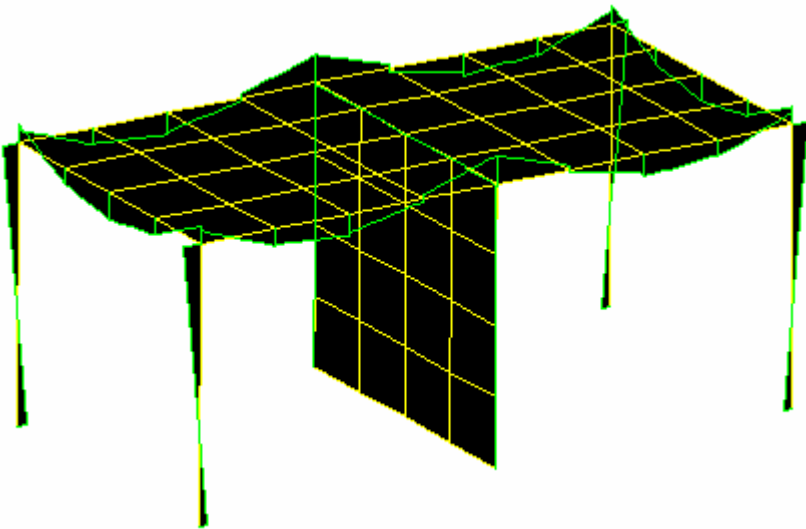
سوف نقوم بعرض النتائج التحليلية لهذا المنشاء:



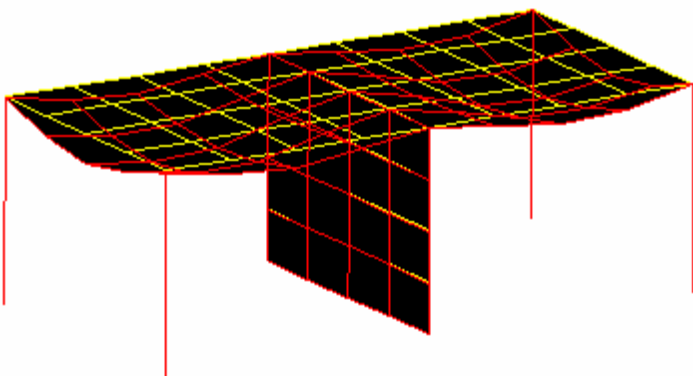
وهذه النتائج موضحة بالشكل التالي ومرتببة كما يلي:

- تحليل حيوي (Animate) ويتضمن:
 - الانحراف (Deflection) و
 - كونتور الإجهاد المستوي (plate stress contour)
 - عزم الانعطاف (bending moment).
- الانحراف (Deflection)
- انتقال المقاطع (section displacement)
- المناطق التي من الممكن أن تنهار (failure).
- كونتور الإجهاد المستوي (plate stress contour).

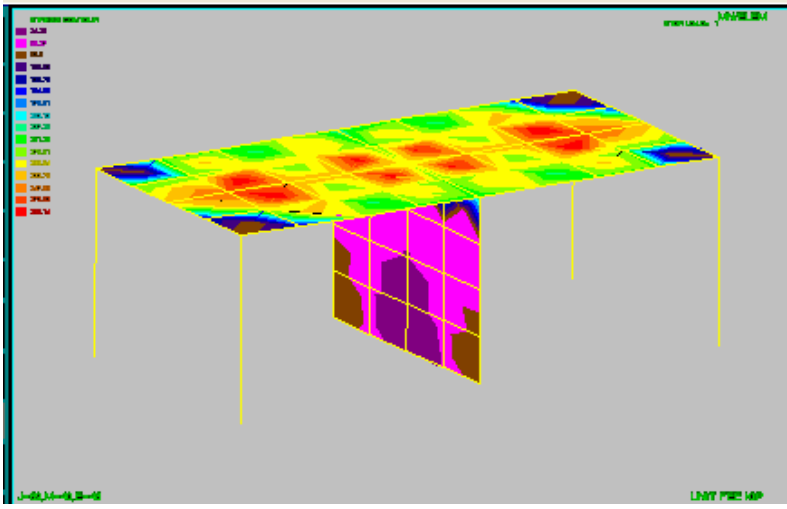
وسنستعرض بعض هذه النتائج:



● مخطط عزم الانعطاف
bending moment

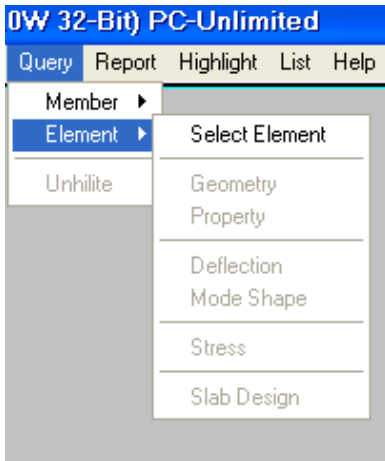


● انتقال المقاطع
(section displacement)



● كونتور الإجهاد المستوي
(plate stress contoure).

يعطي مخطط توزيع الإجهاد المستوي



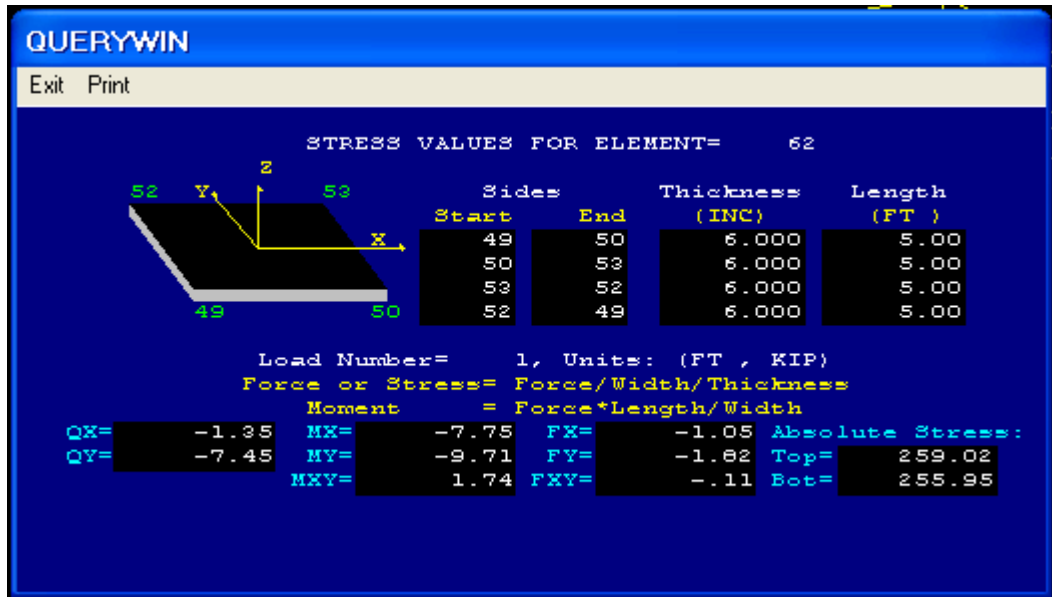
● القائمة query

تستخدم هذه القائمة من إظهار قيم تفصيلية لقيم القوى والاجهادات والعزوم الخاصة بكل عنصر وعنصر محدود .

بعد النقر على select element يقوم المستخدم باختيار العنصر المحدود ثم يختار نوع العملية

مثال : العملية المختارة هي إيجاد قيم الإجهاد للعنصر المحدود ذو العقد رقم 49-52-53-50 والبرمترات هي :

- أبعاد العنصر - قوى القص Q_x, Q_y - العزوم M_x, M_y, M_{xy} -
- الاجهادات الأساسية F_x, F_y, F_{xy}

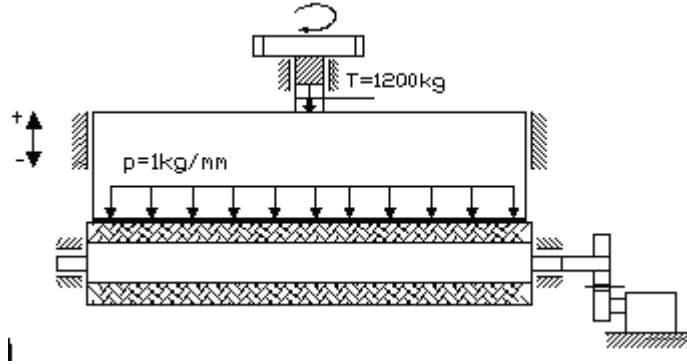


مثال عملي (من أرض الواقع) تم الاستفادة من برنامج STAAD في حله:

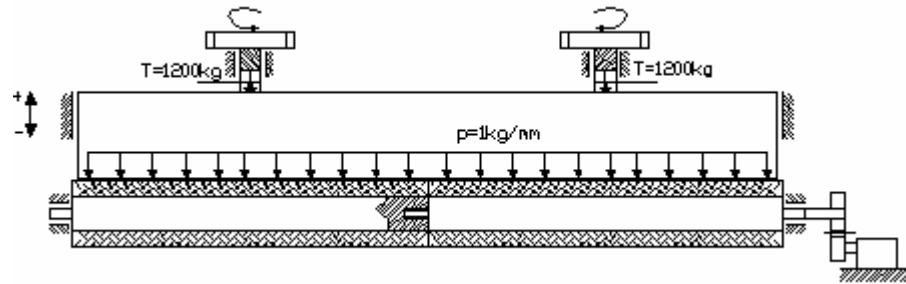
تم عرض المسألة التالية :

آلة لكي القماش ذات عرض 120 سم مكونة من الأقسام التالية

- 1- القماش المراد كيه .
- 2- المحور المركزي الدوار $D=100\text{mm}$.
- 3- قرص الإدارة .
- 4- محور قوة .
- 5- صفيحة توزيع القوة .
- 6- قماش مغلف للمحور المركزي .
- 7- محرك كهربائي.



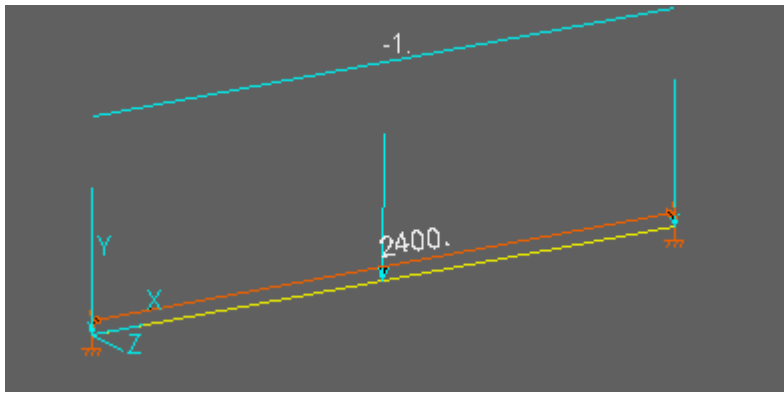
محور القوة يعطي قوة مركزة $P=1200\text{kg}$ تنتوزع على المحور المركزي بفضل صفيحة توزيع القوة . حيث يتم وضع القماش المراد كيه بين القماش المغلف للمحور المركزي والصفيحة (5) ثم يتم إدارة المحرك (7) وذلك بعد ضغط القماش باستخدام القرص (3) ومحور القدرة (4) وذلك حتى 1200 كغ مع وجود حرارة كي تنتجها السخانات الموجودة في الصفيحة (5).
المطلوب هو وصل آلي كي للحصول آلة كي ذات عرض 2400 مم كما في الشكل التالي :
ملاحظة : نقطة الوصل عبارة عن تداخل مركزي (لضمان مركزية الوصل) + لحام في نقطة الوصل على محيط دائرة الوصل



لذلك كان السؤال المطروح من قبل الزبون :

هل توجد أي خطورة على المنظومة الجديدة ؟

بعد الدراسة والتدقيق نلاحظ أن المحور المركزي الدوار هو أكثر الأجزاء خطورة في المنظومة الجديدة لذلك سوف نقوم بتحليل هذا المحور وتمثيله على برنامج staad لمعرفة خطورة هذه الحمولة عليه وتحليل النتائج وهذه هي الخطوات :



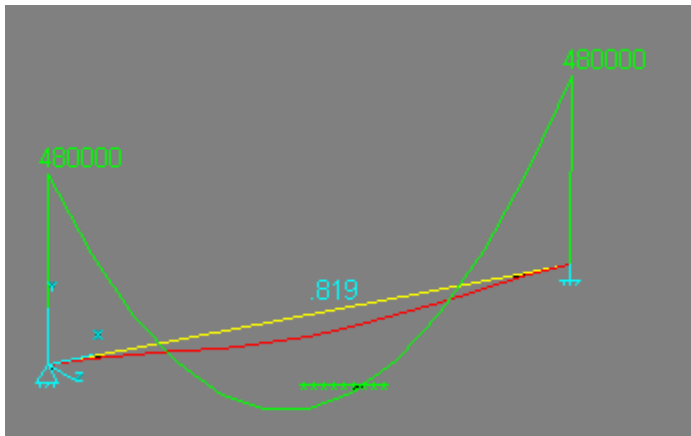
1- رسم المنشاء ونمذجته على برنامج
 .STAAD-PRO
 مع اخذ معطيات المسألة المذكورة سابقا بعين
 الاعتبار ,
 نوع التحليل P-DELTA ANALYSIS

```

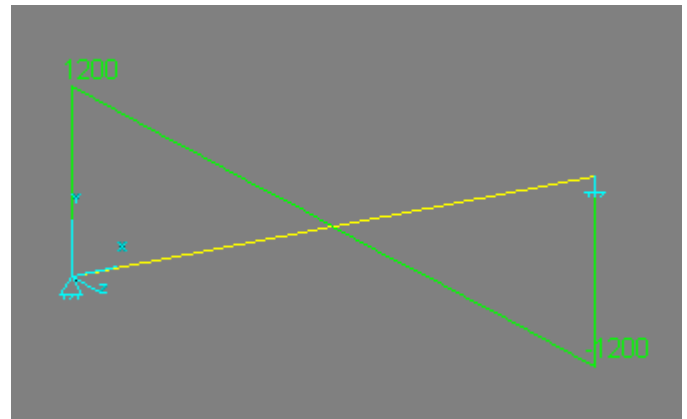
STAAD EDIT - LINE.std
File Edit Search
STAAD SPACE
UNIT MMS KG
JOINT COORDINATES
  1      .000      .000      .000
  2    2400.000      .000      .000
MEMBER INCIDENCES
  1      1      2
MEMBER PROPERTY CANADIAN
1 PRI YD 100.
CONSTANT
E STEEL ALL
DENSITY STEEL ALL
POISSON STEEL ALL
SUPPORT
1 2 FIXED
LOAD 1 LOAD1
MEMBER LOAD
1 UNI Y -1. 0. 2400.
PDELTA 1 ANALYSIS PRINT ALL
PARAMETER
CODE AISC
SELECT ALL
DRAW LOAD 1
FINISH
  
```

والشكل التالي هو ملف الدخل للمنشاء
 المدروس والذي يظهر مواصفات هذا
 المنشاء.

2- تنفيذ البرنامج Staad-III للبدء بتحليل المنشاء
 3- الانتقال إلى البرنامج Staad-post من اجل عرض نتائج التحليل .

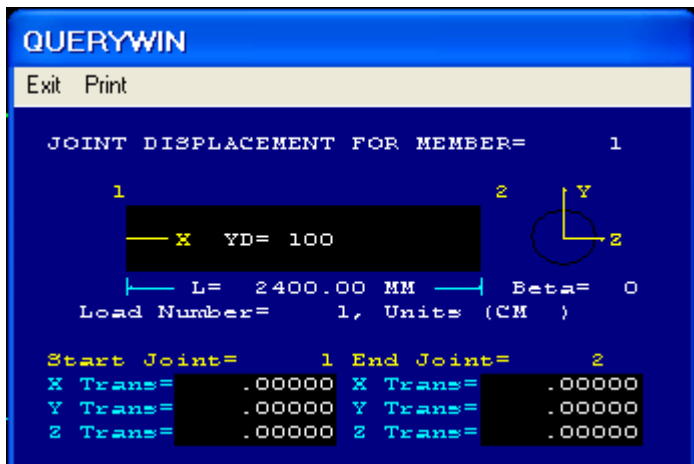
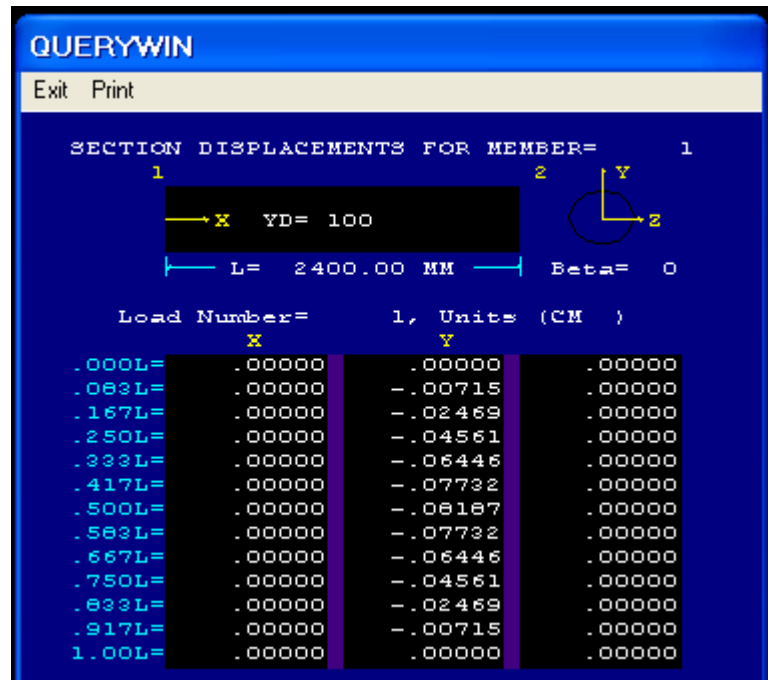
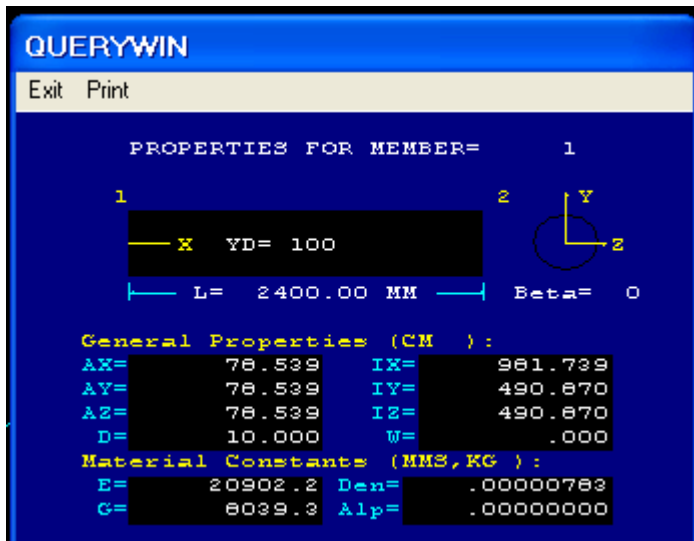


مخطط عزم الانعطاف Mz ومخطط الانتقال Y



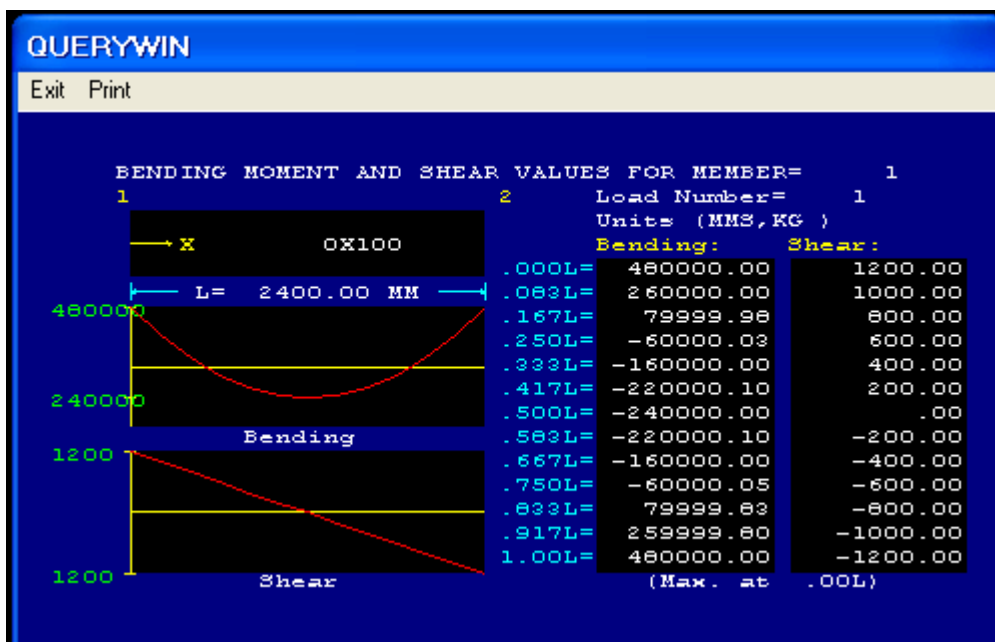
مخطط قوة القص Fy

ومناجل استعراض القيم بشكل تفصيلي ننقر على زر Query



الجدول الموضحة هي :

- مواصفات العنصر المدروس Properties for member
- الانتقالات لنقاط المقطع (Section displacements)
- الانتقالات في العقد (Joint displacement)
- قيم عزم الانعطاف وقوة القص (bending moment) (and shear values



مناقشة القيم والنتائج :

نلاحظ نتيجة لتطبيق القوة الموزعة على المحور حدوث انحناء (تقوس) لهذا المحور يؤدي حدوث انزياح في نقاط المقطع المدروس عن المحور OX بقيم متدرجة تكون أكبرها على المنشاء في الوسط بقيمة 0.00819م أي 8 ميكرون وهي قيمة صغيرة ولا تذكر بالنسبة لمرونة الفولاذ بالإضافة لمرونة ومطواعة خط اللحام

Failure Diagram

Modify View:
 Current Only All Nine

Failure Range:
X1 = 1.0000 X2 = 1.2000
 View Value

NOTE:
Ratio < X1 => Green (Safe)
X1 < Ratio < X2 => Yellow (Moderate Failure)
Ratio > X2 => Red (Extreme Failure)

Accept Cancel

ملاحظة : يمتلك البرنامج الأمر Failure diagram فعند النقر عليه يقوم بإظهار المنشاء بالألوان التالية وفق عامل الأمان المقترح :

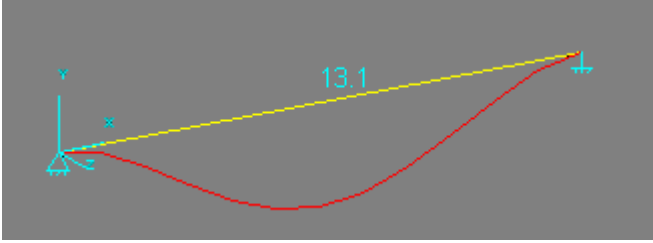
اللون اخضر أي المنشاء أمين
اللون احمر أي المنشاء غير أمين
اللون اصفر أي المنشاء ذو وضع حرج

ونتيجة لتطبيق هذا المر على منشئنا تبين انه ذو لون اخضر

ملاحظة تم السؤال من قبل الزبون عن وجود أي خطورة على المنشاء إذا كان قطر المحور المركزي هو D=50 MM

عند إعادة الدراسة على المنشاء الجديد لاحظنا:

نتيجة لتطبيق القوة الموزعة على المحور حدوث انحناء (تقوس) لهذا المحور يؤدي حدوث انزياح في نقاط المقطع المدروس عن المحور OX بقيم متدرجة تكون أكبرها على المنشاء في الوسط بقيمة 13.1 مم وهي قيمة صغيرة بالنسبة لمرونة الفولاذ لطول 2400مم ولكنها ذات قيمة خطرة بالنسبة لخط اللحام .



المهندس : محمد فارس عمر

سوريا - حلب 2005/3/8

021-4449737