محاكاة لوصلة ربط البراغي تحت تأثير قوة شد احادية وعوامل متغيرة

أناهيد حسين جبر

ميكانيك تطبيقي/كلية الهندسة /جامعة القادسية

anahed222@gamil.com, aaa56h@yahoo.com

الخلاصة

يهدف هذا البحث الى محاكاة وصلة ربط مربوطة بالبرغي مسبق التحميل من مادة الفولاذ بطريقة العناصر المحددة (FEM) ,وذلك بدراسة الاستجابة الهيكلية للوصلة الربط .الوصلة مكونة من قطعتين على شكل حرف L كل قطعة مكونة من مقطع عمودي مثبت مع المقطع الافقي عن طريق اللحام الزاوي (Edge Weld) سمك اللحام (Weld Size) (5mm) تربط القطعتين ببرغي قطره (M30*3.5) ، تم التأكد من قيمة سمك اللحام المطلوب لربط المقطع الافقي والمقطع العمودي عن طريق استخدام ميزة (Weld Check Plot) وكذلك التأكد من قطر البرغي المطلوب بأستخدام ميزة (Pin / Bolt Check) الموجودة في البرنامج التحليلي Solidwork Simulation 2013 وذلك لمعرفة دقة نتائج التصميم ، حيث تم تصميم القطعة على اقصى قوة شد احادية معرضة لها الوصلة باتجاه الاعلى على القطعة الاولى مقدارها (20 KN) وتم تثبيت القطعة الثانية من الاسفل . في هذا البحث تم دراسة تأثيرتغير الحمل المسبق للبرغي او (عزم الشد المسبق) بقيم مختلفة (588,882,1225)N.m على الاستجابة الهيكلية لوصلة الربط . قد بينت الدراسة ان زيادة الحمل المسبق للبرغي يؤدي الى نقصان الازاحة او الفجوة (gap) بين نهاية حافتي الوصلة المعرضة للحمل الخارجي والتثبيت وهذا يؤكد ان زيادة الحمل المسبق للبرغي يزيد من قوة الضغط على القطعتين وبالتالي زيادة في قوة تثبيت وصلة الربط ومنع انفصالها عن بعضها بعضا ،وتم دراسة الاجهدات والانفعالات على سطح وصلة الربط وبينت ان بزيادة الحمل المسبق للبرغي تزداد الاجهادات والانفعالات ولا سيما في المناطق القريبة من فتحة البرغي،اما قوى الاحتكاك او التماس (Contact/Friction) بين البرغي وسطح الوصلة الملامس له فتزداد بزيادة الحمل المسبق للبرغي ،كذلك وضح هذا البحث تأثير زيادة الحمل المسبق للبرغي على منطقة اللحام التي مثلت كـــ (Beam) حيث تزداد الاجهدات على منطقة اللحام ولكن ليست بالنسبة الكبيرة وقد تم توضيح جميع القوى المؤثرة على منطقة اللحام في الجداول المذكورة .

تم التأكد من صحة هذه النتائج بمقارنتها مع الدراسات السابقة التي بينت تاثير عامل الحمل المسبق وعوامل اخرى على الاستجابة الهيكلية لوصلة الربط.

واخيرا ،يوصي البحث بموثوقية المحاكاة بالبرنامج التحليلي Solidwork Simulation الذي يحتوي على ميزات عديدة تمكن المصمم من محاكاة النماذج المعقدة بسرعة ودقة عالية.

الكلمات المفتاحية :–العناصر المحددة ،الربط بالبراغي ، اللحام الزاوي ، المحافظة ،سمك اللحام .

Abstract

This research aims to simulate preloaded bolted joint made of steel by finite element method (FEM) by studying the structural response of bolted joint. The bolted joint is made up of two pieces shaped L , each piece is made up of vertical section fixed with horizontal section by Edge Weld method ,weld size is (5mm) and they link by bolt (M30*3.5) ,it has been confirmed from weld size by using features (Weld Check Plot) and (Pin/bolt Check) in Solid work Simulation to find out the accuracy of design result.

Designed a widget on the maximum tensile strength unilateral exposed it the link to ward the top on the first piece of (20 KN) has been installed the second piece from the bottom. In this research were studied torque pre-pregnancy bolt or (pre tensions torque) with different values (588,882,1225) N.m on the structural response of the connection link, the study showed that the increase in pre-pregnancy bolt lead to a decrease in displacement between the end edges of the link-prone external download and installation and this confirms the increase in pre-pregnancy bolt increases the pressure on the two pieces and thus an increase in power to install and link connectivity and prevent its separation from each other. As it has been the study of stress and strain on the surface of the link connectivity and showed that the increase of pre-pregnancy screw increases stress especially in the vicinity of slot screw areas and emotions, either friction forces (Contact / Friction) between the bolt and the surface of the interface in contact with him becoming more and increase the pre-load of the bolt, as well as broad this research impact of increased pre-pregnancy to bolt the welding area, which accounted for as (Beam) where increasing stress the welding area, but not for large have been clarified all the forces acting on the welding area mentioned in the tables.

Finally, research the reliability of simulation program , the analytical Solidwork Simulation, which contains many features recommended the designer can simulate complex models with high speed and accuracy.
Key word:-Finite element ,bolted joint ,edge weld, simulation, weld size.

اهداف الهدف

١. التأكد من دقة تصميم القطعة لمعرفة سمك اللحام وقطر البرغي تحت تأثير اجهاد شد احادي (20KN) بأستخدام ميزة (Weld Check Plot) و(Pin / Bolt Check) في برنامج Solidwirk Simulation
٢. دراسة تأثير الحمل المسبق للبرغي على الاستجابة الهيكلية لوصلة الربط على شكل الازاحة (gap) بين حافتي الوصلة وكذلك دراسة الاجهادات و الانفعالات على سطح الوصلة بأستخدام طريقة العناصر المحددة (FEM).
٣. دراسة تأثير الحمل المسبق للبرغي على قوى التماس او الاحتكاك(Contact/Friction) بين البرغي والسطح الملامس له من وصلة الربط
٤. دراسة تأثير الحمل المسبق للبرغي على منطقة اللحام واعتبارها كـــ(Beam) وحساب Axial Force.

المقدمة

هناك عوامل عديدة تؤثر على وصلات الربط منها سمكها ونوع المعدن لكل من البرغي والواشر وكذلك الحمل الخارجي والحمل الاولي ونوع اسنان البراغي ونتيجة لتأثير تلك العوامل وظروف التحميل العالية المختلفة وخاصة في الاحمال العالية ممكن ان تؤدي انفصال وصلات الربط عن بعضها بعضاً ولمنع او تقليل تأثير هذه العوامل على وصلات الربط يتم تسليط حمل اولي على البراغي وذلك بشد البراغي بعزم ذي قيمة معينة موجودة في جداول كتب التصميم ،هذه القيمة تكون اكبر من قيمة الحمل الخارجي المسلط على وصلات الربط لضمان عدم انفصال القطع المرتبطةعن بعضها(Joseph& Charles, 1996) .

كل هذه العوامل تؤثر على استجابة هيكلية وصلات الربط التي يمكن دراستها بطريقة العناصر المحددة عن طريق محاكاة نموذج وصلة الربط باستخدام البرنامج التحليلي Solidwork Simulation

الدراسات السابقة

تتأثر سلوك وصلات الربط بالبرغي بمستوى استقرارية قوة التثبيت للوصلة والتي تنتج عن طريق التحكم بعزم الشد للحصول على الحمل المسبق المطلوب للبرغي وهنالك عدة عوامل تؤثر على العلاقة بين قوة الشد وعزم البرغي بشكل واضح ،لذلك يجب الاخذ بنظر الاعتبار جميع العوامل التي تؤثر على استقرارية وصلة الربط،وهنا في هذا الدراسة نبين بعض الدراسات العملية والنظرية التي درست هذه المؤثرات.

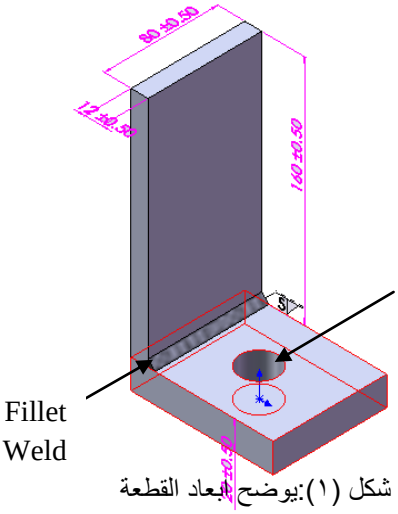
١. دراسة الباحث (Saman,2001):تم دراسة تأثير الحمل المسبق للبرغي عبر وصلة ربط عادية تتالف من قطعتين مربوطة بالبرغي وتحت تأثير قوة شد خارجية ،وبين ان تسليط حمل مسبق على البرغي بشكل صحيح ضروري للحصول على اداء عالٍ لوصلة الربط تحت تأثير الاحمال الخارجية،وان معايرة عزم الشد المسبق للبرغي باستخدام (Torque Wrench) طريقة غير موثوق فيها للحصول على حمل شد ملائم . كذلك بينت الدراسة ان شد البرغي الى نقطة الخضوع قد يؤدي الى فشل وصلة الربط وان عزم الشد المسبق للبرغي الذي يصل قيمته الى ٦٥% من حمل الخضوع يكون كافيا لمنع ارتخاء وصلة الربط. (Saman, 2001)

دراسة الباحث (Khashaba, 2006): درست تأثير عدة عوامل على وصلات الربط بالبراغي مصنوعة من الايبوكسي المقوى بالالياف الزجاجية ومن هذه العوامل هو الحمل المسبق للبرغي وقطر الفلكة (Washer) ،وقد بينت النتائج التجريبية ان الحمل والازاحة تزدادان مع نقصان قطر الفلكة عند تسليط عزم شد ثابت للبرغي. (Khashaba &Sallam, 2006)

٢. دراسة الباحث (Norman ,2008) :درسَ بدراسة تأثير عزم الشد المسبق للبرغي على وصلة ربط مشفهه على شكل حرف L بطريقة العناصر المحددة (FEM) .وقد وجد الباحث ان زيادة الحمل المسبق للبرغي يؤدي الى نقصان في ازاحة النهاية الحرة (التي تعدّ السبب في وصول البرغي الى نقطة الخضوع الاولية).بينما كان تاثير زيادة عزم الشد المسبق للبرغي اقل تأثير على قوة رد الفعل عند النهاية الثابتة لصلة الربط.(Norman *et.al.*,2008)

الاطار النظري

١-معرفة سمك اللحام (weld size) المطلوب لربط المقطع الافقي والمقطع العمودي باستخدام نوع اللحام الزاوي (Edge Weld) بحسب الابعاد الموجودة في الشكل رقم (١).



شكل (١):يوضح ابعاد القطعة

سمك القطعة(h) = 20mm

عرض القطعة (b)=80mm

قوة الشد (Tensile Force)=20KN

استخدم الكود الامريكي Code D1.1 of the American Welding community (AWS)

Weld strength P_w = 273 N/mm^2 (Electrode E60)

٣=Safety factor S_F

يمكن حساب سمك اللحام بحسب شكل ونوع اللحام المستخرجة من الجداول المتمثلة بالمعادلة رقم١

$$\text{Weld size (h)} = \frac{o.71p}{bts} \quad \text{.....(1) سمك اللحام}$$

نحسب اقصى اجهاد قص مسموح بة من المعادلة رقم ٢

The maximum shear stress allowable [5] ,(t_s) =

$$\frac{0.4\ pw}{sf} = \frac{0.4*273}{3} = 36.4N/mm2 \text{....(2)}$$

$$\text{Weld size (h)} = \frac{0.71*20000}{80*36.4} = 4.9\text{mm}$$ سمك اللحام المطلوب للقطعة

٢-تأثير الحمل المسبق للبرغي (Reload Bolt)على وصلة الربط. يمكن تسليط الحمل على وصلة الربط بمختلف الطرق، كل طريقة تحميل تسبب تأثيرات فردية في الوصلة ،فضلا عن كيفية استجابتها لهذه الاحمال المختلفة مثال الشد ،والقص والانحناء.

بالنسبة لبحث لدينا وصلة ربط بالبرغي معرضة الى اجهاد شد، فوصلة الشد تتأثر بالاحمال التي تحاول سحب أجزائها وان جميع القوى المؤثرة في وصلة الربط والبرغي موازية لمحور البرغي وتحاول سحب اجزاء الوصلة وفصلها عن بعضها بعضاً.

ان حمل الشد المسلط مهما كان صغيرا فانه سوف يزيد من شد البرغي ويخفف من انضغاط وصلة الربط ، لذا فأن تسليط عزم شد مناسب على البرغي يؤدي للحصول على قوة التثبيت اللازمة بين اجزاء وصلة الربط ومنع انفصالها.(Chambers, 1995)

يتم حساب عزم الشد للبرغي من المعادلة رقم (٣)

$$T=K F_i d \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث K : معامل الصامولة وتستخدم عادة قيمة (K=0.2) في حالة استخدام براغي نظيفة وجافة .

d: قطر البرغي الاسمي ،F_i حمل التثبيت او الحمل المسبق للبرغي.

يتم تحديد عزم الشد للبرغي من خلال جداول خاصة بحسب القطر الاسمي للبرغي فكتب التصميم والجدول رقم (١) يوضح ذلك.قيم

Bolts strength grade			4.8	6.8	8.8	10.9	12.9
The minimum broken strength			392Mpa	588Mpa	784Mpa	941Mpa	1176Mpa
Bolt	Indent Hex	Hex Socket	Recommend Torque				
mm	mm	mm	Nm	Nm	Nm	Nm	Nm
M24	36	19	314	470	686	981	1176
M27	41	19	441	637	1029	1472	1764
M30	46	22	588	882	1225	1962	2350

جدول رقم (١): يوضح قيم عزوم الشد حسب القطر الاسمي للبراغي

عند تسليط عزم الشد على البرغي يؤدي ذلك الى توزيع الاجهاد والانفعال في البراغي واجزاء الوصلة وسوف يكون البرغي تحت تاثير اجهاد شد بينما اجزاء الوصلة تكون تحت تاثير اجهاد ضغط ولا سيما الاجزاء القريبة من البرغي .يمكن حساب اجهاد الشد للبرغي من المعادلة رقم (5).

$$\sigma i = \frac{Fi}{At} \ldots\ldots\ldots (5)$$

اما اجهاد الشد المتولد في البرغي σ_b عند تسليط الحمل الخارجي يتمثل في المعادلة رقم (6) .

$$\sigma b = c\frac{Fb}{At} + \sigma i \ldots\ldots (6)$$

F_b: الحمل الخارجي المسلط على وصلة الربط ،C: ثابت الصلابة للوصلة , A_t: مساحة مقطع البرغي المعرضة لحمل الشد .

كذلك يتم حساب اجهاد الانحناء المتولد في البرغي $\sigma_{bending}$ يتم حسابه من معادلة رقم (7).

$$\sigma_{bending} = \left[1 + \left(\frac{1}{C} - \frac{s}{e}\right)\frac{L_G}{L_e}\frac{E_b}{E_J}\frac{e\pi d^3}{8A_J R_G^2}\right]\frac{CF_p}{A_r} \quad \ldots\ldots\ldots (7).$$

A_J: مساحة مقطع وصلة الربط وتساوي طول الوصلة في عرضها

S,e : ابعاد على وصلة الربط

R_G: نصف قطر دوران وصلة الربط ويساوي (0.289d) حيث يمثل d طول الضلع الاكبر لوصلة الربط

L_G: طول قبضة البرغي لوصلة الربط

L_e:طول الاسنان المتشابكة للبرغي مع الصامولة ،وغالبا يساوي قطر البرغي الاسمي

E_j ,E_b : زعامل المرونة للبرغي والوصلة على التوالي

A_r: مساحة مقطع البرغي الثانوية

ثم يتم حساب الاجهاد الكلي المسلط على البرغي الذي يساوي مجموع اجهاد الحمل المسبق للبرغي والحمل الخارجي على الوصلة اضافة الى اجهاد الانحناء موضحة بالمعادلة رقم (8).

$\sigma_t = \sigma_i + \sigma_b + \sigma_{bending}$ .....(8)

$$\sigma_t = \frac{CF_p + F_i}{A_t} + \left[1 + \left(\frac{1}{C} - \frac{s}{e}\right)\frac{L_G}{L_e}\frac{E_b}{E_j}\frac{e\pi d^3}{8A_j R_G^2}\right]\frac{CF_p}{A_r}$$

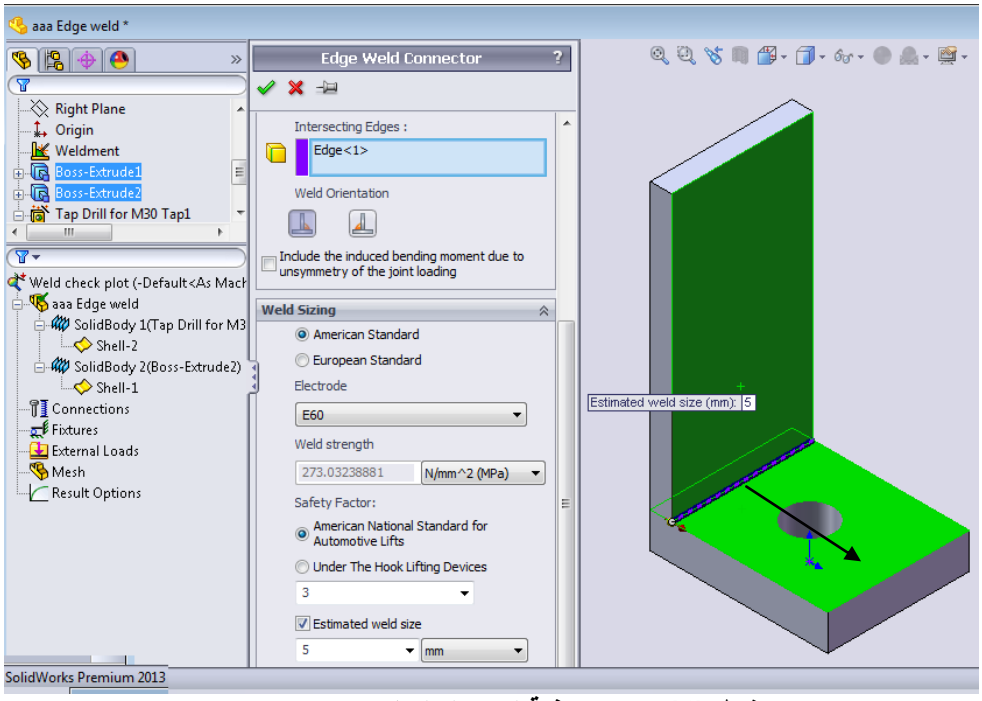
أن وصلات الربط المعرضة الى حمل مباشر على محور البرغي او عندما يكون الحمل على جهتي البرغي سوف يكون اقل تعقيدا من الوصلات المعرضة الى حمل خارجي على جهة واحدة من محورالبرغي، وذلك بسبب تعرض الى احمال اضافية مثل حمل الانحناء كما هو الحال في هذا البحث.ولذلك يلجا الباحثون والمصممون الى استخدام طريقة العناصر المحددة (FEM) في ايجاد توزيع الاجهادات والتعرف على سلوك وصلة الربط عند تعرضها للاحمال اللامركزية .

تعد طريقة العناصر المحددة (EEM) ذات سرعة عالية في حل أي منظومة معقدة لذلك تستخدم كأداة فعالة في التحليل الهيكلي وتم استخدام هذه الطريقة عن طريق استخدام برنامج Solidwork Simulation2013 الذي يعد من البرامج الحاسوبية المستخدمة في تحليل وتصميم اجزاء الهياكل للمكائن والمعدات المختلفة.

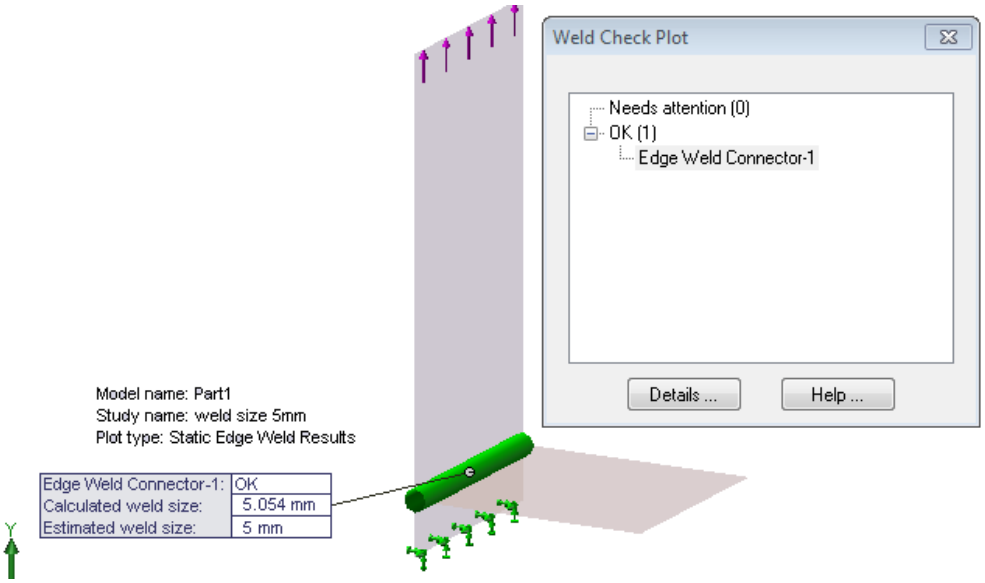
محاكاة النموذج ومناقشة النتائج

تمت محاكاة وصلة الربط على ثلاث مراحل .

المرحلة الاولى – محاكاة نموذج وصلة الربط لمعرفة سمك اللحام الذي يربط المقطع الافقي والمقطع العمودي للقطعة الواحدة لوصلة الربط. قد تم حساب اقل سمك للحام للقطعة هو (5mm) من معادلة رقم (١) .الان نحاول ان نصمم الوصلة ونجعل البرنامج يجري الحسابات عن طريق استخدام ايعاز (Weld Check Plot) للتاكد من النتائج النظرية ونتائج التحليل، وتمت المحاكاة بعد تحويل القطعتين من حالة Solid الى حالة Shell ليتم تنفيذ الايعاز والموضحة بالشكل رقم (٢). حيث كانت القيمة المحسوبة لسمك اللحام من البرنامج هي (5.064 mm) وهي مطابقة للحسابات النظرية

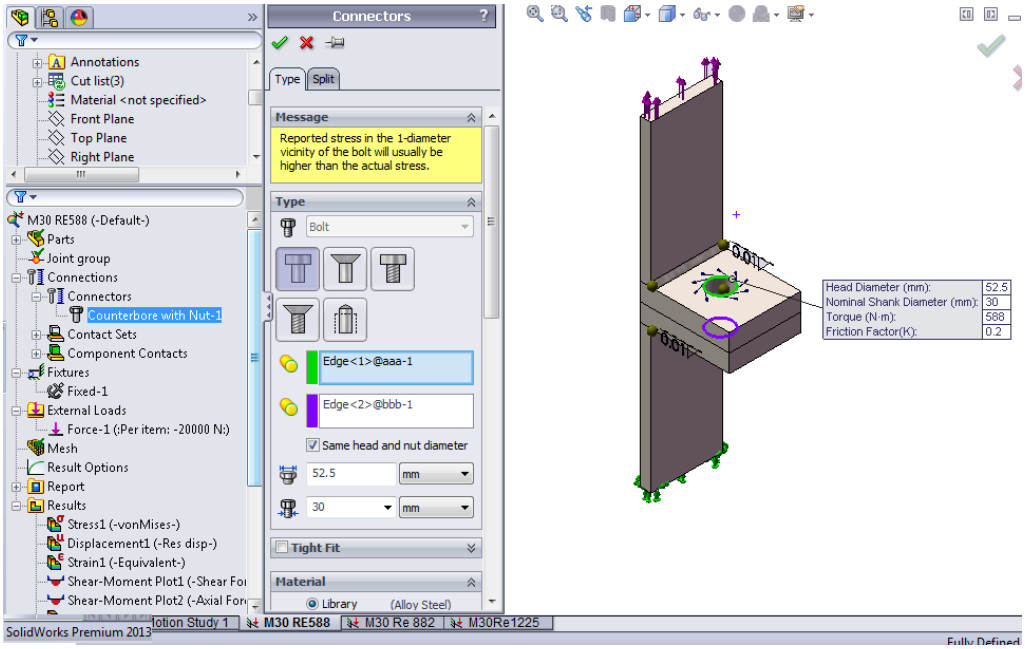


شكل (٢):يوضح كيفية استخدام ايعاز Weld Edge

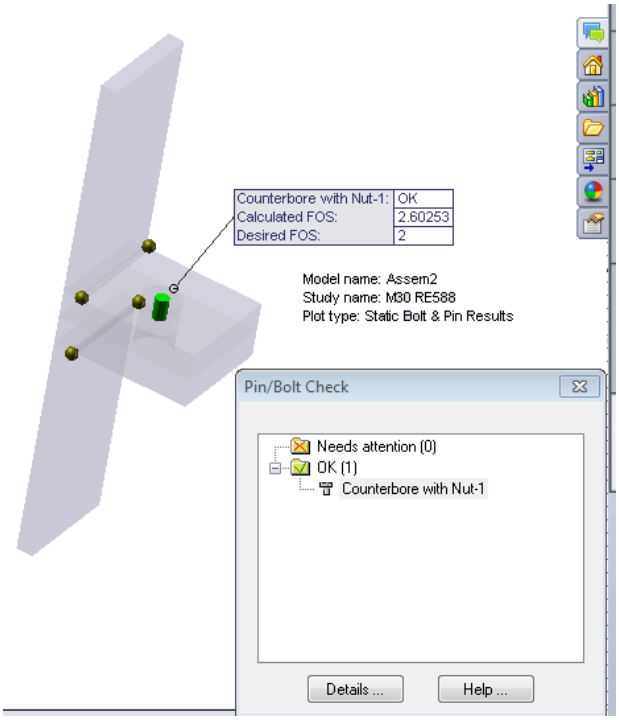


شكل (٣):يوضح كيفية استخدام ايعاز Weld Check Plot

المرحلة الثانية : محاكاة نموذج وصلة الربط لمعرفة ان قطر البرغي المستخدم (M30*3.5) يتحمل تأثير اجهاد شد قدرة 20 KN من خلال استخدام ايعاز (Pin / Bolt Check) وهذا موضح في الشكل رقم (٤)، اما شكل رقم (٥) يبين ان القطر المستخدم في النموذج صحيح أي مطابق للحسابات النظرية.

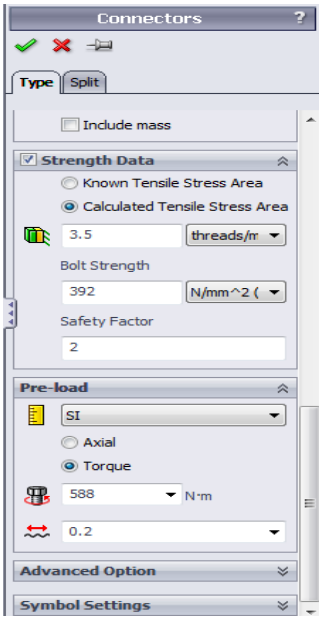


الشكل (٤):يوضح استخدام ايعاز (Pin / Bolt Check)

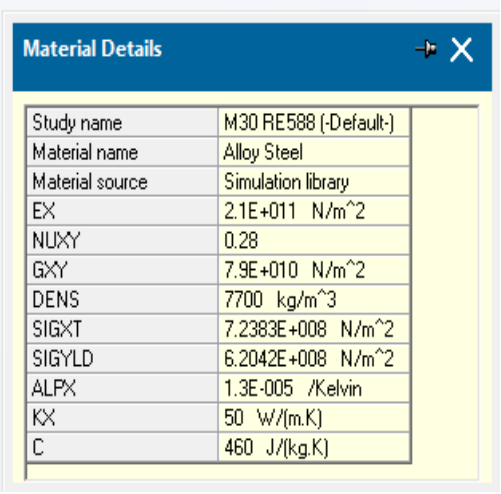


الشكل (٥) يبين ان القطر المستخدم في النموذج OK تحت تأثير اجهاد شد 20KN

المرحلة الثالثة : بعد التاكد من دقة التصميم نبدأ بهذه المرحلة وهي تحليل نموذج وصلة الربط ومعرفة الاستجابة الهيكلية عن طريق دراسة تأثير العزم المسبق للبرغي على الازاحة بين حافتي الوصلة التي تكون تحت اجهاد الشد مباشرة ، تم ادخال عزم البرغي(Recommend torque) لكل حالة وكذلك ادخال قيمة اقل قوة لازمة للكسر(the minimum broken strength) من الجدول رقم (١)، لقد تم ادخال ثلاث قيم من عزم الشد المسبق للبرغي وكذلك قوى الكسر الشكل رقم (٦) يوضح كيفية ادخال المعلومات.



الشكل رقم (٦) يوضح كيفية ادخال العزوم والقوى



Study name	M30 RE588 (-Default-)
Material name	Alloy Steel
Material source	Simulation library
EX	2.1E+011 N/m^2
NUXY	0.28
GXY	7.9E+010 N/m^2
DENS	7700 kg/m^3
SIGXT	7.2383E+008 N/m^2
SIGYLD	6.2042E+008 N/m^2
ALPX	1.3E-005 /Kelvin
KX	50 W/(m.K)
C	460 J/(kg.K)

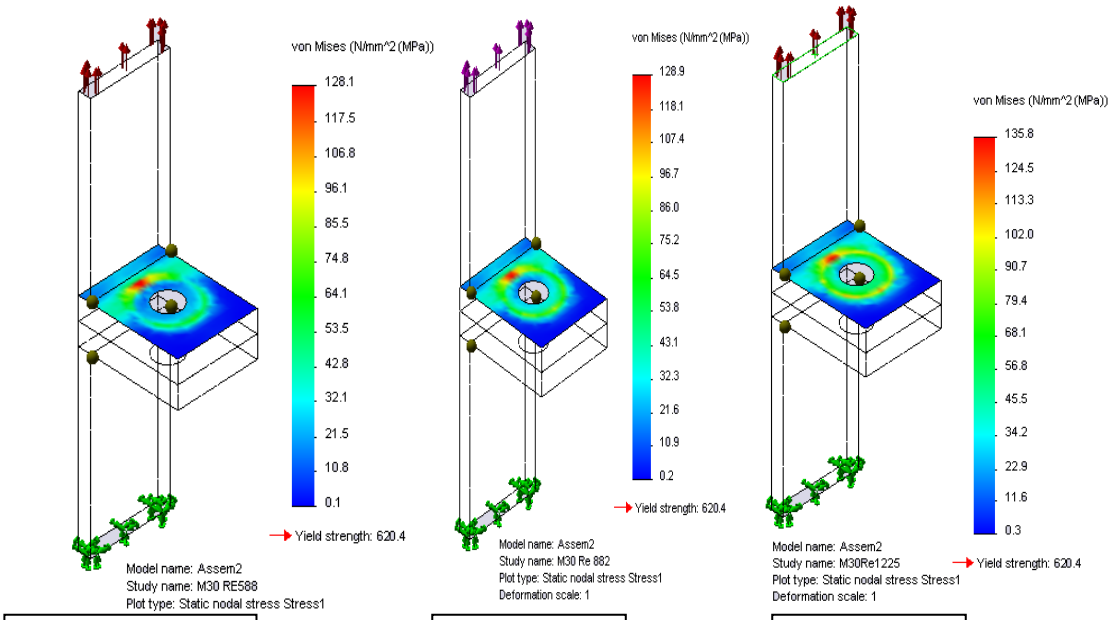
الشكل رقم (٧) :يوضح مواصفات المعدن

اما مواصفات المعدن المستخدم لكل اجزاء وصلة الربط هو الفولاذ موضح بالشكل رقم (٧).

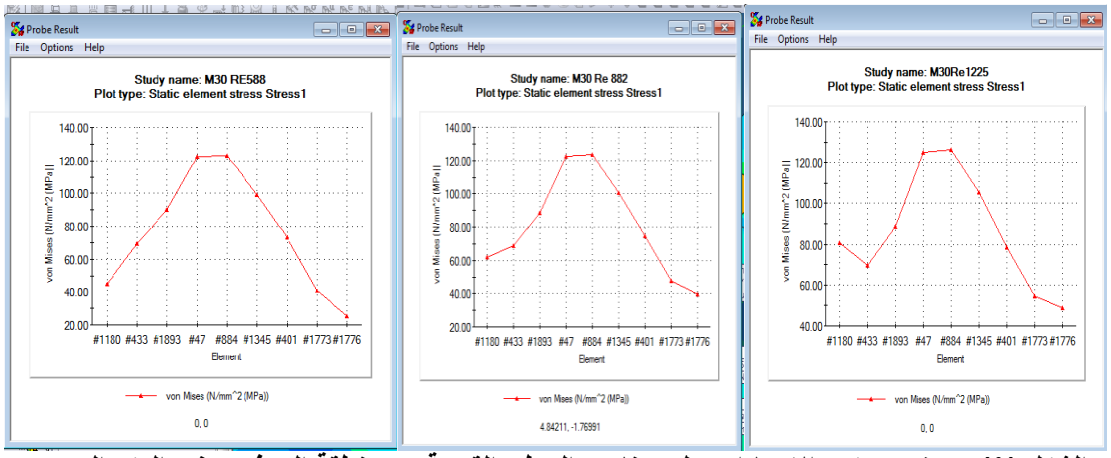
حُللت النماذج تحت اجهاد شد ثابت 20KN وقطر البرغي ثابت 30mm والخطوة 3.5mm.

سوف نناقش في المرحلة الاولى تاثير عزم الشد المسبق للبرغي على تركيزالاجهادات والانفعالات على سطح الوصلة.

اعتمد توزيع الاجهادات على سطح الوصلة كمؤشر لما يحدث في تغير عزم الشد للبرغي فنلاحظ في الشكل (8) زيادة في الاجهادات على سطح الوصلة عند عزم شد مسبق 1225N.m مقداره 135.8 MPa وتكون قيمة الاجهادات متقاربة عند عزوم الشد المسبقة (588,882 N.m) تتراوح بين (128.9 -128.1) ، حددت العناصر (Elements) القريبة من فتحت البرغي ورسم توزيع الاجهادت عليها كما موضح في الشكل (٩)الذي يوضح توزيع الاجهادات على عناصر السطح القريبة من منطقة البرغي بتغير العزم المسبق البرغي حيث نلاحظ تزايد تركيز الاجهادات في منتصف الوصلة اكثر من الاطراف بزيادة العزم المسبق للبرغي.وتفسير ذلك انه كلما زاد الحمل المسبق للبرغي يزداد اجهاد الانضغاط على وصلة الربط بسبب زيادة توزيع قوة التثبيت بين بين قطعتي وصلة الربط.

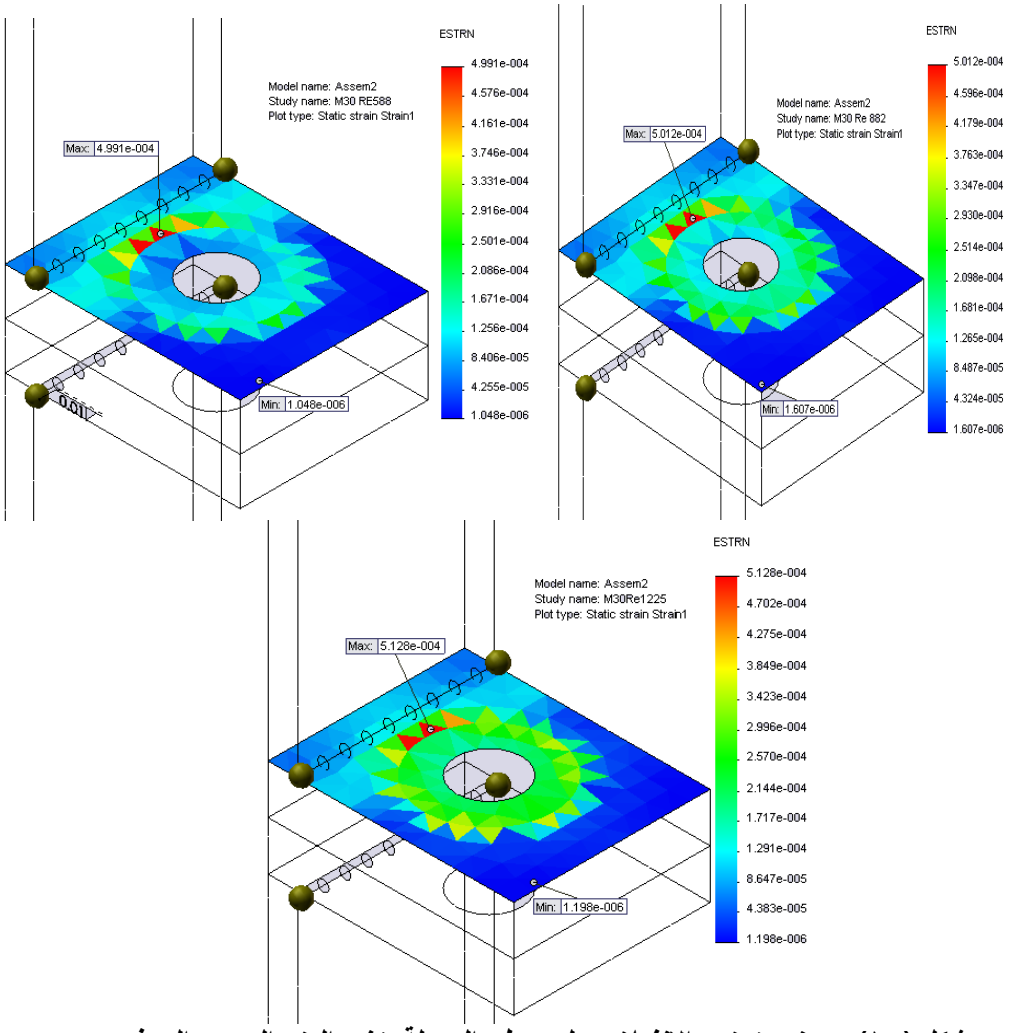


الشكل (٨): يوضح توزيع الاجهادات على سطح الوصلة بتغير العزم المسبق البرغي



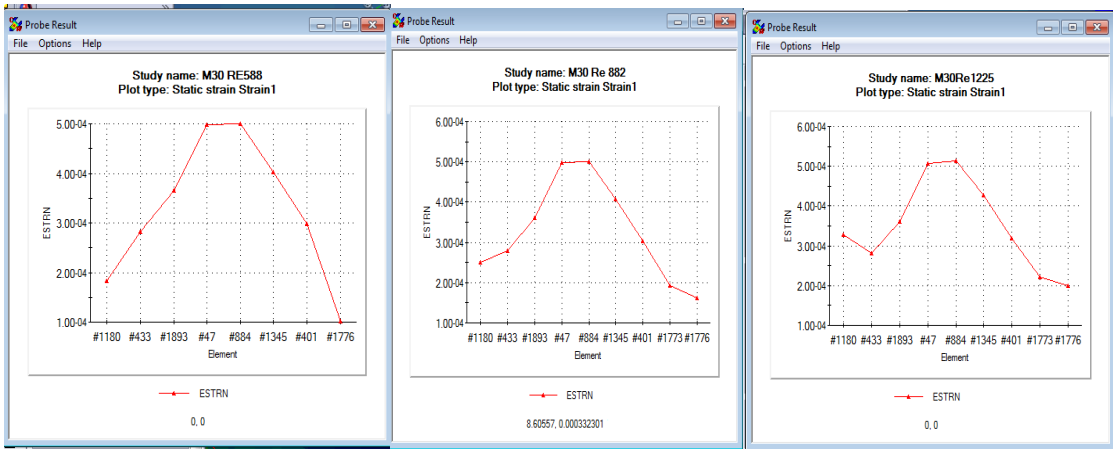
الشكل (٩): يوضح توزيع الاجهادات على عناصر السطح القريبة من منطقة البرغي بتغير العزم المسبق البرغي

اما في الشكل (١٠) الذي يوضح توزيع الانفعالات على السطح نلاحظ ان زيادة الحمل المسبق للبرغي يؤدي الى زيادة الانفعال على السطح وقيمته (5.128e-004) عند عزم شد مسبق ١٢٢٥.



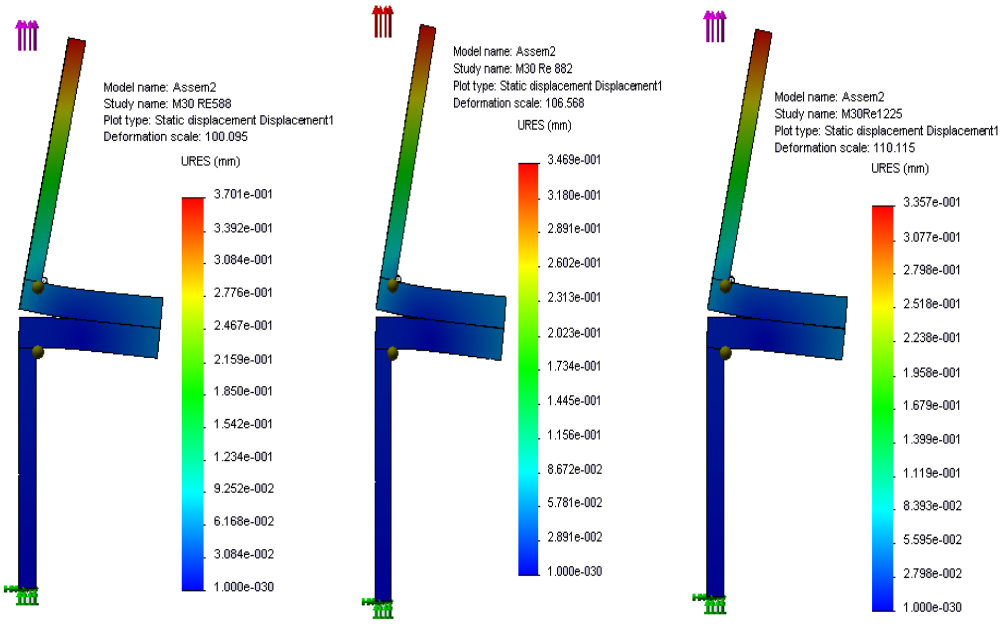
شكل (١٠) :يوضح توزيع الانفعلات على سطح الوصلة بتغير العزم المسبق البرغي

وهذا التوزيع موضح في شكل (١١) الذي يمثل توزيع الانفعلات على العناصر (Element) القريبة من فتحة البرغي ومدى تاثرها بزيادة الحمل المسبق للبرغي الذي يجب ان تكون قيمته دائما اكبر من الحمل الخارجي المسلط على الوصلة لكي يعمل على زيادة الضغط بين القطعتين وبالتالي يعمل على زيادة في قوة تثبيت الوصلة.



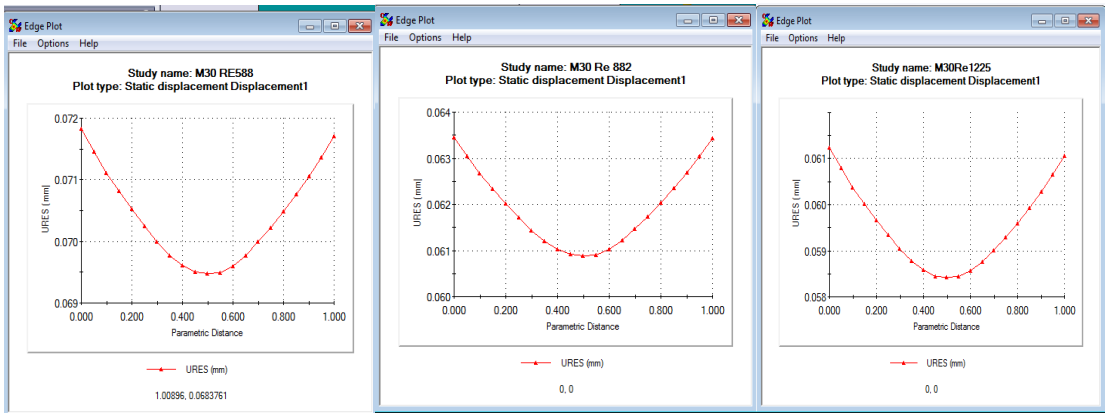
الشكل رقم (١١): يوضح توزيع الانفعالات على عناصر السطح القريبة من منطقة البرغي بتغير العزم المسبق البرغي

أما في **المرحلة الثانية** سنقوم بدراسة تأثير زيادة عزم الشد المسبق للبرغي على الازاحة بين حافتي الوصلة فنلاحظ ان قيمة الازاحة تقل بزيادة الحمل المسبق للبرغي فتكون اقل قيمة عند حمل مسبق (1225N.m) وهي (3.357e-001mm)واعلى قيمة عند (588N.m) هي (3.701e-001mm) وهذا يرجع الى زيادة الانضغاط على الوصلة وبالتالي زيادة قوة التثبيت بين قطعتي الوصلة بزيادة الحمل المسبق للبرغي ادى الى نقصان الازاحة بين حافتيها وهذا موضح في الشكل (١٢).



الشكل (١٢): يوضح قيم توزيع الازاحة على وصلة الربط بتغير العزم المسبق للبرغي

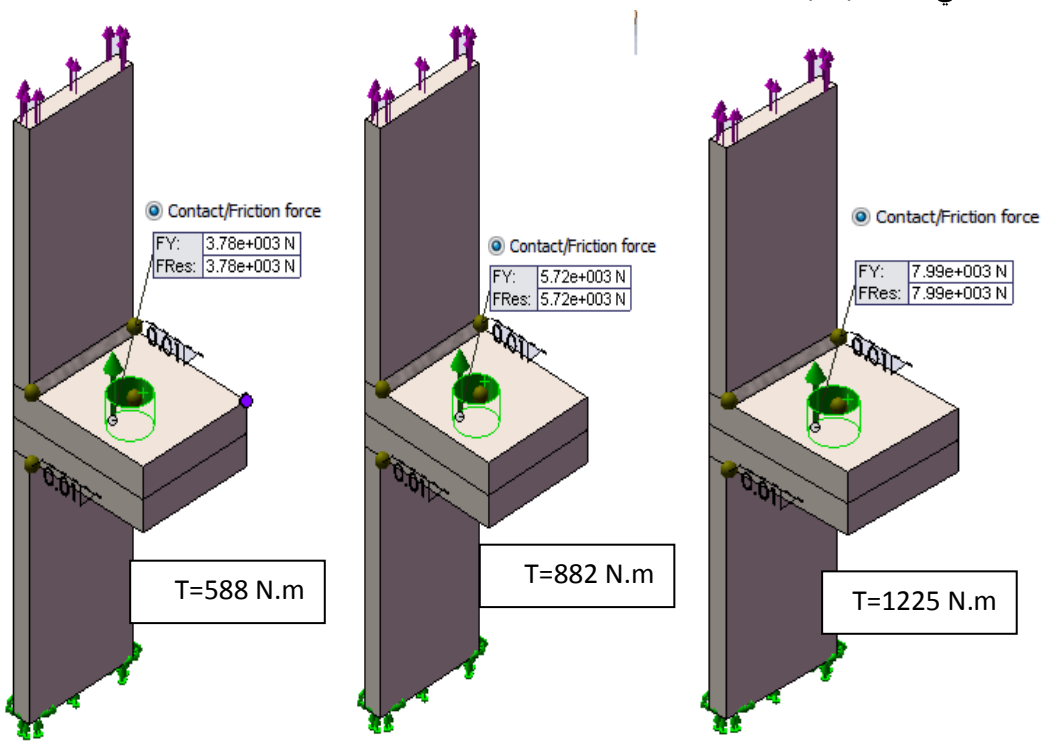
اما شكل (١٣) يوضح قيم الازاحة على طول نهاية حافتي الوصلة فنلاحظ ان اعلى ازاحة تكون عند طرفي حافة الوصلة وتبدا بالناقص في المنتصف وبعدها تبدا بالتزايد في الطرف الاخر وتفسير ذلك ان قوة الانضغاط بين الوصلتين تكون اكبر ما يمكن في المنتصف كما مبين في الشكل البياني (١١) وبالتالي تكون قوة التثبيت على ما يمكن بالمنتصف وبزيادة قوة التثبيت بين القطعتين التي تقاوم قوة الشد الخارجية تقل الازاحة في هذه المنطقة بالتحديد.



الشكل رقم (١٣): يوضح توزيع الازاحة (Gap) على نهاية حافتي وصلة الربط بتغير العزم المسبق للبرغي

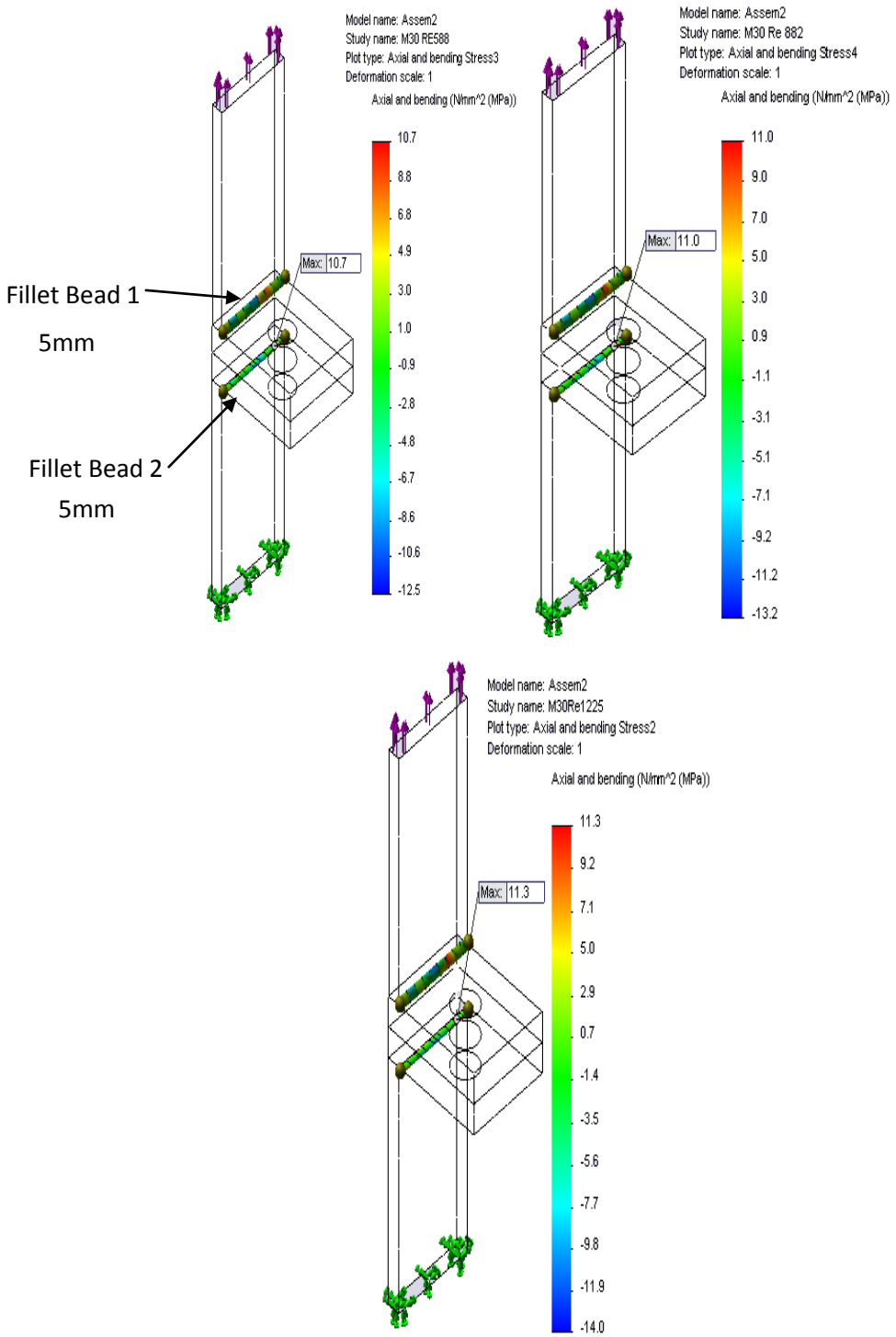
المرحلة الثالثة هي دراسة تأثير الحمل المسبق للبرغي على قوى التماس او الاحتكاك(Contact/Friction) بين البرغي والسطح الملامس له من وصلة الربط فنلاحظ بزيادة الحمل المسبق للبرغي تزداد قوى

الاحتكاك بين البرغي وسطح الوصلة الملامس بأتجاه المحورY فتكون اعلى قيمتها عند حمل مسبق (1225N.m) هي (7.99+003N) وبزيادة قوة التماس يؤدي الى زيادة قوة التثبيت بين قطعتي الوصلة ،وهذا ما نلاحظة في الشكل (14).



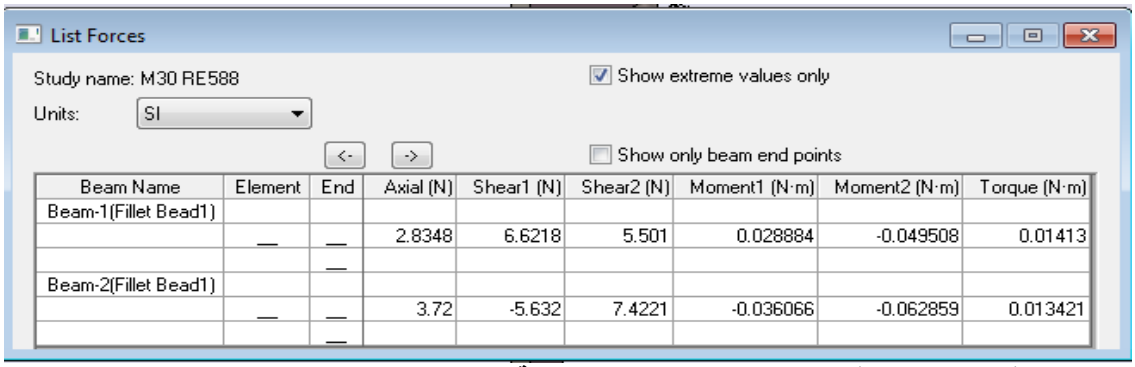
الشكل رقم (١٤): يوضح تأثير تغير العزم المسبق للبرغي على قوة الاحتكاك او التماس بين البرغي وسطح الملامس له لوصلة الربط

المرحلة الرابعة يتم فيها دراسة تأثير الحمل المسبق للبرغي على منطقة اللحام بين القطعتين الافقية والعمودية والتي استخدم ايعاز (Fillet Bead) بحيث تعرف منطقة اللحام كـــ (Beam) وبالتالي يمكن دراسة جميع القوى المؤثرة على منطقة اللحام ،فنلاحظ بالشكل (15) ان الاجهادات سوف تزداد على منطقة الحام بزيادة الحمل المسبق للبرغي تكون اعلى قيمة (11.3MPa) عند عزم مسبق (1225N.m) عند (Fillet Bead 2) في الجزء الاخر من وصلة الربط ذي النهاية المثبتة.



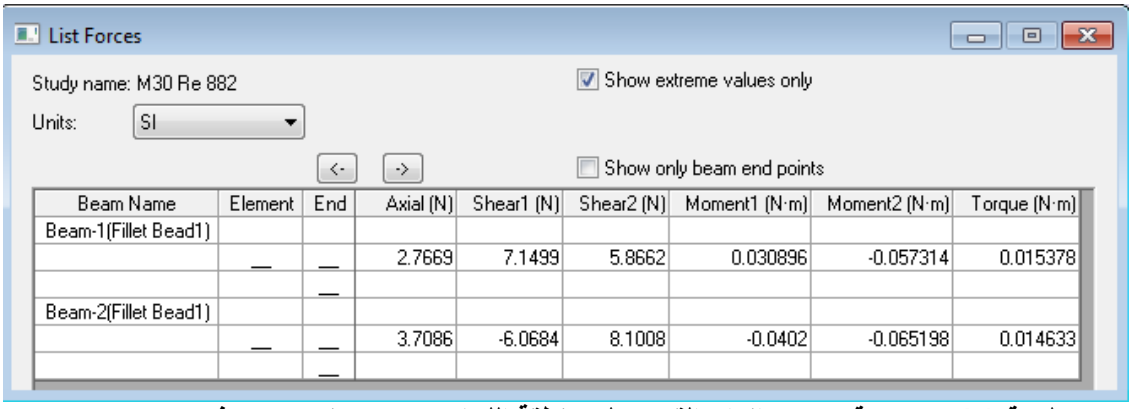
الشكل رقم (١٥): يوضح توزيع الاجهادات على منطقة اللحام (Bam) بتغير العزم المسبق للبرغي

أما جدول (٢,٣,٤) يمثل قيم جميع القوى المؤثرة على منطقة الاجهاد كـــ(Beam) بتغير الحمل المسبق للبرغي نلاحظ ان قوى القص (Shear2,1N) تزداد بزيادة الحمل المسبق للبرغيوالقوى المحورية (Axial N) تقل بزيادة العزم المسبق للبرغي ونلاحظ من الجدول ان القوى المؤثرة على(Fillet Bead 2) تكون دائما اكبر من القوى المؤثرة على (Fillet Bead 1) وذلك لتعرضها الى حمل اضافي وهو حمل التثبيت فضلاً عن الحمل الخارجي والحمل المسبق للبرغي.ان استخدام ميزات الحام في برنامج Solidwork يتيح لنا معرفة الكثير من الامور المهمة في سرعة التصميم ودقته.



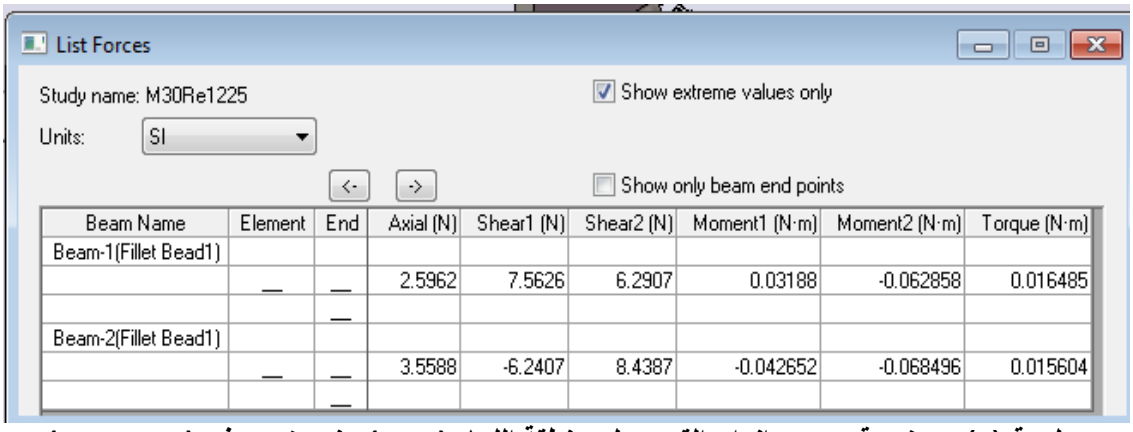
Beam Name	Element	End	Axial (N)	Shear1 (N)	Shear2 (N)	Moment1 (N·m)	Moment2 (N·m)	Torque (N·m)
Beam-1(Fillet Bead1)								
	__	__	2.8348	6.6218	5.501	0.028884	-0.049508	0.01413
		__						
Beam-2(Fillet Bead1)								
	__	__	3.72	-5.632	7.4221	-0.036066	-0.062859	0.013421
		__						

جدول رقم(٢): يوضح قيم جميع انواع القوى على منطقة اللحام (Bam) عند عزم برغي (588 N.m)



Beam Name	Element	End	Axial (N)	Shear1 (N)	Shear2 (N)	Moment1 (N·m)	Moment2 (N·m)	Torque (N·m)
Beam-1(Fillet Bead1)								
	__	__	2.7669	7.1499	5.8662	0.030896	-0.057314	0.015378
		__						
Beam-2(Fillet Bead1)								
	__	__	3.7086	-6.0684	8.1008	-0.0402	-0.065198	0.014633
		__						

جدول رقم(3): يوضح قيم جميع انواع القوى على منطقة اللحام (Bam) عند عزم برغي (882 N.m)



Beam Name	Element	End	Axial (N)	Shear1 (N)	Shear2 (N)	Moment1 (N·m)	Moment2 (N·m)	Torque (N·m)
Beam-1(Fillet Bead1)								
	__	__	2.5962	7.5626	6.2907	0.03188	-0.062858	0.016485
		__						
Beam-2(Fillet Bead1)								
	__	__	3.5588	-6.2407	8.4387	-0.042652	-0.068496	0.015604
		__						

جدول رقم(4): يوضح قيم جميع انواع القوى على منطقة اللحام (Bam) عند عزم برغي (1225 N.m)

الاستنتاجات

١-استخدام ميزة (Weld Check Plot) و(Pin / Bolt Check) في برنامج Solidwirk Simulation لدقة التصميم وسرعته.

٢-زيادة الحمل المسبق للبرغي يؤدي الى نقصان الفجوة (gap) بين طرفي وصلة الربط لانه يزيد من قوة الضغط على الوصلة وبالتالي زيادة قوة التثبيت ومنع انفصال قطعتي الوصلة عن بعضها بعضاً.

٣-تزداد الاجهادات والانفعالات على سطح الوصلة بزيادة الحمل المسبق للبرغي ولا سيما في المناطق المجاورة لثقب البرغي.

٤-تزداد قوى الاحتكاك باتجاة المحور Y بزيادة الحمل المسبق للبرغي .

٥-زيادة الحمل المسبق للبرغي يؤدى الى زيادة الاجهادات على منطقة اللحام التي تمثلت كـــ(Beam) ووضحت الجداول جميع القوى المؤثرة عليها.

٦- يوصي البحث بموثوقية المحاكاة بالبرنامج التحليلي Solidwork Simulation الذي يحتوي على ميزات عديدة تمكن المصمم من محاكاة النماذج المعقدة بسرعة ودقة عالية

References

Chambers, J. A. , 1995 ,Preloaded Joint Analysis Methodology for Space Flight Systems, NASA TM-106943, December.

Joseph E.Shigly.,Charles R Mischke., 1996"Standard Handbook of Machin Design" Second Edition,Mc Graw-Hill,inc.,New York.

Khashaba U.A.,Sallam H.E. 2006,"Effect of Washer Size and Tightening Torque on The Performance Of Bolted Joint In Composite Structures" Composite Structures pa,310-317.

Norman F, Knight,Jr .,Dawen R. ,2008"Simulating the Structure Response of a Preload Bolted Joint" American Institute of Aeronautics and Astronautics 092407.

Saman Fernando., 2001"An Engineering Insight to The Fundamental Behavior of Tensile Bolted Joints".,Ajax Technology Center, Steel Construction Volume35 ,Number 1, March.

The COSMOS Companion ,"Static Analysis of Welds and Weldments", volume 116,p 1-38.