دور الحاسب في التحليل الإنشائي و دراسة توازن المنشآت

12-1- مقدمة

تطورت في السنوات الأخيرة الحواسب ومكوناتها وملحقاتها تطوراً سريعاً. ونتيجة لذلك، إزداد الترابط بين علوم الهندسة الإنشائية والحاسب ليفسح أمامها الآفاق الواسعة ويذلل لها الصعوبات. فتطورت أساليبها العلمية والحسابية والعملية وانتقلت إلى مراحل أكثر تطوراً تختصر الوقت وتعطي حلولاً تمتاز بالدقة والتعدد.

وقد تبع ذلك ظهور برامج التحليل والتصميم الإنشائي باستخدام الكمبيوتر التي تعتبر ثورة في تطوير طرق دراسة وحساب الإنشاءات. إلا أن هذا التطور لم ولن يلغي دراسة ميكانيك الجسم الصلب ومقاومة المواد والإنشاءات التي تبقى ضرورية، للطلاب والمهندسين والمصممين والباحثين، لتكوين القاعدة الأساسية العلمية في التحليل والتصميم الإنشائي وللتعامل مع هذه البرامج الجاهزة.

12-2- برنامج التحليل والتصميم الإنشائي

يوجد عدد من البرامج المعروفة والهامة والمشهورة جداً في تحليل وتصميم المنشآت الخرسانية المسلحة بجميع أنواعها، والمنشآت المعدنية بالإضافة إلى المواد الإنشائية الأخرى. وقد أصبحت هذه البرامج متوفرة في كل المكاتب الهندسية وتتكرر غالباً أسماؤها في العروض. ومن بين هذه البرامج : **Safe , Etabs , Sap , Robot , Prokon , Revit** . وهذه البرامج بالنسبة لطالب الهندسة الذي ما زال لم يكمل دراسة مقرر ميكانيك الجسم الصلب والمقررات التخصصية الأخرى وخاصة الإنشاءات والخرسانة والمعدنية، تبدو بالنسبة له في هذه المرحلة معقدة جداً ومليئة بالتفاصيل والمتغيرات، وهي كذلك بالنسبة للمهندسين المبتدئين، حيث أن شرح أدوات مثل هذه البرامج يتطلب عدة محاضرات خاصة به.

ويمكن الإطلاع على هذه البرامج بزيارة المواقع الالكترونية التالية:

http://www.prokon.com

http://www.arab-eng.org

http://www.almohandes.org

http://www.csiberkley.com

وتتنافس حالياً الشركات المتخصصة في إنتاج مثل هذه البرامج على تطوير الرسومات الخاصة ببرامجها لتسهيل تمثيل المنشآت ومعاينة النتائج وفتح المجال لربط هذه البرامج بالبرامج الرسومية المشهورة الأخرى.

12-3- البرامج التعليمية البسيطة

توجد عديد من برامج الكمبيوتر التعليمية في شتى مجالات الهندسة وهي بسيطة الاستخدام ومنها عدة برامج لتحليل الجوائز البسيطة والمستمرة بجميع أنواعها، حيث تقوم بحساب ورسم مخططات قوى القص وعزوم الإنحناء والإجهادات والتشوهات. كما توجد برامج لتحليل الجوائز الشبكية وحساب القوى المحورية في جميع عناصرها.

من ميزات استخدام برامج الكمبيوتر لتحليل الجوائز هي إختصار الوقت وسرعة التحليل ودقة النتائج والرسومات وذلك مقارنة بالحلول اليدوية وخاصة إذا كان الجائز غير مقرر ستاتيكياً. ويمكن للطالب الإستعانة بهذه البرامج لمقارنة الحل اليدوي مع النتائج المعطاة بإحدى هذه البرامج ومنها **BeamPro , MicroBeam , JWD Beam (Syria)** . ويمكن الإطلاع وتحميل نسخ تجريبية من هذه البرامج (Demo Version) بزيارة المواقع الالكترونية المبينة سابقاً أو المواقع الالكترونية التالية :

http://www.beams.com

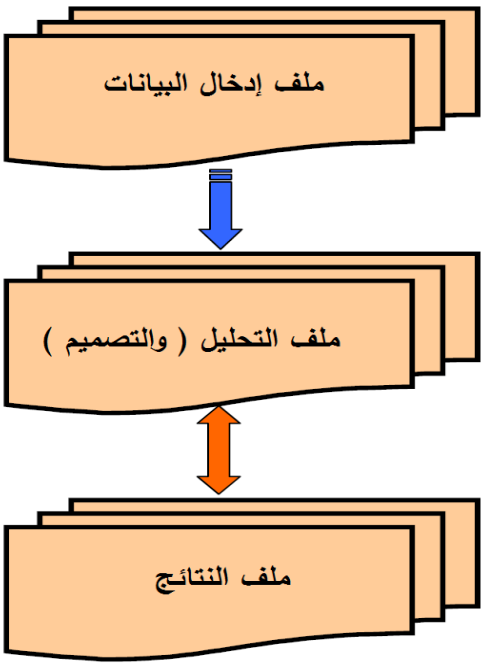
http://www.alhandasa.com

http://www.edu.arabsgate.com

http://www. jwdstructure.com (برنامج سوري)

12-4- الملفات الرئيسة للبرنامج الإنشائي

يتكون كل برنامج من ثلاثة ملفات رئيسه، كما هو مبين في الشكل التالي:



ويبقى مستخدم البرنامج مسؤولاً عن نتائج البرنامج، مهما كانت إمكانيات وشهرة البرنامج، لأن المستخدم هو المعني بإدخال البيانات التي تخص المنشأة إلى البرنامج.

12-4-1. ملف إدخال البيانات:

إن البيانات المطلوبة من مستخدم البرنامج هي عبارة عن قراءة للتمثيل الهندسي للمنشأة، وتشمل مايلي:

- تحديد عنوان للمنشأ المراد تحليلها.
- تحديد وحدات الأبعاد والقوى والأحمال.
- تحديد وتعريف عدد عقد (**Nodes**) الجائز وإدخال إحداثياتها.
- تحديد خواص المقطع من ناحية المادة والشكل والأبعاد.
- تحديد أنواع المساند وأماكنها.
- تعيين أنواع الحمولات وقيمة ومكان كل منها.

وفي أغلب البرامج مثل **BeamPro** مثلاً حالما يتم إدخال إحدى هذه البيانات تظهر مرسومة على شاشة الكمبيوتر تلقائياً. وبالتالي عند الانتهاء من إدخال جميع البيانات يظهر التمثيل الهندسي للجائز مرسوماً على شاشة الكمبيوتر.

إن أغلب برامج تحليل الجوائز تستخدم طريقة مشهورة جداً في تحليل وتصميم الإنشاءات تسمى طريقة العناصر المحدودة (**Finite Element Method**). وتتطلب هذه الطريقة تجزئة الجائز إلى أجزاء أو عناصر محدودة. وكل عنصر يتحدد بعقدتين عند طرفيه. إن هذه العملية مهمة جداً إذا تمكن مصمم البرنامج، ثم البرنامج، من حساب الدالات أو التعبيرات الجبرية لقوى القص **V(x)** وعزوم الإنعطاف **M(x)** والإجهادات $\boldsymbol{\sigma(x)}$ والتشوهات $\boldsymbol{\varepsilon(x)}$ لكل عنصر محدد من الجائز. وهكذا يمكن للبرنامج رسمها وحساب قيمتها في كل مقطع من الجائز.

12-4-2. ملف التحليل:

بعد الإنتهاء من إدخال جميع البيانات للمنشأة المراد حلها، والتحقق من صحتها من خلال مراجعتها ومتابعة رسم تمثيلها الهندسي على شاشة الكمبيوتر، يأتي الوقت لإعطاء الأمر للبرنامج للبدء في عملية التحليل. وسيقوم البرنامج خلال عملية التحليل بتسجيل الملاحظات والنتائج إلى ملف الإخراج المعد للمتابعة والطباعة.

12-4-3. ملف النتائج:

تعطى نتائج التحليل في ملف الإخراج الخاص بالمنشأة، ويشمل جميع البيانات التي وقع إدخالها مبينة ومرتبة، بالإضافة إلى تمثيل قوى القص وعزوم الانعطاف والإجهادات والتشوهات، مع بيان قيمتها الصغرى والعظمى في الإحداثيات الرئيسة، وكذلك قيم مركبات ردود الأفعال. ويمكن لمستخدم البرنامج أن يطّلع على النتائج بالتنقل بين أرقام العقد والعناصر. كما يمكنه قراءة قيم القوى الداخلية وغيرها في أي مقطع من الجائز بمجرد الإشارة إليه بسهم الفأرة أو إدخال إحداثياته. كما تمكن بعض البرامج من القيام بتكبير أجزاء معينة من الرسومات.

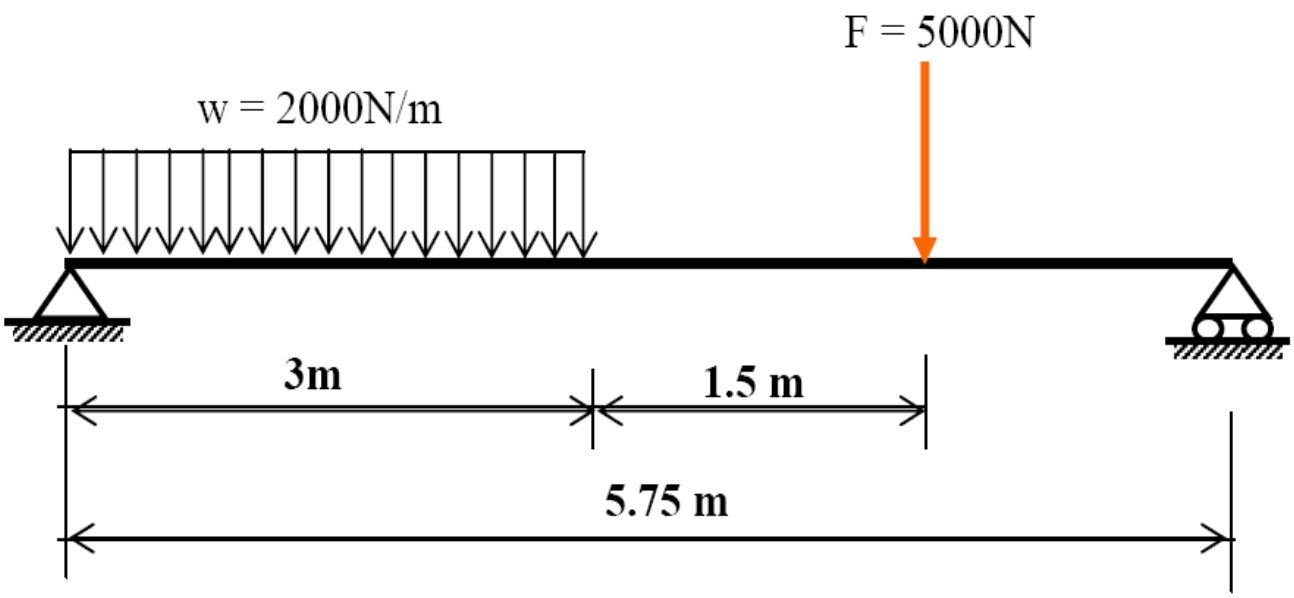
ملاحظة:

قد تختلف اصطلاحات الإشارات والإتجاهات الموجبة للقوى والعزوم من برنامج إلى آخر، وبالتالي فهي قد تتوافق أو تختلف مع ما تم إعطاؤه في هذا المقرر.

12-5- أمثلة محلولة

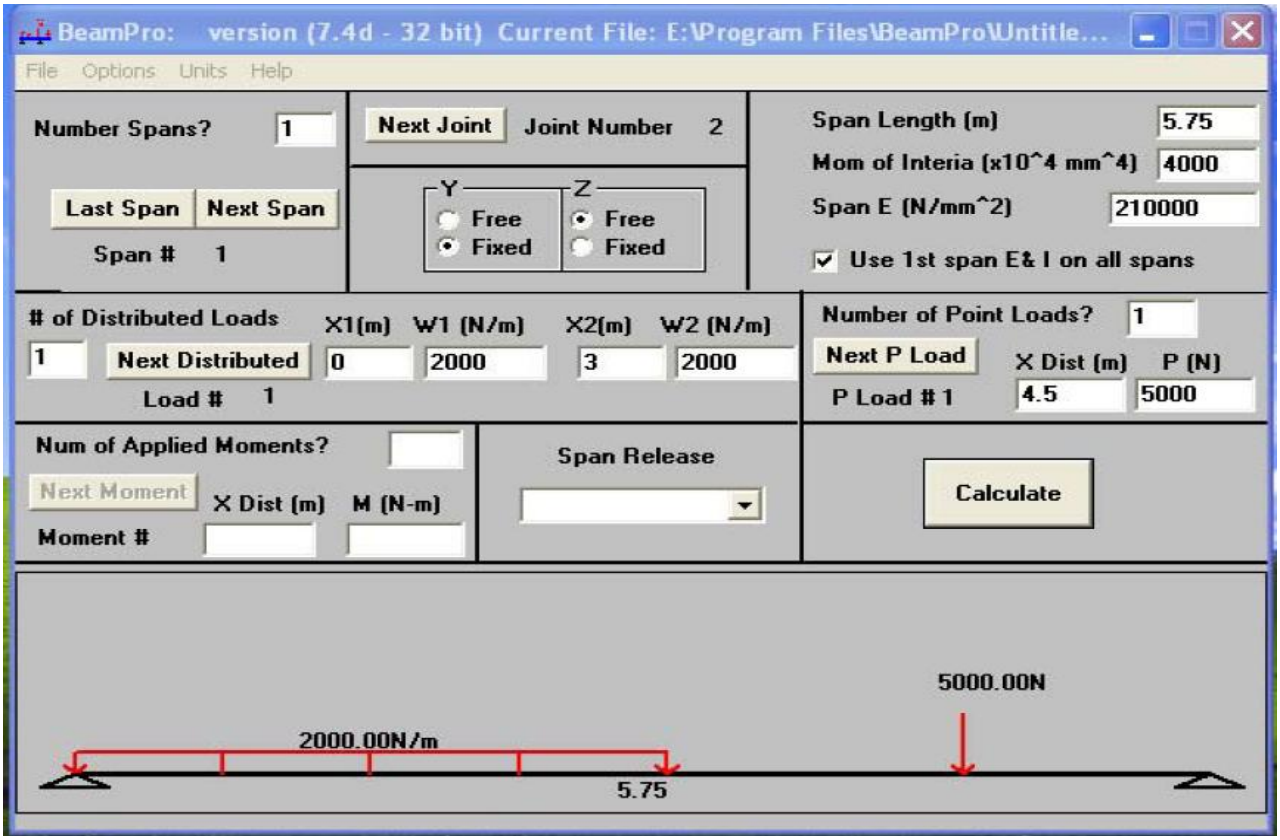
<u>مثال 1 :</u>

المطلوب تحليل الجائز الموضح بالشكل التالي باستخدام برنامج **BeamPro.**

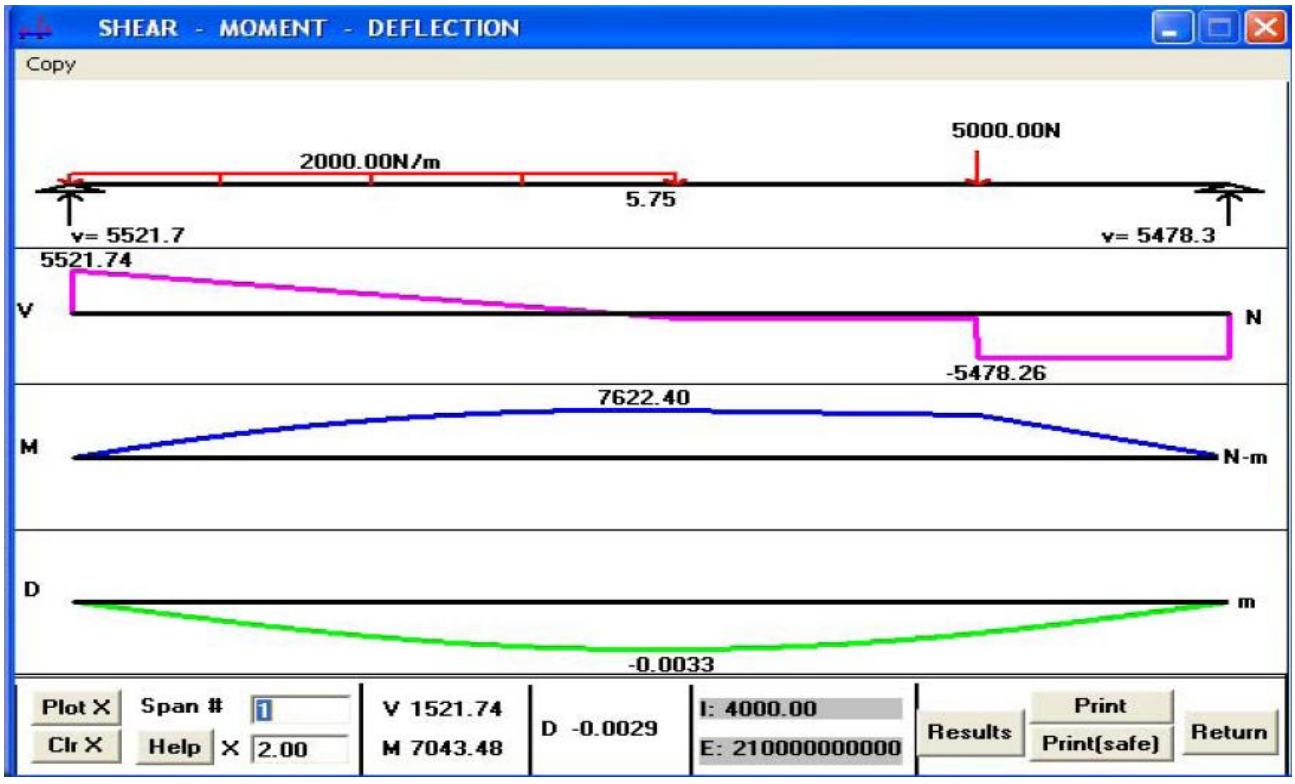


الحل:

يوضح الشكلين التاليين نتائج حل هذا المثال باستخدام برنامج **BeamPro.**



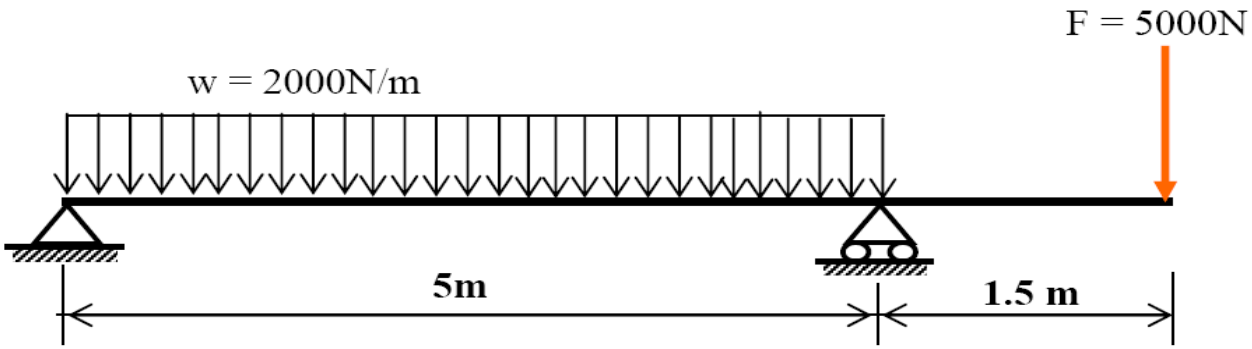
شكل "1" (بعد إدخال البيانات ، يظهر الجائز مرسوماً على شاشة الكمبيوتر)



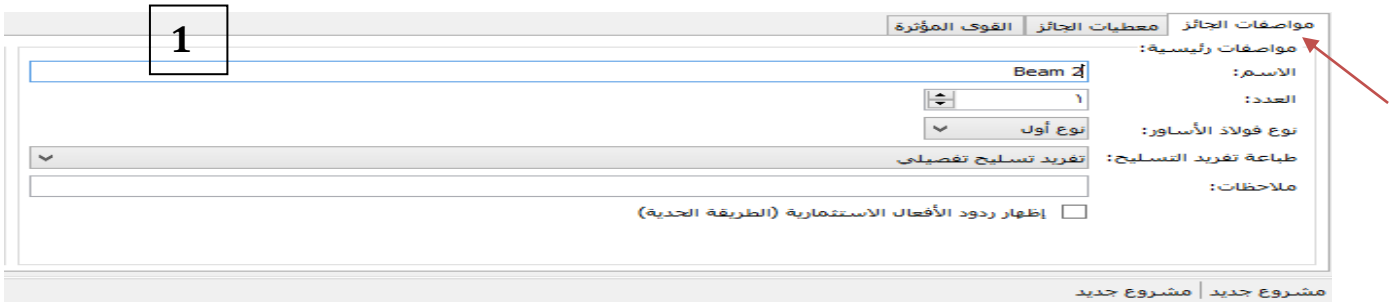
شكل "2" (مخططات قوى القص V ، عزم الانعطاف M والتشوه D للجائز السابق)

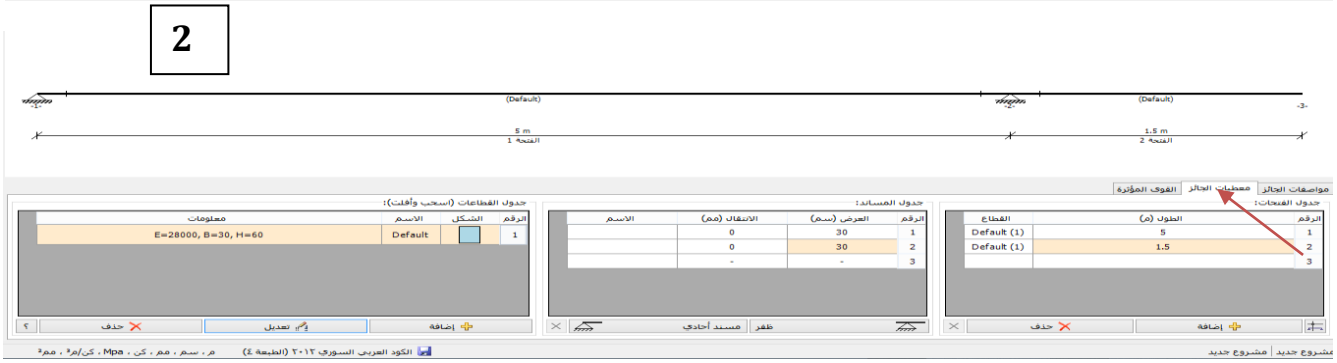
مثال 2 :

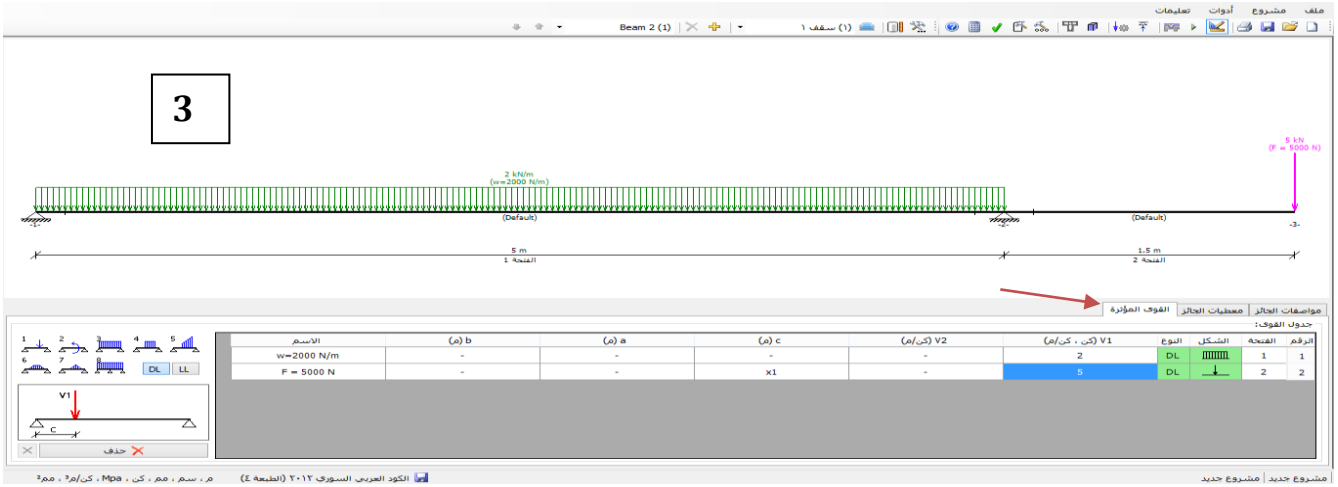
المطلوب تحليل الجائز الموضح بالشكل التالي باستخدام برنامج **JWD Beam.**



الحل مدرج بالأشكال التالية :

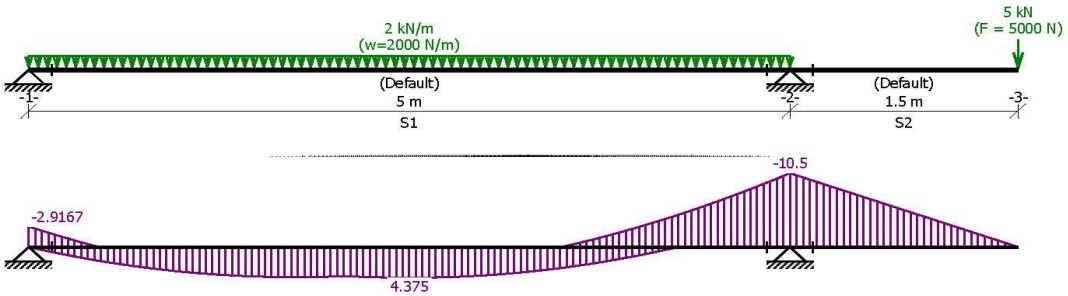




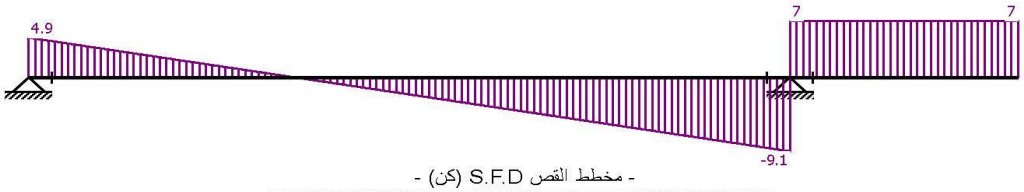


وفي هذا الشكل التالي توضيح للنتائج التي يعطينا إياها البرنامج :

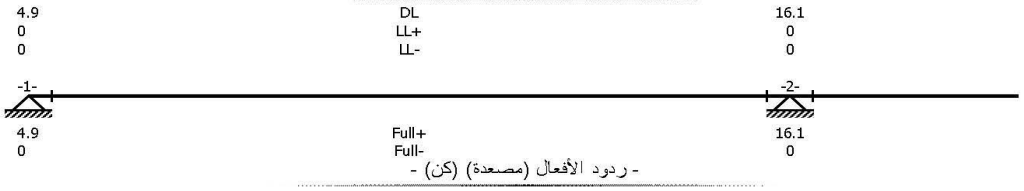
اسم الجائز : Beam 2 , العدد : 1 , واحدات القوى : كن , كن/م , كن.م , (Fy=400, Fey=240, F'c=18 Mpa)
حالة التحميل شطرنجي , الكود العربي السوري 2012 (الطبعة 4) , الحدية , U= 1.4 DL + 1.7 LL , تخفيض العزوم السالبة : 15%
تم حساب العزوم الاعتبارية



- مخطط العزم B.M.D (كن.م) -



- مخطط القص S.F.D (كن) -



- ردود الأفعال (مصعدة) (كن) -

- تشوه الجائز المرن (من الحمولات الاستثمارية) (مم) -