

دراسة عددية لتأثير زيادة سماكة منطقة التمثفصل للشرائح الداخلية لسلسلة ناقل صفائحي على توزع الإجهادات

أ.د ميساء شاش

م.ايار خليل

(تاريخ الإيداع 2022/ 3/1 . قُبل للنشر في 2022/9/ 1)

□ ملخص □

تم في هذا البحث التوجه لمعرفة تأثير سماكة منطقة التمثفصل للشرائح (لصفائحي) الداخلية لسلسلة ناقل صفائحي مستخدم في آلة تشكيل العبوات في معامل مياه الشرب (معمل مياه الدريكيش) على كلٍ من الإزاحة (displacement) و الإجهادات المكافئة لفون ميسس (Equivalent Von mises stress) الناتجة، من خلال إجراء تحليل بطريقة العناصر المنتهية (FEA) وفق برنامج ANSYS عند طاقة انتاجية (7500bottles/hour) وذلك بسبب الانهيار الذي يتركز في الشرائح الداخلية لسلسلة الناقل نتيجة الاهتراء الميكانيكي الحاصل ضمن مواضع التمثفصل لهذه الشرائح، حيث تم اقتراح عدة نماذج، النموذج الأول يمثل شريحة (صفيحة) داخلية لسلسلة الناقل بالأبعاد والقياسات الأساسية للسلسلة، بينما النماذج الأخرى تم تصميمها بسماكات مختلفة ضمن منطقة التمثفصل cm (0.35 – 0.45 – 0.55) على التوالي دون التأثير على شروط عمل الناقل، ومن ثم إجراء مقارنة بين النتائج للتعرف على النموذج الأفضل. أظهرت النتائج أنه بازياد سماكة منطقة التمثفصل للشرائح الداخلية تتوزع الإجهادات المكافئة لفون ميسس الناتجة عن شروط التحميل ضمن مجال أكثر استقراراً وبشكل أكثر تقارباً في نتائج توزعه ضمن مناطق التأثير مما يؤدي إلى انخفاض في قيمته العظمى ضمن التأثير الحرج .

الكلمات المفتاحية: تحليل العناصر المنتهية، اجهاد فون ميسس، الناقل الصفائحي،

*أستاذة- كلية الهندسة التقنية- جامعة طرطوس - طرطوس- سورية .

**مهندسة حاصلة على إجازة في الماجستير -كلية الهندسة التقنية - جامعة طرطوس- طرطوس- سورية .

A numerical study of the effect of increasing the thickness of the separation area of the inner slices of a plate conveyor chain on the distribution of stresses

PH.Maysaa shash*
E. Ethar Khalil**

(Received 1/3/ 2022 . Accepted 1/9/ 2022)

□ ABSTRACT

In this research, it was directed to find out the effect of the articulation area thickness of the internal slices of a plate conveyor chain used in the packaging machine in drinking water factories (Dreikesh water factory) on both the displacement and the resulting Equivalent Von-Mises stresses by performing a numerical analysis in a finite element method by using ANSYS at production ability (7500 bottles/hour). This is due to failure that is concentrated in the internal slices of the conveyor chain as a result of the mechanical wear that occurs within the joint positions of these slices, where several models were proposed. The first model represents an internal slices of the conveyor chain with the basic dimensions and measurements of the chain, while the other models were designed with different thicknesses within the articulation area (0.35 – 0.45 – 0.55 cm) respectively without affecting on the working conditions of the conveyor. And then a comparison was made between the results to identify the model that appears the best performance. The results showed that the increase in the thickness of the articulation area of the inner slices, the Von-Mises Equivalent stresses resulting from the loading conditions are distributed within a more stable field and more closely in the result of its distribution within the influence areas, which leads to a decrease in its maximum effective value within the critical effect.

Keywords: Finite elements analysis, Von-Mises stress, plate conveyor,

*professor-faculty of technical engineering, Tartous University, Tartous, Syria.

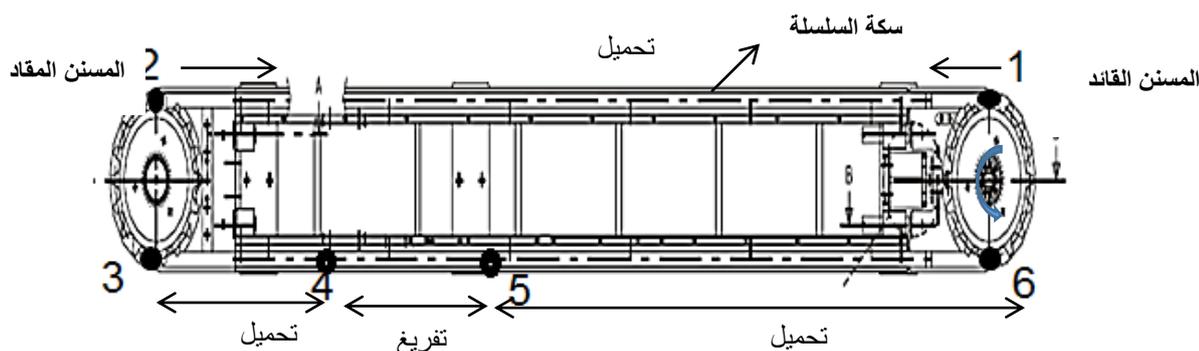
**Engineer, Master's degree holder - faculty of technical engineering, Tartous University, Tartous, Syria

1. المقدمة:

تستخدم الناقل بأنواعها المختلفة في المصانع و المعامل و مختلف المنشآت الصناعية بهدف نقل المواد سواء القابلة للانهييار (الفحم، الرمل، وغيرها) أو القطعية (الأنيبيب وعناصر الآلات) و نظراً للارتباط الوثيق بين أعمال النقل مع خطوط الإنتاج ليشكلان معاً مجموعة متكاملة ، لذلك فإن تنظيم عمليات النقل بشكل دقيق أمر ضروري لإنجاح العمل و زيادة الإنتاج . [1]

تُعد السلسلة في الناقل الصفائحي عنصر هام و يميز منها عدة أنواع كالسلاسل التدرجية ، المسننة ، السلاسل ذات الجلب ، سلاسل روتاري [2] ، وتكمن أهميتها في أنها تشكّل نظام الشد الذي يعد الجزء الأساسي والهام لأن أي ضرر به يقود إلى إيقاف الناقل عن العمل [1]

تتعرض السلسلة خلال حركتها التدرجية إلى مقاومات الحركة وإلى مركبة قوة الثقالة الطولية للمادة وأخرى لأجزاء الناقل المتحركة و التي تؤثر على قيمة قوة شد الناتجة في مفاصل سلسلة للناقل الصفائحي. وتتعين قوى الشد عند كافة النقاط بدءاً من النقطة التي يغادر منها عنصر الشد المسنن القائد والمسير باتجاه حركة الناقل وفق العلاقة التالية: إن قوة الشد في النقطة التالية تساوي مجموع قوة الشد في النقطة السابقة وقوة مقاومة الحركة للجزء الواقع بين النقطتين $S_{i+1} = S_i + W_{i-(i+1)}$.[3]



الشكل (1) مسار حركة سلسلة الناقل مع تحديد نقاط الشد

ومن أجل تنفيذ هذا البحث تم استخدام طريقة العناصر المنتهية (Finite Elements Analysis) EFA التي يمكن أن تطبق على أي وسط مستمر مثلاً : منشأ هيكلي ، حتمي ، وسط سائل ، أو أي مسألة فيزيائية قابلة للوصف . تُعد هذه الطريقة أسلوباً عددياً لحل جملة من المعادلات التفاضلية العادية أو الجزئية ، وتعتمد على فكرة تقسيم الوسط المدروس إلى عدد من الأشكال الهندسية (مثلث ، مستطيل ...) وكل مثلث يسمى عنصر منتهي (Finite Element) ، ليتم استنتاج سلوك الوسط المستمر الذي تحكمه جملة من المعادلات التفاضلية الجزئية أو الكلية المدروسة من التجميع المباشر للحلول العددية للأجزاء أو العناصر المشكلة له . [4]

و اعتماد معيار الانهيار الاجهاد الفعال (Von Misses Stress Failure Criteria) للتأكد فيما إذا كان التصميم سوف يتحمل شروط التحميل المطبقة. ينص هذا المعيار على مقارنة أقصى قيمة لإجهاد فون ميسس (الإجهاد الفعال) مع قيمة إجهاد الخضوع للمادة وفقاً للعلاقة $(\sigma_v \leq \sigma_v)$ فعندما تتجاوز قيمة إجهاد فون ميسس قيمة إجهاد الخضوع عندئذ يعتبر التصميم غير آمن [5].

بالرغم من أنه لا توجد أي دراسة مشابهة لهذه الدراسة التي تتناول تأثير السماكة الخارجية لشريحة السلسلة المصنعة من سبائك الألومنيوم على سلوكها الميكانيكي، إلا أن الباحث [6] Haris et al قد أشار في دراسته بعنوان تحليل الانهيار بطريقة العناصر المنتهية للنواقل بسلسلة ذات الوصلات (conveyor chain links) المصنعة من الفولاذ منخفض الكربون إلى أن الإجهادات الأعظمية تتركز في المنطقة الخارجية لصفحة السلسلة وزيادة سماكة الصفحة الخارجية لسلسلة الناقل يمكن تخفيض الإجهادات ، كما أشار الباحثان [7] Kadam and Deshpande في دراستهم لعنصر شد سلسلة الناقل المصنعة من المواد المركبة إلى ذات الأمر .

كما أشار الباحث [8] Jagtap et al في بحثه بعنوان دراسة للنواقل ذات السلاسل الدوارة تحت تأثير حمولة شد باستخدام طريقة العناصر المنتهية ، حيث تم تعريض إحدى نهايات وصلة السلسلة لقوة شد وفق المحور (Z) ونتج عن التحليل تركيز الإجهاد بقم كبير في النموذج ضمن منطقة حرجة تشابه منطقة حصول الانهيار الحقيقي للوصلة ، وهذا يتفق مع النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة. وأيضاً أشار الباحث [9] Barge e al في بحثه بعنوان تحسين تصميم وصلة السلسلة الدوارة المستخدمة في صناعة السكر أن بتقليل وزن الوصلة الخارجية للسلسلة من خلال تغيير شكل الوصلة فإن ذلك يحقق توفير في المادة حوالي (72g) لكل وصلة و (1.2kg) لكل 1m من طول السلسلة .

2- أهمية وهدف البحث :

نتيجة مقاومات الحركة التي تتعرض لها سلسلة الناقل الصفائحي في معامل مياه الشرب خلال العمل والتي تؤثر على قيم قوى الشد التي تتركز في مواضع التمثصل بين صفائح سلسلة الناقل وذلك في حالة التحميل والتفريغ مسبباً إجهادات تؤدي لاهتراء ميكانيكي يتركز في مفاصل الصفائح الداخلية دون الخارجية ، يعز ذلك إلى أن الناحية التصميمية للصفائح الداخلية تتطلب وجود ثقب يتوضع ضمنه برغي من أجل تقييد حركة الورد ضمن مفصل الصفحة الداخلية والخارجية كما هو موضح في الشكل (2) و ذلك لضمان حركة منتظمة لسلسلة الناقل على السكة خلال العمل .

لذلك هدّف البحث إلى دراسة كل من الحالة الإجهادية و الإزاحة للناقل الصفائحي ضمن مواضع التمثصل للصفائح الداخلية بطريقة العناصر المنتهية FEA لتحديد السماكة المناسبة لمنطقة التمثصل بشكل يضمن تخفيض الإجهادات الناتجة والإزاحة ، دون أن يؤثر ذلك على سير العمل .

3- مواد وطرق البحث:

3 - 1 سلسلة الناقل: يستخدم في آلة تشكيل العبوات في معمل مياه الشرب سلسلة صفائحية

تدرجية ، وكما هو موضح في الشكل (2) تتم فصل الصفائح الداخلية لسلسلة الناقل مع الصفائح الخارجية عن طريق وصلات وتدّية .



الشكل (2) عنصر الشد في الناقل الصفانحي مع أجزائه

تتألف سلسلة الناقل كما هو موضح في الشكل (2) من العناصر الموضحة أدناه :

الجدول (1) أجزاء عنصر الشد للناقل الصفانحي

أجزاء سلسلة الناقل	
الرقم	التوضيح
1	صفحة داخلية
2	صفحة خارجية
3	الوتد
4	محمل تدرجي جانبي
5	حلقة نحاسية (محددات الحركة)
6	برغي تثبيت
7	محمل تدرجي في منتصف الصفحة

وفي التحليل بطريقة العناصر المنتهية تم اعتماد الخواص الميكانيكية لسبيكة الألمنيوم 7075(AL – Zn) و

الموضحة في الجدول أدناه : [10]

الجدول (2) خواص سبيكة الألمنيوم 7075

Density (kg/m^3)	Young's Modulus[Gpa]	Poisson's Ratio
2810	71.7	0.33

2-3 برنامج ANSYS لتصميم نماذج ثلاثية الأبعاد لصفحة داخلية لسلسلة الناقل :

تم في هذا البحث اعتماد عدة نماذج ثلاثية الأبعاد لصفحة داخلية لسلسلة الناقل مع مراعاة عدم التأثير سلباً على كهروميكانيكية العمل ضمن آلة تشكيل العبوات ، النموذج الأول يمثل النموذج الحقيقي وفق الأبعاد والقياسات الأساسية للسلسلة كما هو مبين في الجدول (3) ، بينما تم تغيير قيم السماكة الخارجية لمفصل الصفحة الداخلية في النماذج الثلاثة المتبقية كما هو مبين في الجدول (4) ، حيث تم زيادة السماكة (C_0) في النموذج (1) بمقدار

(1mm) وبقيمة (2mm) في النموذج (2) مع الحفاظ على القيمة الحقيقية لنصف قطر المفصل ($R = 7mm$)، ويهدف تجنب احتمالية حصول احتكاك بين جسم الصفيحة الداخلية مع سكة السلسلة خلال حركتها تم تقليل نصف قطر المفصل ليصبح (6mm) وذلك عند زيادة السماكة (C_0) بقيمة (3mm) في النموذج (3)، وجميع ما ذكر دون التأثير على البعد بين محوري مفصلي الصفيحة (a) للحفاظ على الطول الكلي للسلسلة، كما هو مبين في الشكل (3).

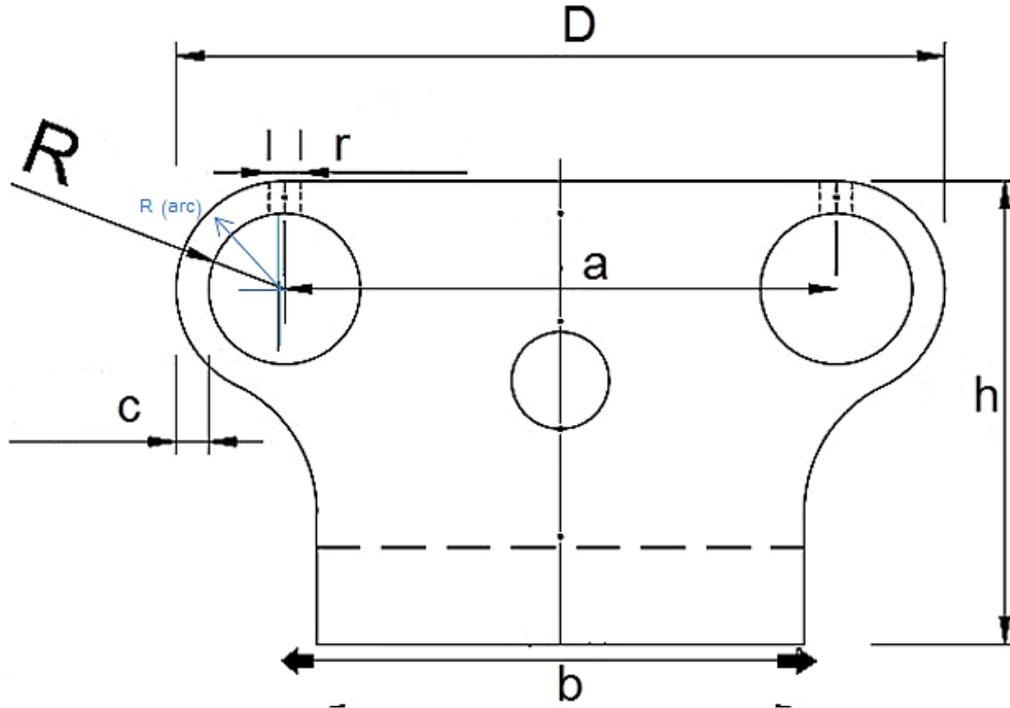
الجدول (3) أبعاد النموذج الحقيقي

رموز الأبعاد مع التوضيح	قيم الأبعاد [cm]
L طول الشريحة	12.8
B عرض الشريحة	4.5
h ارتفاع الشريحة	4.3
a البعد بين محوري مفصلي الشريحة	5.1
D البعد الخارجي لمنطقة التمثفصل	7
R نصف قطر المفصل	0.7
r نصف قطر الثقب	0.2
C_0 السماكة الخارجية للمفصل	0.25

الجدول (4) قيم السماكة في كل نموذج

	النموذج الحقيقي	النموذج (1)	النموذج (2)	النموذج (3)
	C_0	C_1	C_2	C_3
C [cm]	0.25	0.35	0.45	0.55
R [cm]	0.7			0.6

تم توضيح منطقة التمثفصل مع الأبعاد من خلال الرسم الهندسي للمسقط الأمامي للصفيحة الداخلية (الشكل 3) ، يجدر بالذكر أن التعديل الذي يحصل على البعد الخارجي لمنطقة التمثفصل (D) بسبب قيم السماكة (C_0, \dots, C_3) مرتبط بالبعد (R_{arc}) .



الشكل(3) المسقط الأمامي للصفحة الداخلية

3-3 إجراء التحليل :

بعد إعداد النماذج تم إجراء التحليل حيث تم تحديد الشروط الحدية (أسطح الاستناد ، أسطح التحميل) بهدف تعريف الظروف المادية الفعلية للصفحة الداخلية لسلسلة الناقل [5] ومن ثم توحيد هذه الشروط لجميع النماذج (النموذج الحقيقي ، النماذج الثلاث المقترحة) للتمكن من إجراء مقارنة بين نتائج التحليل و بالتالي معرفة النموذج الأفضل والذي يحقق تخفيض كُلي من الإجهادات والإزاحة الناتجة عن الحمولة المطبقة .

يوضح الجدول التالي عدد العقد (nodes) والعناصر (element) المستخدمة في التحليل وفقاً لطريقة العناصر المنتهية ، وذلك عند معامل تنعيم (Refinement) يبلغ 2 .

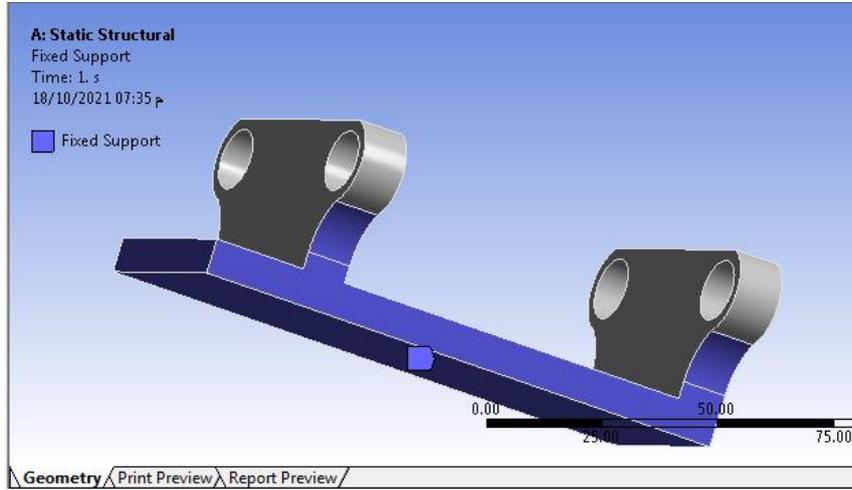
الجدول(5) عدد العقد والعناصر المعتمدة في كل نموذج

Refinement=2				
Thickness	C_0	C_1	C_2	C_3
Nodes	17433	17776	18197	18466
Element	8665	8864	9064	9246

3-3-1 أسطح الاستناد :

تعتبر أسطح الاستناد من الشروط الحدية في تحليل العناصر المنتهية يتم من خلالها تقييد جميع درجات الحرية للعنصر المختار أي منع حركته في أي اتجاه [5]، و منه تم تثبيت السطوح الموضحة في الشكل (4) للصفحة الداخلية مما يقيد حركة الصفحة الأمر الذي يساهم في تضيق منطقة توزع الإجهادات لتصبح الإجهادات موزعة

بمعظمها ضمن منطقة التمثفصل المماثلة لمنطقة الانهيار في العينة الحقيقية كما هو مبين في الشكل (5)، وبالتالي محاكاة الظروف التي تتعرض لها الصفيحة الداخلية لسلسلة الناقل .



الشكل (4) سطوح الاستناد

يوضح الشكل التالي الانهيار الحاصل في منطقة التمثفصل لشريحة داخلية خُرِجت عن الخدمة



الشكل (5) الانهيار الحقيقي في منطقة التمثفصل لعينة مستخدمة

3-3-2 حساب القوى المؤثرة :

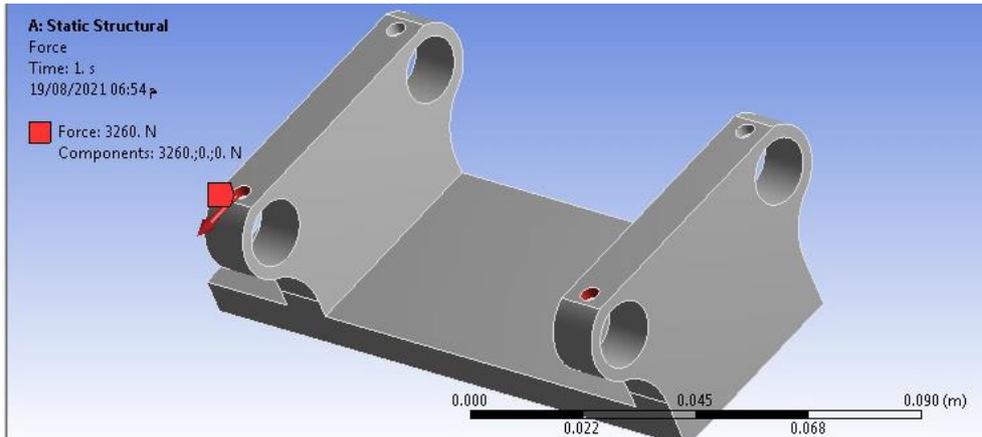
تم حساب القوى المؤثرة التي تتعرض لها سلسلة الناقل الصفائحي وفقاً للعلاقة التالية: $S_{i+1} = S_i + W_{i-(i+1)}$
 لتكون القيم المستنتجة موضحة في الجدول التالي :

الجدول (5) قيم قوة الشد عند النقاط

قوة الشد	[N]
$S_1 = S_{min}$	5971
S_2	6007
S_3	6488
S_4	6494
S_5	6500
$S_6 = S_{max}$	6521

وبالتالي فإن قيمة الحمولة المطبقة تعادل $F_X = \frac{S_6}{2} = 3260$ (N) ، جهة هذه القوة باتجاه آلية الشد .
 تعد سطوح التحميل من الشروط الحديدية في التجربة حيث طبقت الحمولة (F_X) على المحيط الداخلي لثقوب الشريحة الداخلية وذلك بما إنها منطقة التماس مع الشرائح الخارجية والتي يتركز فيها تأثير قوة الشد كما هو موضح في الشكل أدناه

الشكل (6) أسطح التحميل



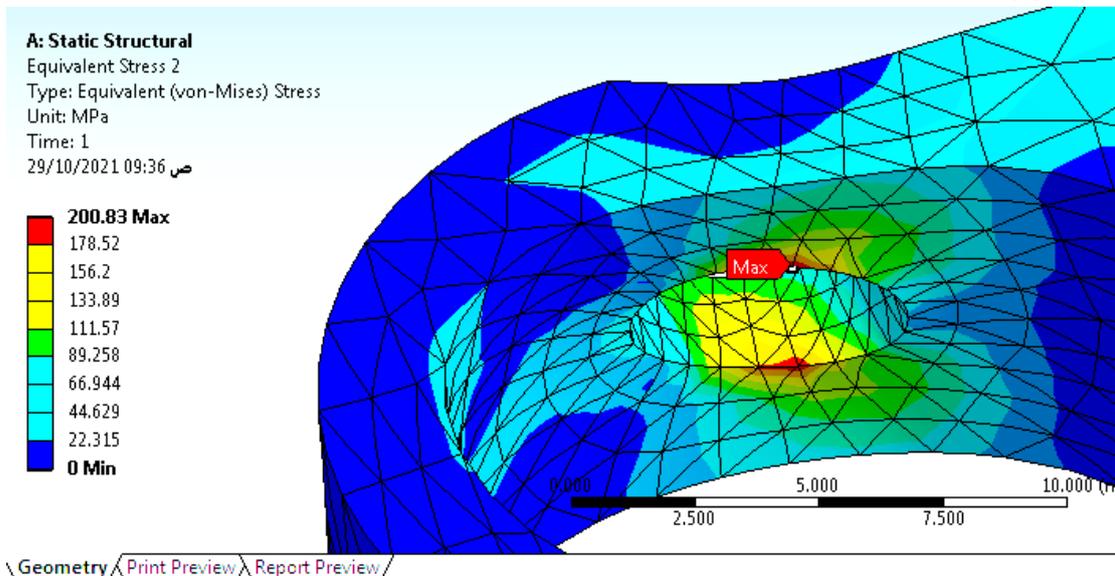
4. النتائج والمناقشة:

- من خلال تطبيق التحليل بطريقة العناصر المنتهية باستخدام (ANSYS) تم استنتاج ما يلي :
- 1-منطقة التأثير الحرج (المناطق الحمراء) التي يتركز فيها الإجهاد المكافئ لفون ميسس بقيم كبيرة والتي تُمثّل منطقة الانهيار الحاصلة في إحدى عينات المعمل التالفة الموضحة في الشكل (5) .
 - 2-معرفة تأثير بارامتر السماكة على مجال التأثير الحرج وقيمته (الإجهاد المكافئ لفون ميسس ، الإزاحة) وكانت النتائج في كل نموذج كالتالي :

4-1 تحليل الإجهادات :

أ- للنموذج الحقيقي :

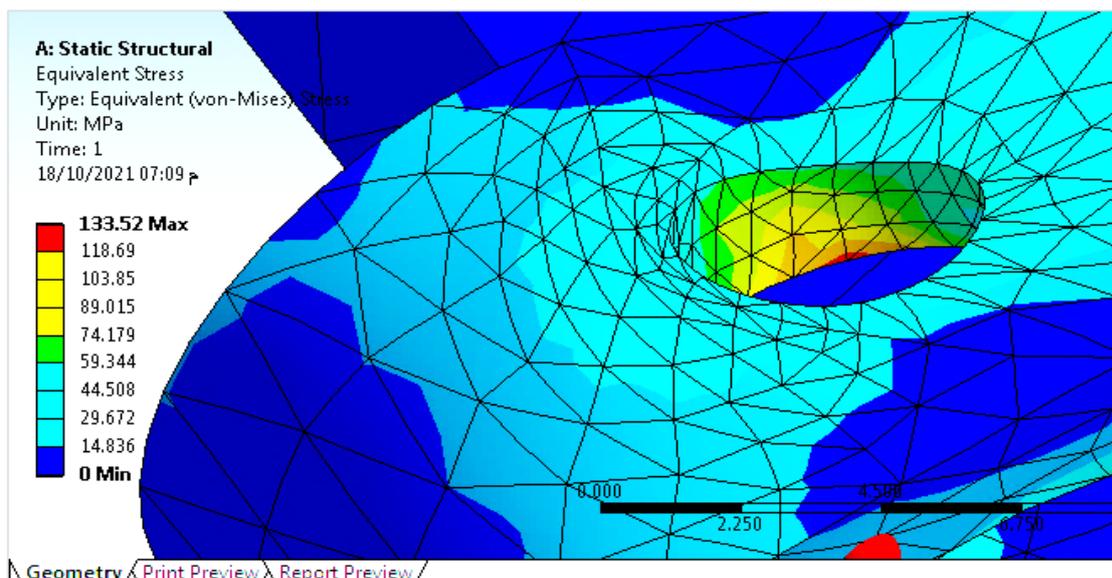
تتعرض الصفيحة الداخلية لسلسلة الناقل عند سماكة c_0 لإجهادات تتركز في منطقة التحميل المماثلة لمنطقة الانهيار الحقيقي والتي تبلغ أقصى قيمة لها ($\sigma_v = 200.83Mpa$) كما هو مبين في الشكل (7)



الشكل(7)توزع اجهاد فون ميسس المكافئ في النموذج الحقيقي ($c_0 = 0.25cm$)

ب- النموذج الأول :

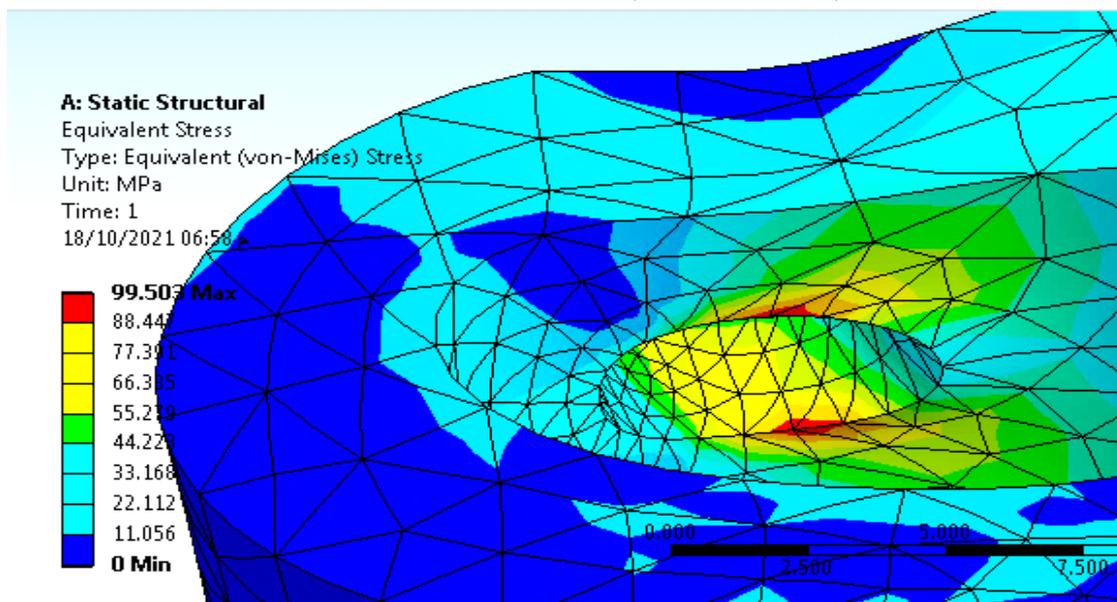
في هذا النموذج تم زيادة سماكة منطقة التمثصل (1mm) لتصبح السماكة ($c_1 = 0.35cm$) أظهرت نتيجة التحليل بطريقة العناصر المنتهية تخفيض للإجهادات المتركرة في منطقة الانهيار لتصل إلى ($\sigma_v = 133.52Mpa$) .



الشكل(8)توزع اجهاد فون ميسس المكافئ في النموذج الأول ($c_1 = 0.35\text{cm}$)

ج- النموذج الثاني :

هنا تم زيادة سماكة منطقة التمثفصل (2mm) إلى (c_0) ، أظهرت نتيجة التحليل عند سماكة ($c_2 = 0.45$) انخفاض أكبر في قيم الإجهادات مقارنة مع نتيجة النموذجين السابقين لتصل إلى القيمة ($\sigma_v = 99.5\text{Mpa}$).

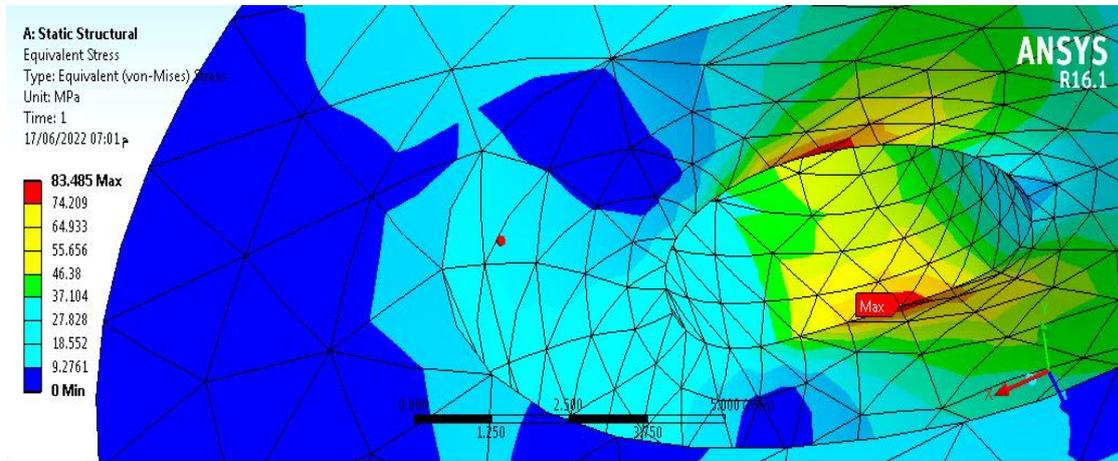


الشكل(9)توزع اجهاد فون ميسس المكافئ في النموذج الثاني ($c_2 = 0.45\text{cm}$)

د - النموذج الثالث :

كما هو موضح في المخطط (4) تم زيادة سماكة منطقة التمثفصل بمقدار 3mm إلى السماكة (C_0) من خلال تقليل قطر مفصل الشريحة الداخلية (R) مع الحفاظ على الطول الكلي للسلسلة الناقل بسبب عدم التعديل على البعد (a) مما يمنع التأثير على آلية سير العمل ضمن آلة تشكيل العبوات و ذلك موضح في الشكل (3) لوحظ أن النتيجة الأفضل تم تحقيقها في هذا

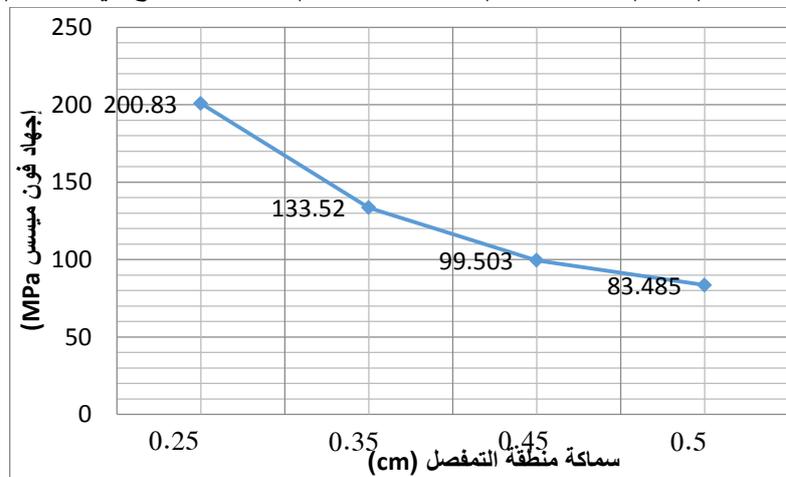
النموذج حيث انخفضت أقصى قيمة لإجهادات فون ميسس لتصل إلى القيمة
 $(\sigma_v = 83.48\text{Mpa})$.



الشكل(10)توزع إجهاد فون ميسس المكافئ في النموذج الثالث ($c_3 = 0.55\text{cm}$)

2-4 نتائج تأثير سماكة منطقة التمثصل على توزع الإجهادات :

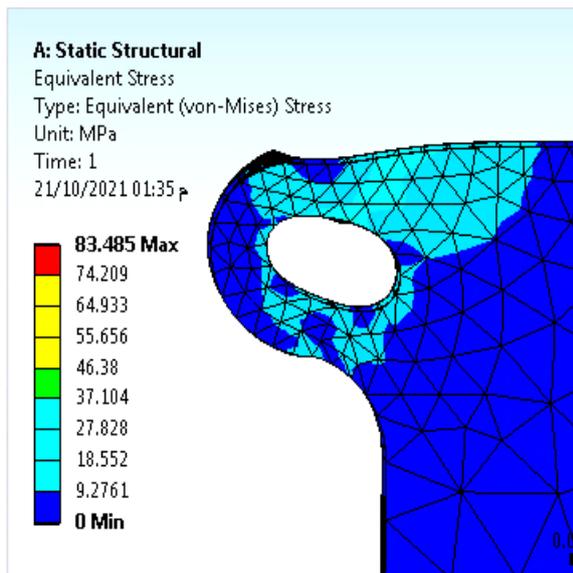
أكدت النتائج التي تم التوصل إليها عند تحليل الإجهادات بطريقة العناصر المنتهية (FEM) أن زيادة سماكة منطقة التمثصل (منطقة الانهيار) للشرائح الداخلية لسلسلة الناقل يساهم في تحقيق توزع أكثر تجانساً لإجهادات فون ميسس المكافئة ، الأمر الذي يؤدي إلى تخفيض القيمة الحرجة لهذه الإجهادات والتي تناقصت تدريجياً لتبلغ نسبة التخفيض (58%) عند السماكة ($c_3 = 0.55\text{cm}$) كما هو موضح في الشكل (11)



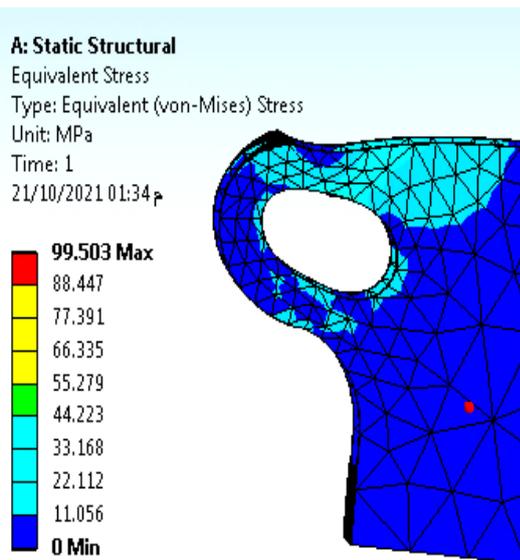
الشكل (11) منحنى إجهاد فون ميسس المكافئ لجميع النماذج

هذا التخفيض الذي تم تحقيقه في توزع الإجهادات يساهم في التقليل من شدة التشوه الحاصل عند ثقب المفصل تحت تأثير الحمولة المطبقة .

حيث يلاحظ في الشكل (12-أ) حصول تضيق عند حواف ثقب المفصل (انخماص في المادة) ، يترافق مع تشوه في شكل المفصل ليصبح بيضاوي للنموذج الحقيقي وهذا يماثل شكل الانهيار لعينة حقيقية تمثل شريحة داخلية خرجت من الخدمة كما هو موضح في الشكل (5).



الشكل (12-ب) التشوه عند $c_1 = 0.35\text{cm}$



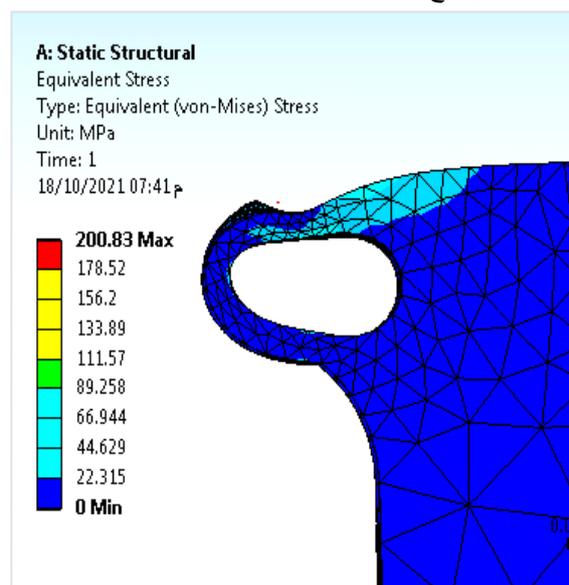
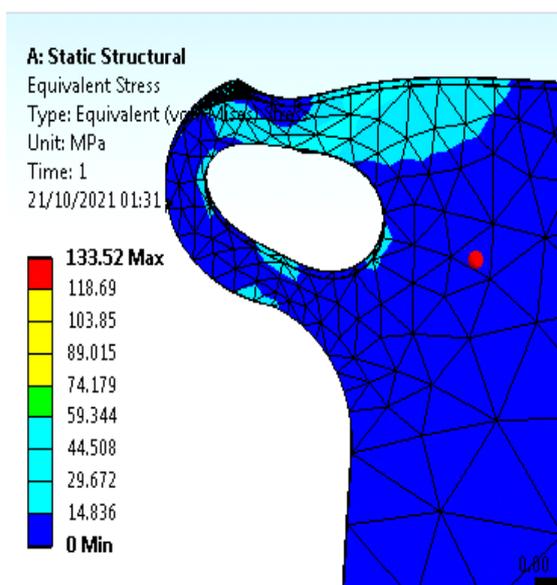
الشكل (12-أ) التشوه عند $c_0 = 0.25\text{cm}$

الشكل (12-د) التشوه عند $c_3 = 0.55\text{cm}$

الشكل (12-ج) التشوه عند $c_2 = 0.45\text{cm}$

الشكل (12) شكل التشوه عند سماكات مختلفة لمنطقة التمثيل

و مع الزيادة التدريجية لسماكة منطقة التمثيل



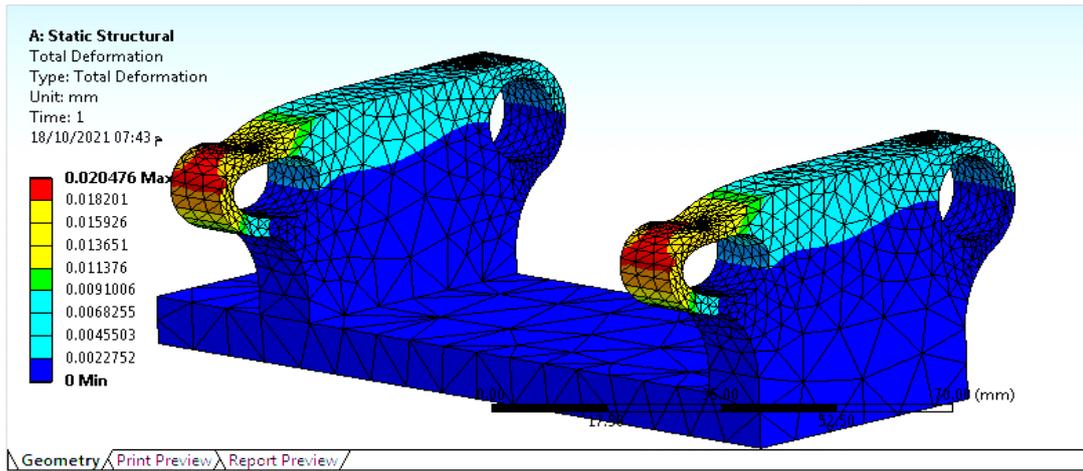
تم التخفيف من التصيق الحاصل عند ثقب المفصل كما

هو مبين في الأشكال (12-ب، ج، د) مع بقاء حصول التشوه في مفصل الشريحة بيضاوي والذي يعزى إلى التصميم المتبع في انتاج الصفائح الداخلية لسلسلة الناقل والذي لا يمكن التعديل عليه أكثر من التأثير على البعد (C)، لأنه في حال تم الاتجاه إلى انشاء تصميم جديد ومختلف كلياً عن التصميم المستخدم حالياً فإن ذلك يؤدي إلى سلسلة من العمليات التصميمية المتتابعة لكافة عناصر آلة تشكيل العبوات لارتباطها المتناسق فيما بينها أثناء العمل من الناحية الميكانيكية و الكهربائية .

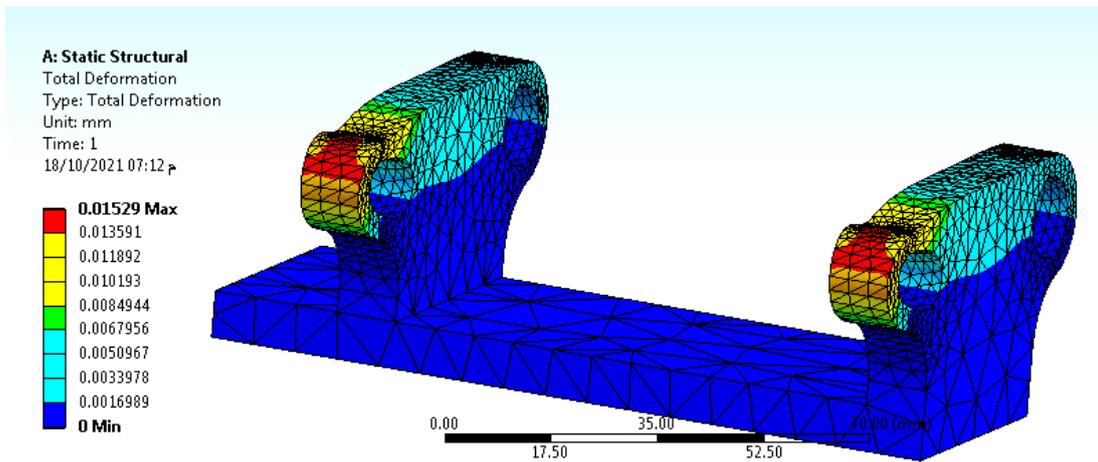
3-4 نتائج تحليل الإزاحة :

كانت نتائج الإزاحة وفق الشروط الحديدية المطبقة والموحدة في جميع التجارب المنفذة للنماذج السابقة بطريقة العناصر المنتهية لوحظ ما يلي :

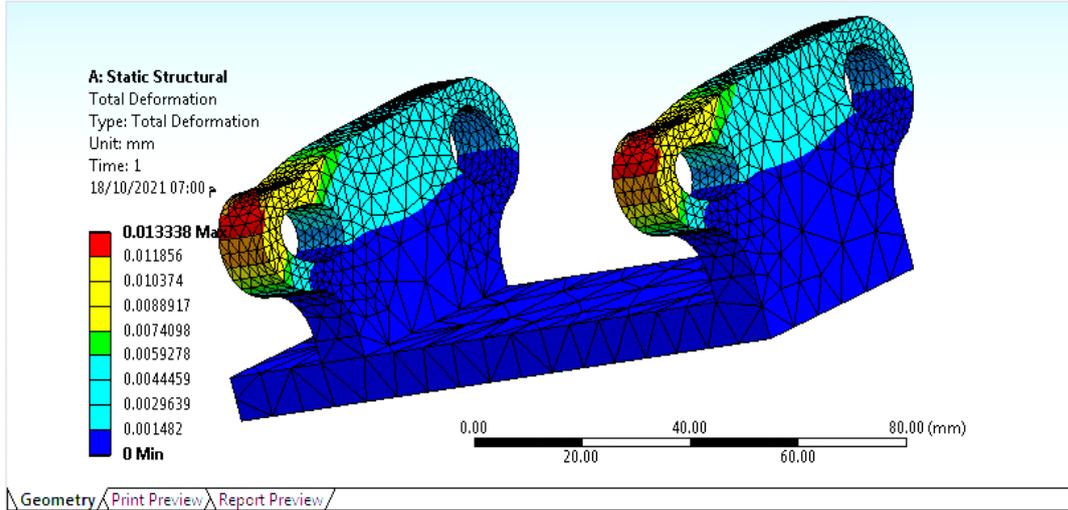
- أ- النموذج الحقيقي: بلغت الإزاحة الكلية الأعظمية عند السماكة (C_0) القيمة ($d = 0.02mm$) كما هو مبين في الشكل (13) ، وكانت معظمها مركزة وفق اتجاه التحميل (x) بقيمة ($d_x = 0.019mm$)

الشكل (13) الإزاحة عند $c_0 = 0.25cm$

- ب- النموذج الأول: إن زيادة سماكة منطقة التمثصل بمقدار 1mm ، ساهم في تخفيض الإزاحة الناتجة عن الحمولة المطبقة لتبلغ الإزاحة الكلية الأعظمية عند السماكة (C_1) القيمة ($d = 0.015mm$) وأغلبها وفق المحور (x) بقيمة ($d_x = 0.0148mm$) .

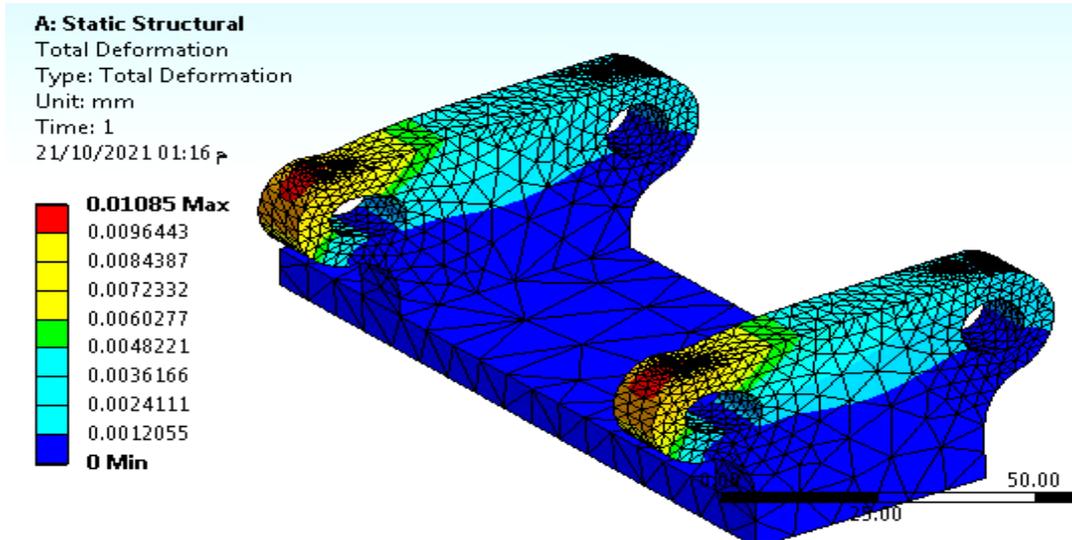
الشكل (14) الإزاحة عند $c_1 = 0.35cm$

- ت- النموذج الثاني : عند السماكة ($C_2 = 0.45cm$) لمنطقة التمثصل لوحظ تحقيق انخفاض بالإزاحة لكلية لتبلغ ($d = 0.0133mm$) و مركبة الإزاحة وفق المحور (x) بقيمة ($d_x = 0.0131mm$) .



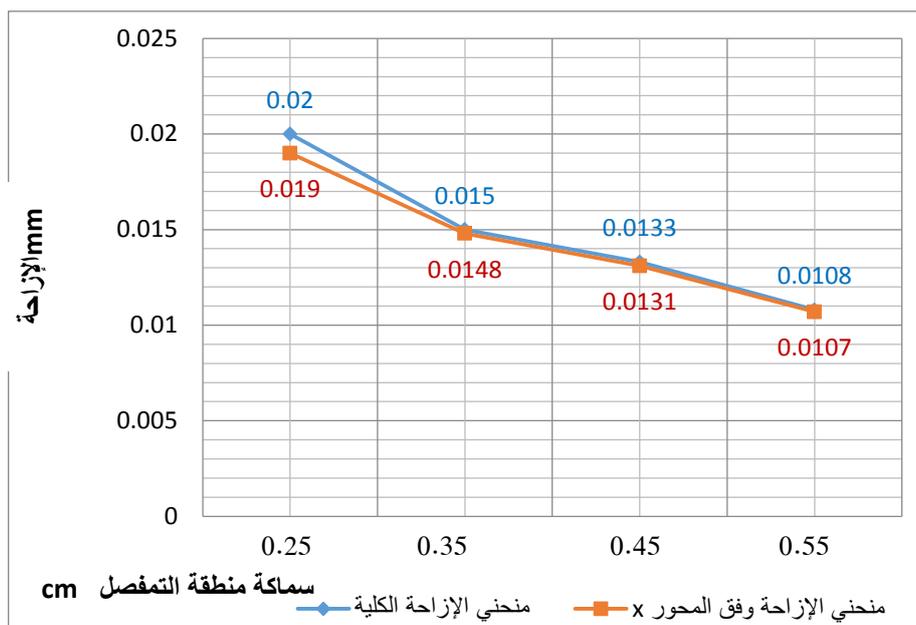
الشكل (15) الإزاحة عند $c_2 = 0.45\text{cm}$

ج- النموذج الثالث : في هذا النموذج حتى يتم تحقيق أكبر زيادة ممكنة في سماكة منطقة التمثفصل مع مراعاة ظروف العمل الناقل الصفائحي ضمن آلة تشكيل العبوات تم تقليل قطر مفصل الشريحة الداخلية للناقل مع الحفاظ على الطول الكلي لسلسلة الناقل لتصبح قيمة السماكة في هذا النموذج $(C_3 = 0.55\text{cm})$ ، بلغت قيمة الإزاحة الإجمالية $(d = 0.0108\text{mm})$ و المركبة وفق المحور (x) $(d_x = 0.0107\text{mm})$.



الشكل (16) الإزاحة عند $c_3 = 0.55\text{cm}$

يستنتج مما سبق أن الزيادة التدريجية لسماكة منطقة التمثفصل ساهم في تخفيض الإزاحة الكلية الناتجة عن الحمولة في جميع النماذج عند تطبيق نفس الشروط الحدية لتبلغ نسبة التخفيض (50%) في النموذج الثالث بسماكة معظم هذه النسبة وفق المحور (x) والتي بلغت (43%) . كما هو موضح في الشكل (17) $(C_3 = 0.55\text{cm})$.



الشكل (17) منحني الإزاحة

5. الاستنتاجات و التوصيات:

يُستنتج من التحليل بطريقة العناصر المنتهية باستخدام (ANSYS) والتي نُفِّدَت على أربع نماذج (نموذج حقيقي ، 3 نماذج مقترحة) :

- 1- أن زيادة سماكة منطقة التمثصل للشريحة الداخلية لسلسلة الناقل الصفائحي المستخدم في آلة تشكيل العبوات في معامل مياه الشرب ، ساهم بشكل ملحوظ في تخفيض إجهادات فون ميسس .
- 2-أفضل نتائج (الإجهادات ، الإزاحة) حُقِّقت عند السماكة $(C_3 = 0.55\text{cm})$.
- 3-انخفضت إجهادات فون ميسس بنسبة (58%) عند السماكة (C_3) .
- 4-انخفضت الإزاحة الكلية بنسبة (50%) عند السماكة (C_3) .
- 5-أكبر قيمة لمركبة الإزاحة كانت وفق اتجاه الحمولة المطبقة أي وفق المحور (x) عند السماكات (C_3, C_2, C_1)
- 6-انخفضت مركبة الإزاحة (d_x) بنسبة (43%) عند السماكة (C_3) .
- 7- إن إنتاج شرائح داخلية وفقاً للسماكة (C_3) لن يؤثر على التكلفة الإجمالية للإنتاج وذلك لأنه يمكن تحقيقه في مرحلة الخراطة.
- 8-تم في هذا البحث دراسة عددية لتأثير سماكة منطقة التمثصل لشريحة داخلية لسلسلة ناقل صفائحي يستخدم في آلة تشكيل العبوات في معامل الشرب بهدف دراسة الحالة الإجهادية للناقل الصفائحي في مواضع

- التمفصل بطريقة العناصر المنتهية FEA لتحديد السماكة المناسبة لمنطقة التمفصل بشكل يضمن تخفيض الإجهادات الناتجة ، دون أن يؤثر ذلك على سير العمل .
ونوصي بتوسيع البحث ليشمل ما يلي :
- 1- إجراء دراسة عملية من خلال تصنيع عينة لشريحة داخلية وفق الأبعاد المقترحة في النموذج الثالث ، بهدف معرفة تأثير السماكة على العمر الخدمي للشريحة .
 - 2- العمل على تحسين الخواص الميكانيكية للمادة المستخدمة سواء بإجراء المعالجات الحرارية المناسبة أو تغيير طريقة الصب المتبعة ، أو من خلال اضافة عناصر سبائكية إلى المادة ، مع إجراء الاختبارات الاتلافية .
 - 3- التوجه إلى تنفيذ دراسة ميكانيكية رياضية لكامل السلسلة تحت تأثير قوى الشد مع الأخذ بعين الاعتبار القوى في المسنن القائد والمقاد وأقطار محاور التثبيت .

References

- [1] Jones, L. 1971, *Mechanical Handling with Precision Conveyor Chain. Hutchinson* .
- [2] الأحمده،نوفل. 2010-2009، *تصميم الآلات 2* . مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية -جامعة تشرين ، سورية .
- [3] زلمة،مطانس. 1991-1990، *آلات الرفع والنقل* . جامعة حلب .
- [4] Alexander.E, Jean .L.G.2004. *Theory and practice of finite elements* (pp.3-517) . New York.
- [5] Moaveni, S. (2011). *Finite element analysis theory and application with ANSYS*, 3/e. Pearson Education India.
- [6] Haris,N,;Wahab,M,S;Talip,A.2014,*Failure Analysis of Conveyor Chain Links: A Case Study*, Trans Tech Publications ,Switzerland , Vols. 465-466 ,pp 725-729
- [7] Amol J. Kadam,, & Dr. Shailesh V. Deshpande. (2015). *Design and Analysis of conveyor chain link using composite material: a Review. IJIERT* - International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology, Special Issue [RTME-15].
- [8] Jagtap M. D. 1, Gaikwad B. D.2, Pawar P. M.2014, *Study of Roller Conveyor Chain Strip under Tensile Loading, Journal Of Modern Engineering Research* (IJMER), Vol. 4, pp 61-66 .
- [9] Barg,P,R; Gaikwad M,U.2016, *Design Optimization of Roller Chain Link Plate Used in Sugar* . International Research Journal of Engineering and Technology [IRJET] . India .Vol .3,No.2,482-487 .
- [10] ASM International Handbook.1990,*Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-purpose Material*.Vol.2,pp137-138.