

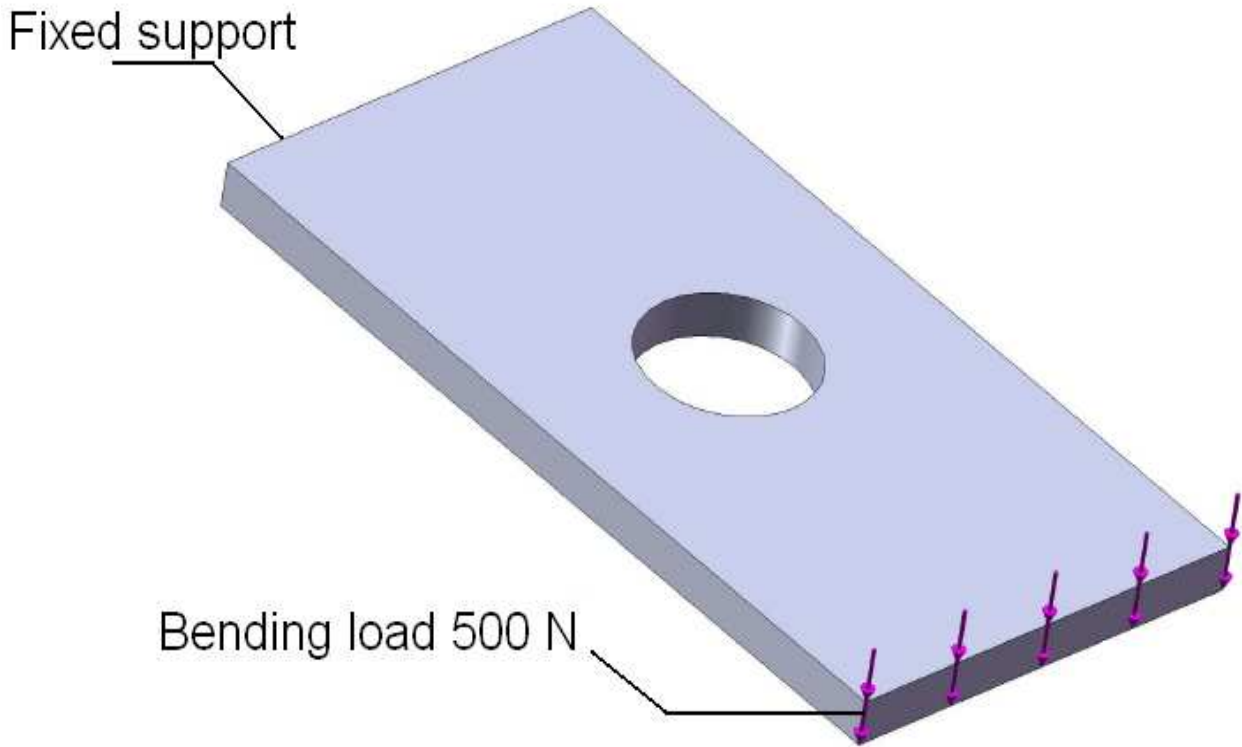
## الفصل الثالث عشر

# المثالية في تصميم صفيحة تحت حمل ثني Design Optimization of a Plate in Bending

يغطي هذا الفصل

- 1- التعرف على المثالية في التحليل الإنشائي
- 2- التعرف على دالة الهدف
- 3- التعرف على قيود التصميم
- 4- التعرف على متغيرات التصميم

في هذا الفصل سوف نتخذ نموذج بسيط للتمرين ، وهو كما ترى صفيحة مستطيلة ذو فتحة دائرية ، مثبتة تثبيت جاسئ ، وواقعة تحت تأثير حمل ثني 500 N .  
 نأمل أن نعرف إلي أي مدى يمكن لنا توفير بعض المادة الخام المستهلكة في تصنيع هذا الجزء ، وذلك عن طريق توسيع الفتحة التي في الصفيحة ، بسبب بعض اعتبارات التصميم يجب ألا يزيد قطر الفتحة عن 40 mm ، كذلك ومن خبرتنا السابقة في تحليل بعض الإنشاءات المشابهة ، يجب ألا يزيد أقصى إجهاد في أي مكان عن 500 MPa طبقاً لنظرية .... von Mises



وكما هو الحال في أي مسألة Optimization هناك ثلاثة أركان أو مصطلحات لا بد من صياغتها ، **الأول** هو دالة الهدف Goal أو Objective وأحياناً يطلق عليها دالة التكلفة Cost Function على أساس أن في أغلب الأحيان مثالية التصميم تكون في الوصول إلي أقل تكلفة ، **الثاني** هو متغيرات التصميم Design Variables ، و**الثالث** قيود التصميم Constraints وسوف نشرح هذه المصطلحات قبل الخوض في التمرين ...

### دالة الهدف

هي الهدف المنشود في عملية التصميم ، ربما يكون الهدف تقليل التكلفة ، وبالتالي تقليل الكتلة المستهلكة وبما أن الكثافة ثابتة أصبح الهدف تقليل الحجم أو كما في أعمال الصاج Sheet Metal تقليل التكلفة مع تقليل مساحة سطح المنتج ، وربما يكون الهدف زيادة المقاومة أو زيادة التردد الطبيعي الأول .

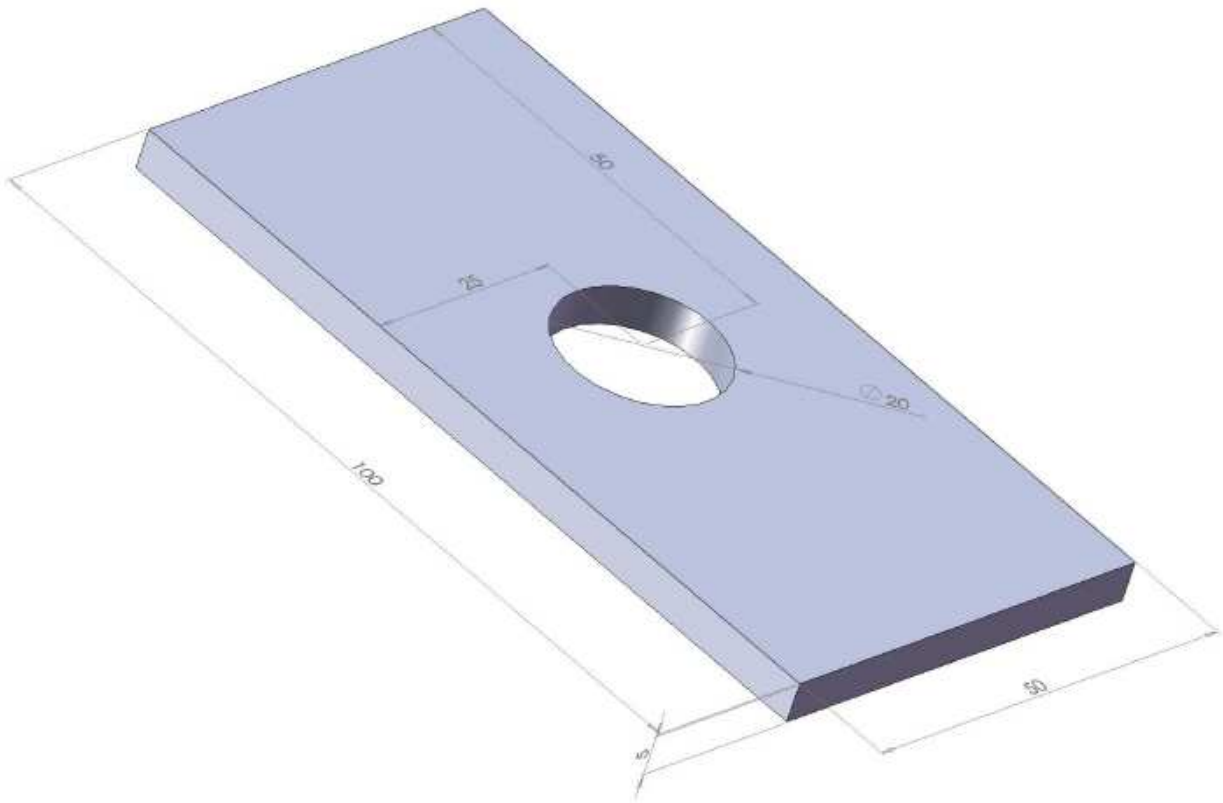
### متغيرات التصميم

إذا كنا عبرنا عن الهدف بدالة فإن متغيرات هذه الدالة هي متغيرات التصميم ، وفي هذا التمرين يوجد متغير للتصميم وحيد وهو قطر الفتحة ، لكن ليس هناك قيود علي عدد متغيرات التصميم ، لكن هذا العدد يتم تقليصه بحيث لا يكون هناك متغيرين معتمدين على بعض .

## القيود

هي حدود وقيود مفروضة على التصميم ، وهي في النهاية تكون دالة في متغيرات التصميم ، وهناك نوعين للقيود ، قيود مساواة وقيود مباينة فقيود المساواة تحتم عليّ أن شيئاً ما يساوي قيمة معينة مما ينتج عنه قيمة معينة للمتغير وبالتالي خرج من صفة التغير وهذا النوع من القيود يجب أن يقل عدده عن عدد متغيرات التصميم وإلا لم تعد المسألة مسألة فكل متغير له قيمة فما دورنا إذا ، والنوع الآخر قيود المباينة كما في هذا التمرين ، يشترط أن يكون شئ معين يزيد أو يقل عن قيمة معينة ، ففي هذا التمرين يوجد ثلاثة قيود اثنان للحد الأقصى والأدنى لقطر الفتحة ، والثالث يجب ألا يزيد أقصى إجهاد عن 500 MPa طبقاً لنظرية von Mises فيجب صياغة هذا القيد كدالة في المتغير الوحيد وهو قطر الفتحة ، وهذا ليس شاقاً ، فالإجهاد ناتج قسمة قوة على مساحة ، والمساحة دالة في قطر الفتحة .  
ربما يكون القيد هو قيمة معينة للإزاحة يجب ألا نتعداها ، أو التردد الطبيعي ، وأشياء في هذا الصدد .

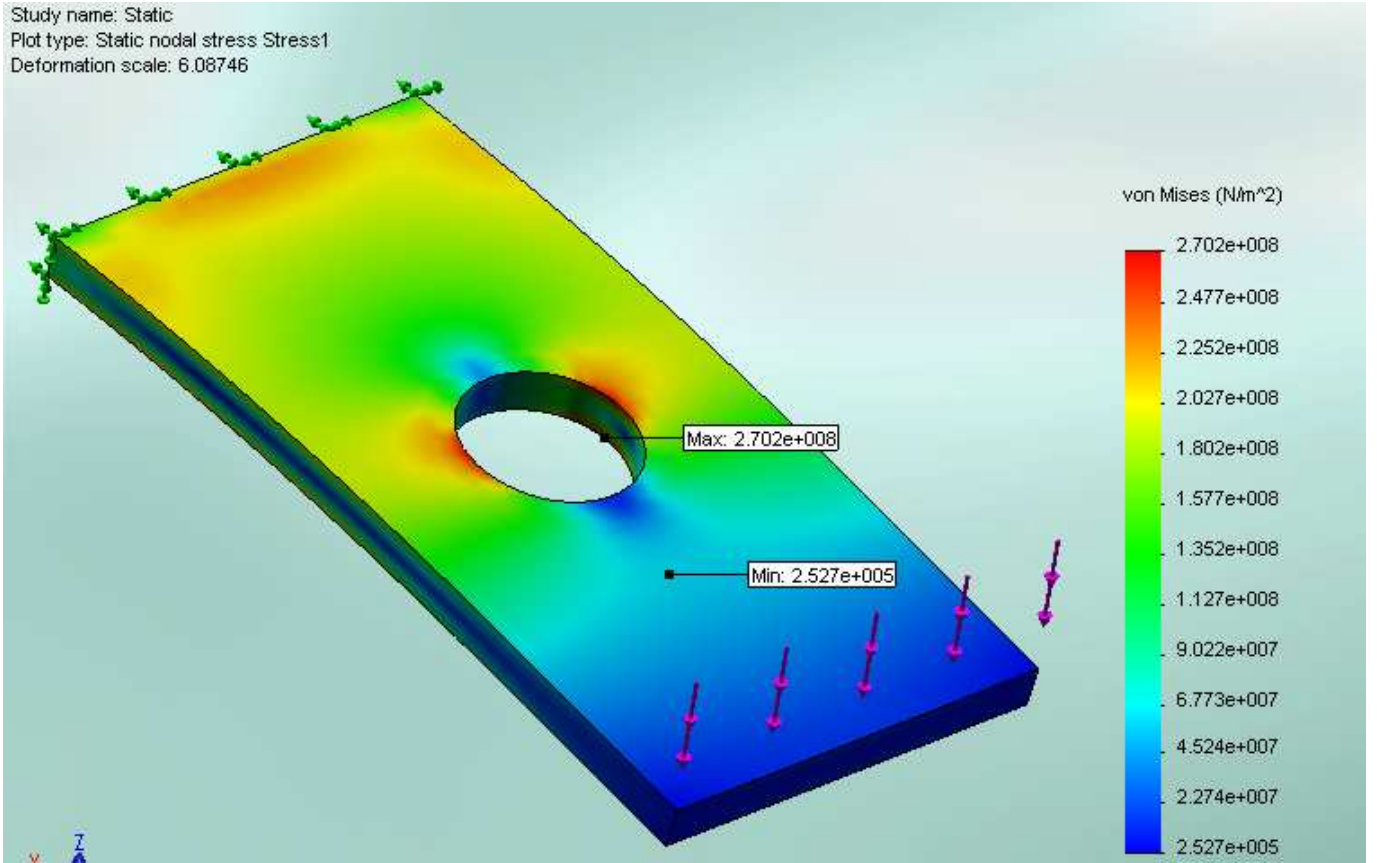
من فضلك حرر هذا الجزء بالأبعاد التالية الطول 100 mm والعرض 50 mm والسلك 5 mm وقطر الفتحة 20 mm و اجعل مادته Alloy Steel ...



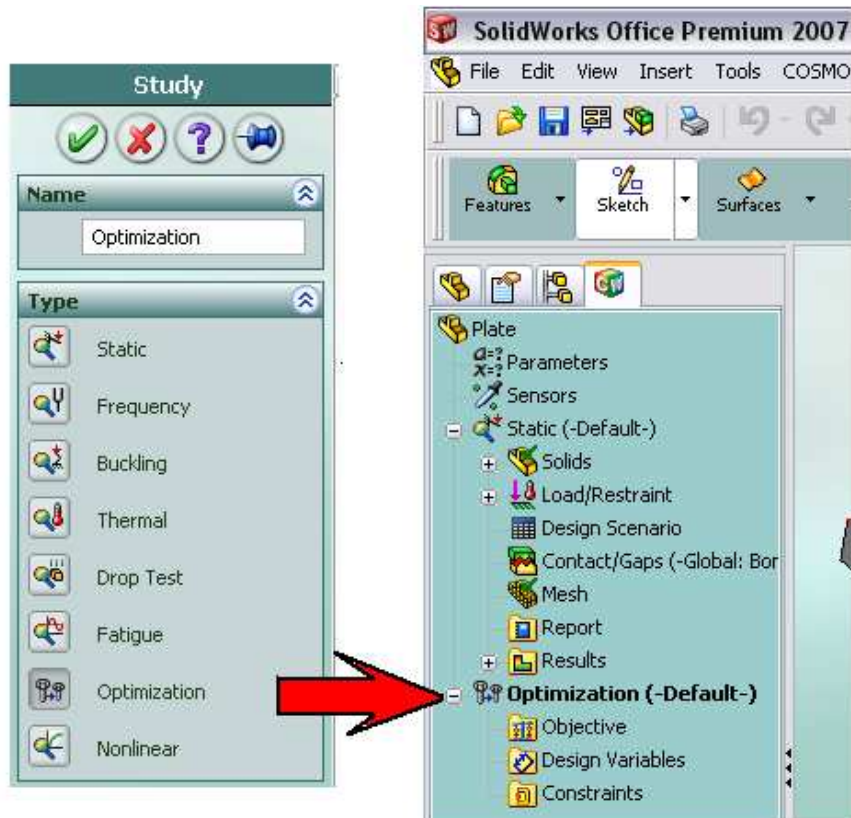
قبل أن نبدأ في مسألة الـ Optimization والتي سينتج عنها تغير في الأبعاد إلي الأبعاد المثلى ، سوف نجري دراسة إستاتيكية لتحديد الإجهادات في الجزء ، فعملية الـ Optimization عملية تابعة لعملية تحليل الإجهادات فذلك ضرورة ، وليست على سبيل التعليم .

بعد إجراء هذه الدراسة نجد كما في الشكل التالي الذي يوضح نتائج الإجهادات ، أن أقصى إجهاد 207.2 MPa وهو عند حافة الفتحة الدائرية ، وهو بذلك أقل من القيد القائل بأن أقصى إجهاد لا يزيد عن 500 MPa .

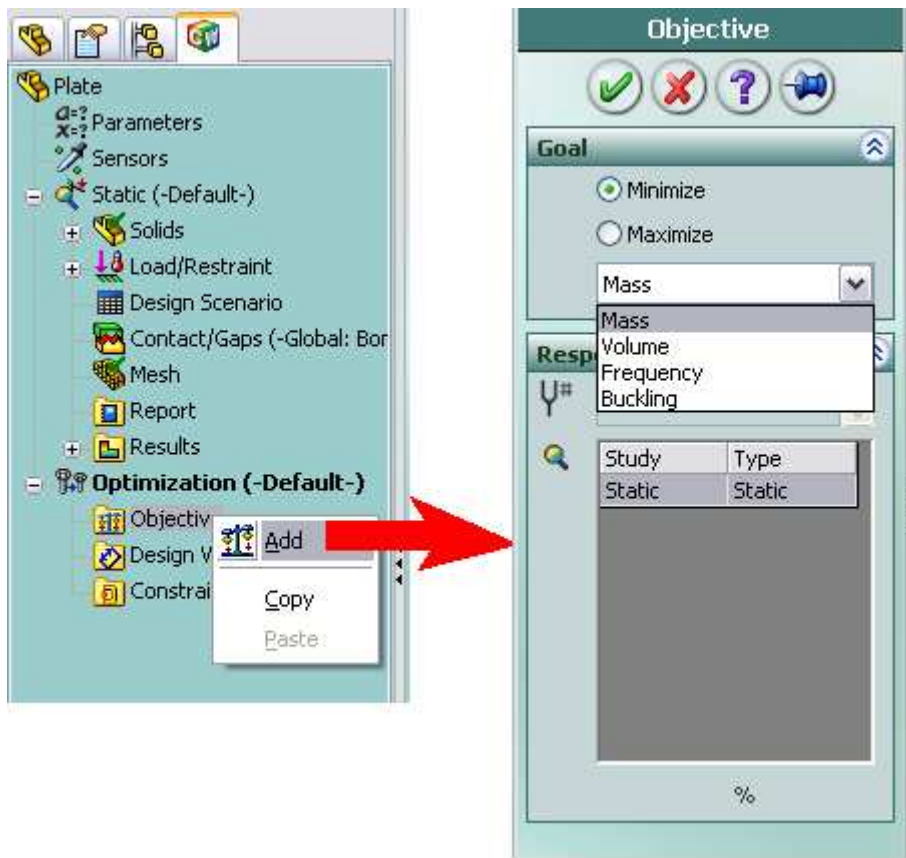
حتى الآن ليس عندنا مشكلة في التصميم فهو آمن ، لكن الموضوع الذي نناقشه هنا ، أنه إذا كنا واثقين بأمان هذا التصميم ، فهل هو أفضل وضع للتصميم ؟ ، هذا باختصار ما نعنيه في مسألة الـ Optimization ، وبما أن أقصى إجهاد أقل من المسموح به ، فإنه يمكننا توسيع قطر الفتحة لتقليل الكتلة وبالتالي الوصول إلي الهدف ، لكن إلى أي حد .



نستطيع الآن تعريف دراسة جديدة نوعها Optimization مثل أي دراسة سابقة ، فيما عدا أنه غير متاح لك تحديد نوع الـ Mesh لأنها معتمدة على نوعها في الدراسة التي يُبنى عليها الـ Optimization ، وهي هنا الدراسة Static ذات النوع Solid Mesh كما في الشكل التالي ....

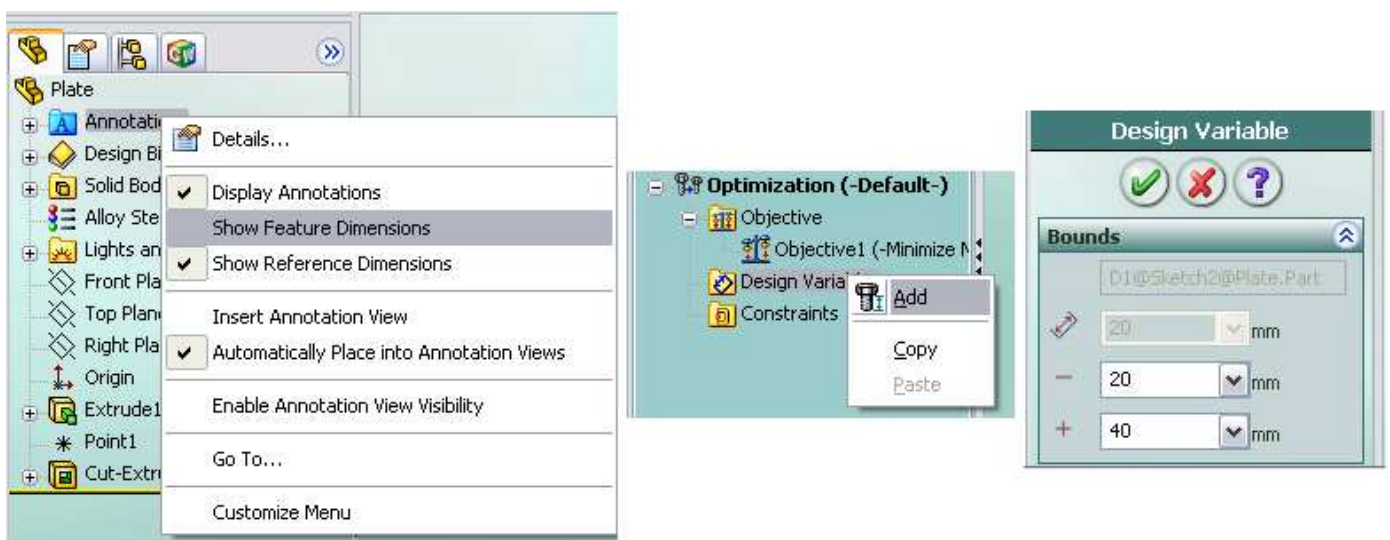


عندما يتم تعريف الدراسة ستلاحظ كما في الشكل السابق ظهور ثلاثة مجلدات تحت اسم الدراسة ، وهم دالة الهدف Objective ، ومتغيرات التصميم Design Variables ، والقيود Constrains ، تابع الشكل التالي ثم ...



اضغط بيمين الفأرة على المجلد Objective واختر Add لتظهر لك واجهة تعرف فيها الهدف وال Response ، والهدف إما تقليل أو زيادة أحد الاختيارات ، فاختر الوضع الافتراضي وهو تقليل الكتلة ، وفي منطقة ال- Response اضغط علي اسم الدراسة التي سنطبق عليها ال- Optimization لتختارها إن احتجت لهذا وهي هنا واحدة فقط .


الآن لتعريف متغيرات التصميم ، اظهر الأبعاد ، ثم اضغط بيمين الفأرة على مجلد متغيرات التصميم ، وعندما تظهر واجهة الاختيار اختر البعد  $\varnothing 20$  ، ثم حدد الحد الأدنى بـ 20 والحد الأقصى بـ 40 والشكل التالي يصف هذه الخطوات

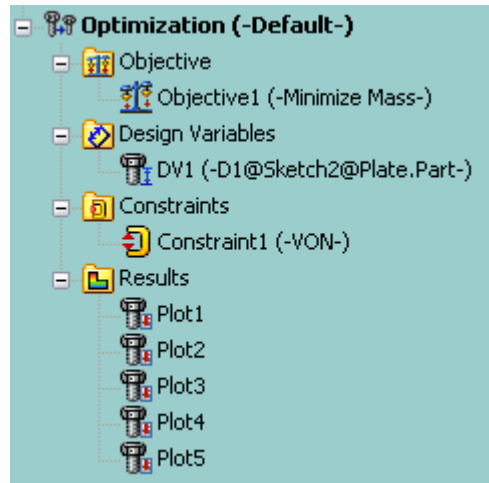


وأخيراً لتعريف القيود اضغط بيمين الفأرة على مجلد القيود واختر إضافة كما في كل مرة وحدد الخيارات التي في الشكل التالي ...

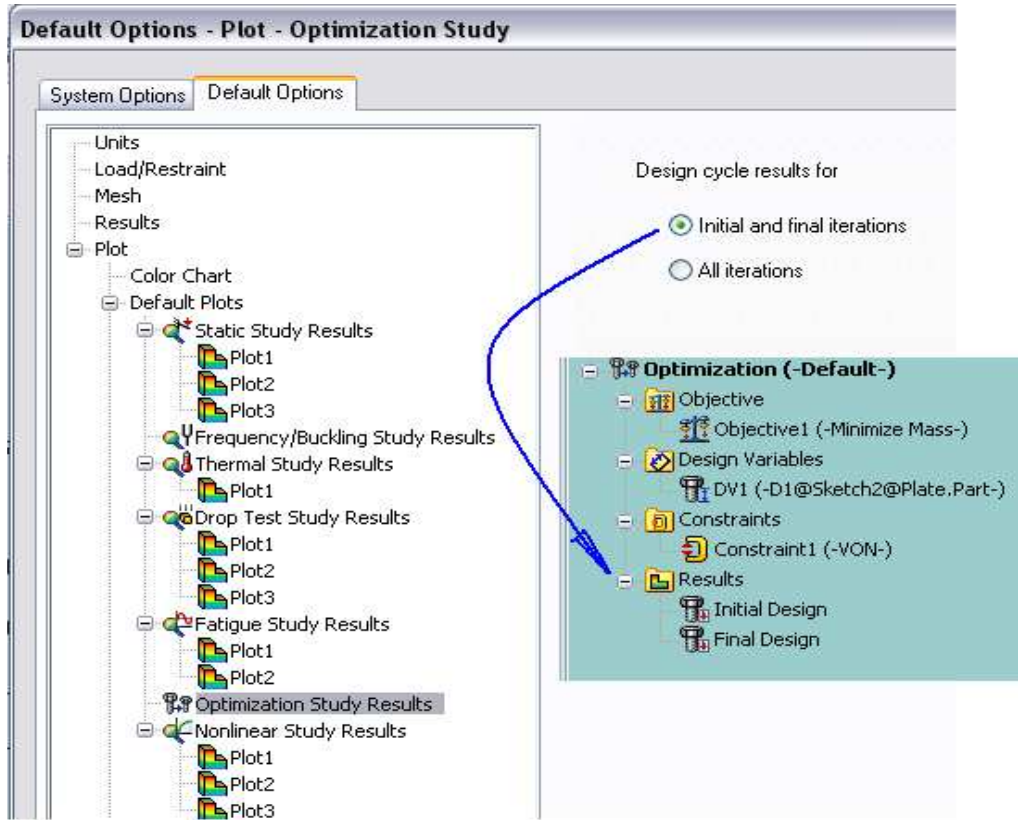


ولاحظ أننا لا نحتاج لتعريف التثبيت ولا المادة لأن ذلك ينتقل من الدراسة السابقة .

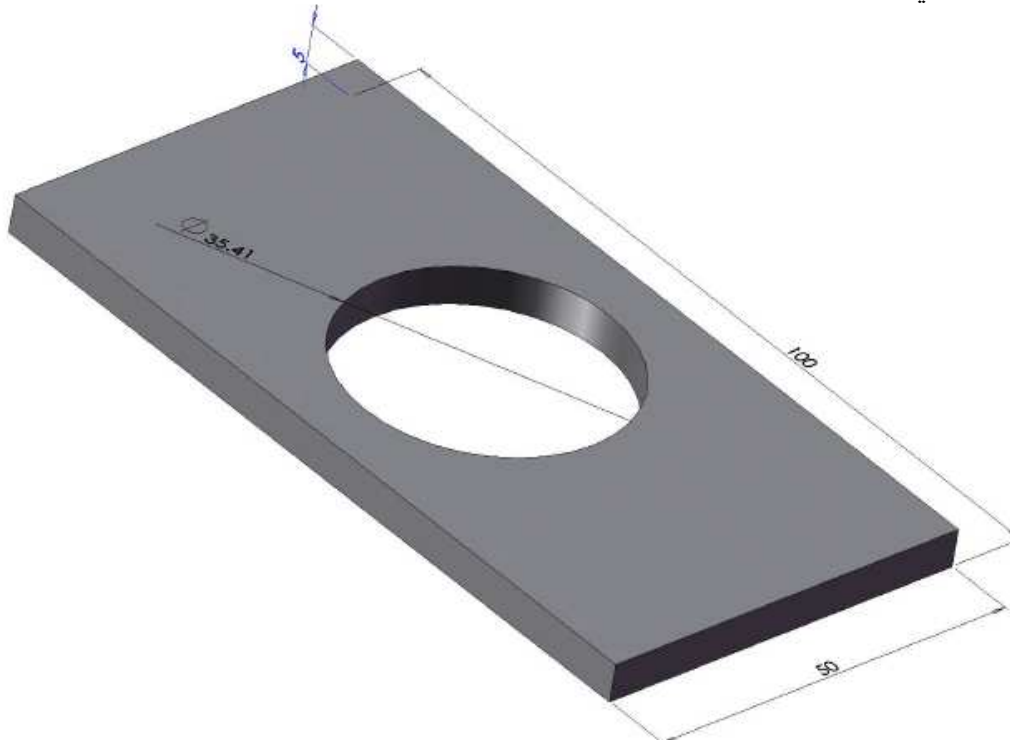
نحن الآن جاهزين لتشغيل الدراسة  Run ، كما في كل مرة .  
كما نعلم أن هذه العملية عملية تكرارية Iterative فبعد اختيار الأمر Run فتلاحظ أن البرنامج يكرر الحل عدد من المرات يمكن تحديده في خيارات البرنامج ، وبعد انتهاء الحل تلاحظ ظهور مجلدات الحل بالشكل التالي ...



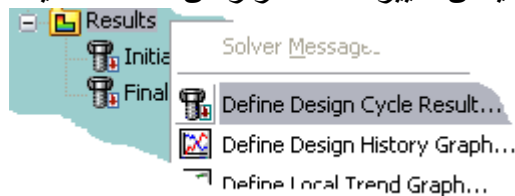
هنا ظهرت خمس نتائج بناءً على اختياري في خيارات عرض نتائج الـ Optimization عرض كل المحاولات بينما اختياري عرض القيمة الابتدائية والنهائية يجعلهم اثنين فقط كما يوضح الشكل التالي .



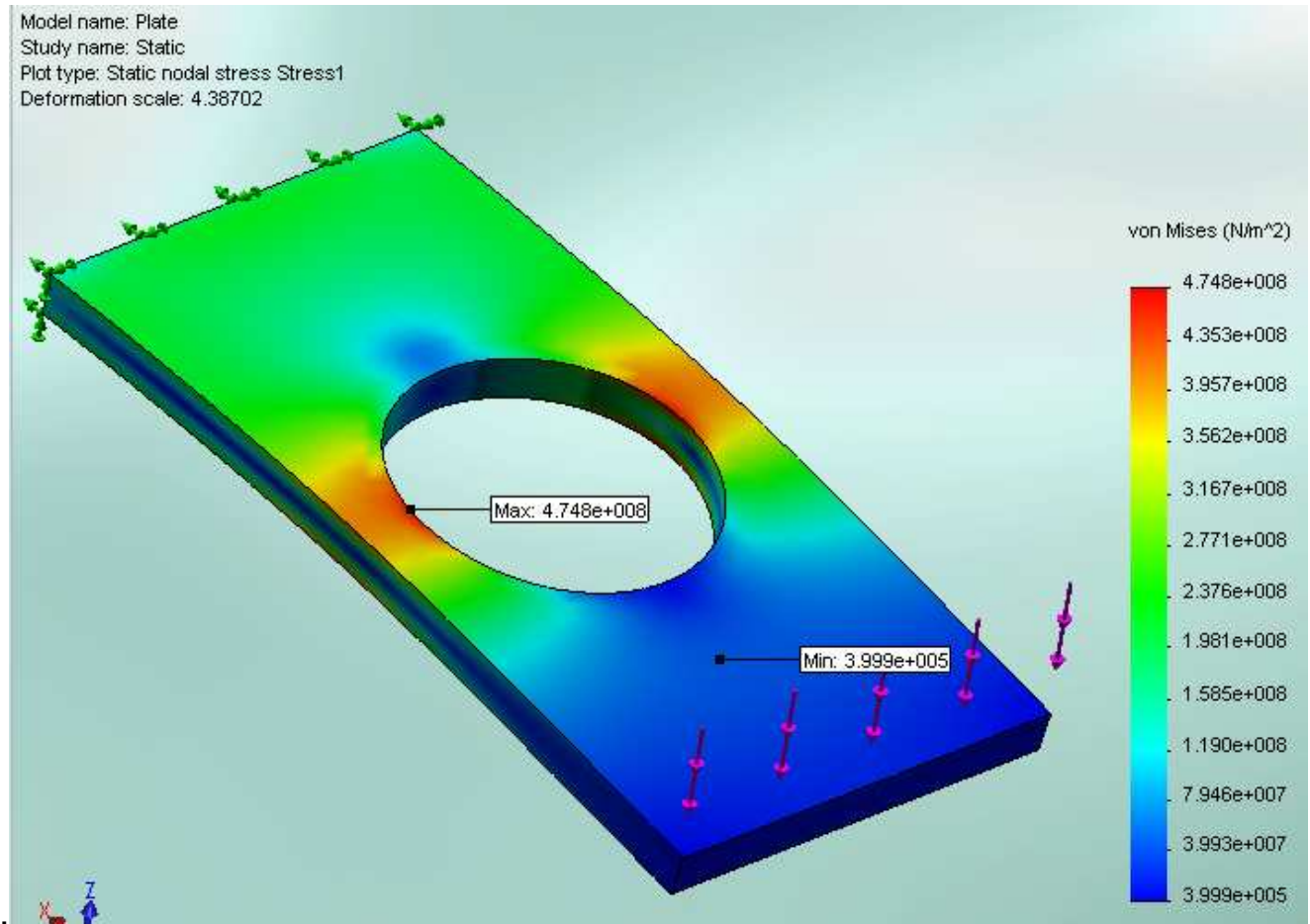
لمعرفة التصميم الابتدائي انقر نقر مزدوج على Initial Design ولمعرفة النتائج النهائية انقر على Final Design لتري الشكل التالي وتري أن أفضل قطر حصل عليه هو 35.41 mm بناءً على التكرار خمس مرات ...



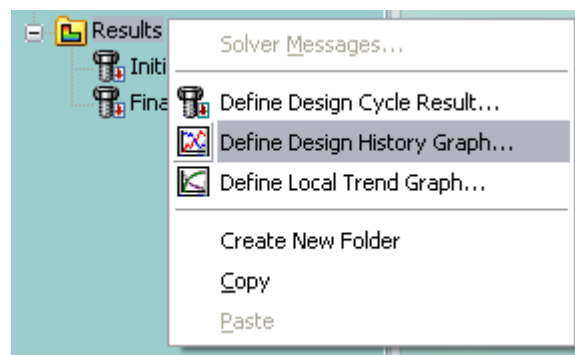
يمكن تغيير عدد التكرار من القائمة التالية



الآن أصبح التصميم مثالي ، ولكي نختبر هذه المثالية نعود إلي نتائج الدراسة الأولى والتي عدلت تلقائياً لنرى نتائج الإجهاد المعدلة كما في الشكل التالي ....



يمكنك من خلال الأمرين Define Design History Graph... والأمر Define Local Trend Graph... عرض المراحل التي مرت بها النتائج كما في الشكل ...



وإليك بعض هذه النتائج فحاول أن تستقصي في الموضوع ....



