ISSN 1999 - 8716
Printed in Iraq

مجلة ديالى
للعلوم الهندسية

المؤتمر العلمي الهندسي الأول
كلية الهندسة – جامعة ديالى
٢٢-٢٣ كانون الأول ٢٠١٠
الصفحات: ٥٥-٦٥

فشل القوالب تحت تأثير ممركزات الإجهاد المختلفة عند الأحمال الساكنة والمتغيرة

د.مصطفى احمد رجب — **أستاذ مساعد**
علاء أحمد مجيد — **مدرس**
المعهد التقني- بعقوبة

الخلاصة

إن قوالب التشكيل الحاوية على ممركز واحد أو أكثر من ممركزات الإجهاد الناشئة مثلاً عن الزوايا الحادة، أو الثقوب، أو الحزوز، تكون عرضة للانهيار في أداء مهامها بسبب تلك الممركزات، ومهما كان عدد هذه الممركزات قليلاً فإن تأثيرها يظهر بشكل واضح عند تصميم وتصنيع القالب. يهدف البحث إلى دراسة تأثير ممركزات الإجهاد المتعددة باتجاه محور واحد لشريحة لا متناهية خاضعة لإجهاد شد محوري، وقد استخدمت في هذه الدراسة تقنية العناصر المحدودة (FEM). تشير النتائج الحالية إلى أن تركيز الإجهاد عند الحزوز سيكون في المنطقة المتطابقة مع ألإحداثي العمودي على اتجاه التحميل أو القريبة منه. تشير النتائج المتعلقة بتمركز الاجهادات المتعددة في الحزوز إلى أن الزيادة أو النقصان في قيم معامل تركيز الإجهاد تعتمد على: زواية الحز، وعمق الحز ، ونصف قطر جذر الحز.

المقدمـــة

تلعب ممركزات الإجهاد الدور الكبير في تحديد التصاميم للأجزاء والمقاطع الهندسية لذا فان اهمال هذه الممركزات سوف يؤدي الى حدوث الفشل المبكر في تلك الأجزاء وبالتالي انخفاض العمر الادائي لها من خلال تكون الشقوق الدقيقة عند مواقع تلك الممركزات [1].

ان اكثر ممركزات الاجهاد شيوعا هو ما يحدث عند التغيرات المفاجئة في المقاطع الهندسية حيث ان الانتقالية من قياس الى آخر خلال التقاطع بزاوية (90 ْ)لا يعد تصميما مقبولا لان ممركزات الاجهاد المرافقة لحافة الزاوية تلك تزداد عن الحد المقرر ، لذا فان التصميم الأمثل يستخدم اكبر نصف قطر بين المقطعين من اجل معامل تركيز إجهاد اقل ما يمكن ، [4,3,2]. لذا فانه في الحالات التي لا توجد حرية اختيار لموقع ممركزات الإجهاد فان هناك بعض الاساليب الاخرى من خلال اجراء بعض التغيرات البسيطة في مواقع التركيز لاجل التخفيف من وطأة الممركز فيها [6,5] تحدث الاخاديد او الحزوز في المقاطع الهندسية ممركزات إجهاد تسبب حدوث التشققات الدقيقة التي تستمر بالنمو نتيجة دورات التحميل المتعاقبة حتى تنتهي بحدوث الفشل المفاجئ،ويلعب ما يسمى باسلوب تاثير التداخل(Interference) دوراً ايجابياً في بعض الأحيان من خلال التخفيف من شدة التركيز من اجل تصميم افضل ،

حيث ان وجود ممركزات الإجهاد متعددة وبوضعيات مختلفة يعمل على التقليل من شدة التغير المفاجيء الحاصل في خطوط توزيع الإجهاد [8,7] ان وجود الحزوز والأخاديد في القالب يساعد على تكون الشقوق ونموها خلال الأداء مؤدية بذلك الى حدوث الفشل ، فعند تعرض القالب الى دورات اجهاد متكررة (اجهادات دورية) يمكن ان يحدث الفشل عند اجهادات اقل بكثير من مقاومة الجزء وعادة يكون إجهاد الفشل اقل من مقاومة الخضوع للمادة ، وهذه الآلية التي تؤدي الى مثل هذا الفشل هي الكلال [10,9] . وجد من خلال الدراسات والبحوث السابقة انه عندما تتضمن شريحة على ثقب صغير ودائري الشكل فأن قيمة الإجهاد عند حافة الثقب الموازية لاتجاه التحميل تقدر بحوالي ثلاثة أمثال قيمة الإجهاد الأسمى ((Nominal،Stress) وبذلك فأن قيمة معامل تركيز الإجهاد(kt) Stress Factor Concentration تكون بمقدار (3)، لذا فأن قيمة المعامل (kt) عندما تكون كبيرة هذا لا يعني ان الجزء المتضمن على ثقب صغير أصبح ضعيف التحمل مقارنة بالجزء المتضمن على ثقب كبير ،لأنه من الواضح ان الثقب الكبير يترك مساحة صغير جداً لتحمل حمل الشد [8,6]. في حين عندما يكون شكل الثقب بيضوي ضمن شريحة محملة محورياً بإجهاد شد ، فأن أقصى قيمة لمعامل تركيز الإجهاد تحصل عند حافة الثقب الموازية لاتجاه التحميل عندما يكون القطر الأكبر للثقب عمودي على اتجاه التحميل ،ويمكن حساب قيمة المعامل (kt)في هذه الحالة من المعاملة التالية :

$$Kt = 1 + 2\,(A/B) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (1)$$

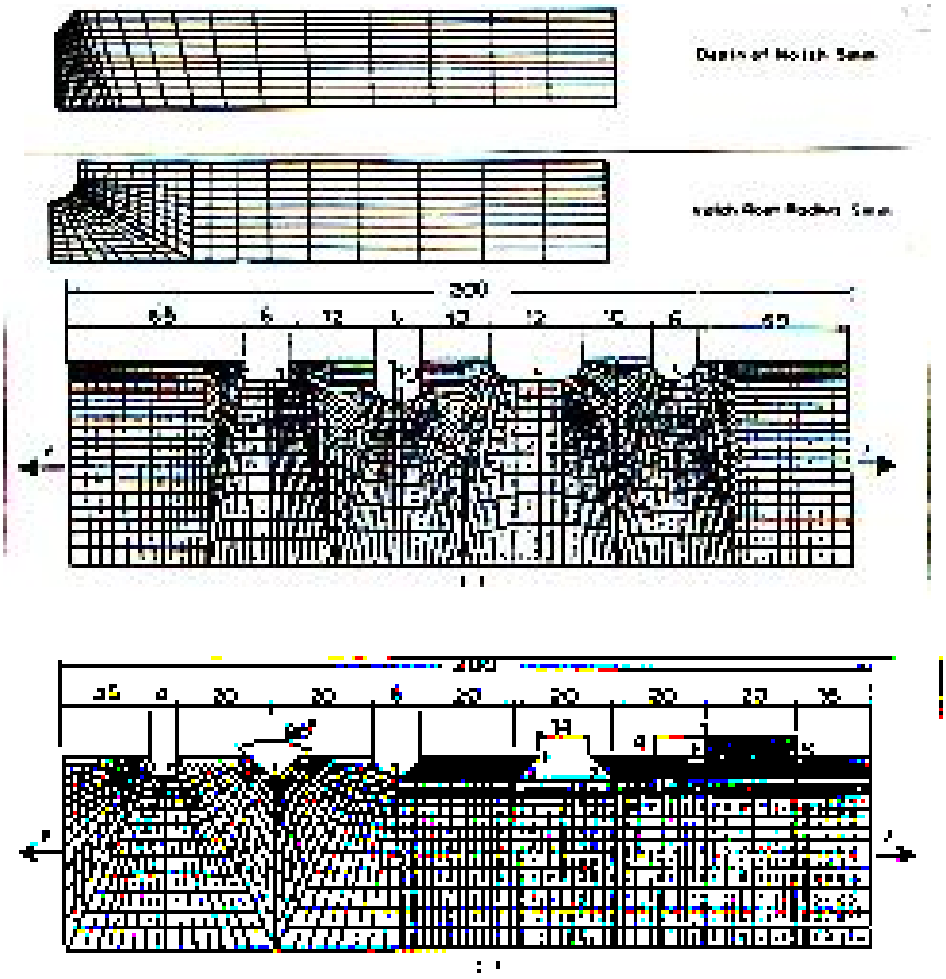
حيث ان A,B= القطر الأكبر والأصغر للثقب البيضوي على التوالي [9].

الإجراء النظري و العملي

بسبب التكاليف الباهضة للقوالب يتحتم التصميم الأمثل لها من خلال التعرف على أسباب حدوث الفشل فيها ويمكن اعتبار ممركزات الإجهاد (المتمثلة بالحزوز والثقوب والتغيرات المفاجئة في المقطع) من العوامل الأساسية في حدوث الفشل لأجزاء القالب وبما ان تلك القوالب تكاد لا تخلو بأي شكل من الأشكال من الحزوز وبأنصاف أقطار مستدقة وبأشكال ووضعيات مختلفة بالنسبة باتجاه التحميل وكذلك فان تلك القوالب تستخدم للإنتاج الكمي لذا فهي تتعرض الى اجهادات دورية متعاقبة ومختلفة بالمقدار أو الاتجاه أو كليهما معا ، فهي أكثر عرضة للفشل بخاصية الكلال (Fatigue) . من هنا جاءت فكرة البحث بدراسة تأثير الحزوز على أداء فشل القوالب تحت الأحمال الساكنة والمتغيرة. وعليه يهدف البحث الى دراسة تأثير الحزوز (باختلاف كل من زاوية وعمق ونصف قطر جذر حز) على قيم معامل تركيز الاجهاد تحت الاحمال الساكنة والمتغيرة وبالتالي تاثير ذلك على اداء فشل القالب ، باستخدام تقنية العناصر المحددة (Finite Element Method) لشريحة (200ملم،50ملم ،6ملم) محززة تتضمن على حز او مجموعة حزوز باختلاف كل من زاوية الحز (30, 45, 60, 90, 120) بثبوت عمق الحز(10ملم) ونصف قطر جذر حز مستدق ، واختلاف عمق الحز (5 ,7.5, 10 ,12.5, 15) ملم بثبوت زاوية الحز °(30) ونصف قطر جذر حز مستدق ، اختلاف نصف قطر الحز (5 , 10 ,15, 20 , 25 , 30) ملم بثبوت عمق الحز (10) ملم.

تضمن برنامج العناصر المحددة(FEM) المستخدم على ادخال البيانات الخاصة بالمجال المراد دراسته ثم تحديد الشروط الحدية (Boundary Conditions) من خلال معرفة القوى المؤثرة عليها ، وقد تم الاستفادة من حالة التناظر الهندسي للنماذج بغية التوسع بعدد العناصر المستخدمة في المجال المراد دراسته خصوصا عند مناطق

التركيز العالية ، حيث استخدام العنصر الرباعي ذو الثمان عقد في البرنامج . وتجدر الاشارة بهذا الخصوص الى انه تم عمل اختبارات تقارب (Convergence Tests) لمجموعة من الاشكال ذات عدد وتوزيع مختلف للعناصر ، بحيث يوضح الملحق (1) شبكات توزيع العناصر لشريحة محززة محملة محوريا. من ناحية أخرى تم في هذا البحث حساب معامل التركيز الاجهاد الانهياري (Fatigue Stress Concentration Factor) الذي هو عبارة عن حد التحمل (Endurance Limit) لعينة بدون حز الى حد التحمل لعينة محززة من خلال اختبارات الكلال ، حيث تمت تلك الاختبارات على جهاز اختبار الكلال نوع (2502 Testing Machine DARTIC) وهو ذو سعة حمل مقدارها (200KN) ويتضمن على وحدة (Straining Unit) ويمكن من خلالها التحكم بالحمل او المشوار (Stroke) حسب نوع الاختبار الذي اختير من نوع شد – صفر (Tension – Zero)، حيث يتم تحديد القيمة العليا للتحميل بموجب نتائج اختبار الشد الاستاتيكية ، يوضع الحمل بشكل يعطينا اكبر قيمة شد وقيمة الصفر للضغط ، بعد ذلك يتم تحديد عدد دورات التحميل بالثانية وقد اختيرت بمقدار (4) دورة/ثانية ، ثم تحديد نوع التحميل (Load Cycle)، وقد اختيرت دورة تحميل جيبية (Sine Wave) . وبعد تركيب العينة على الجهاز يتم تحميلها إلى قيمة معينة من خلال الضغط على مفتاح التحميل لعدد الدورات بالثانية، فيعمل لفترة يقررها الفشل الكلالي ، ثم يوقف الجهاز وتسجل عدد الدورات.



شكل (١): يوضح شبكات توزيع العناصر لشريحة محززة محملة محوريا بإجهاد شد

النتائج والمناقشة RESULTS AND DISCUSSION

1- تاثير زاوية الحز على معامل تركيز الإجهاد

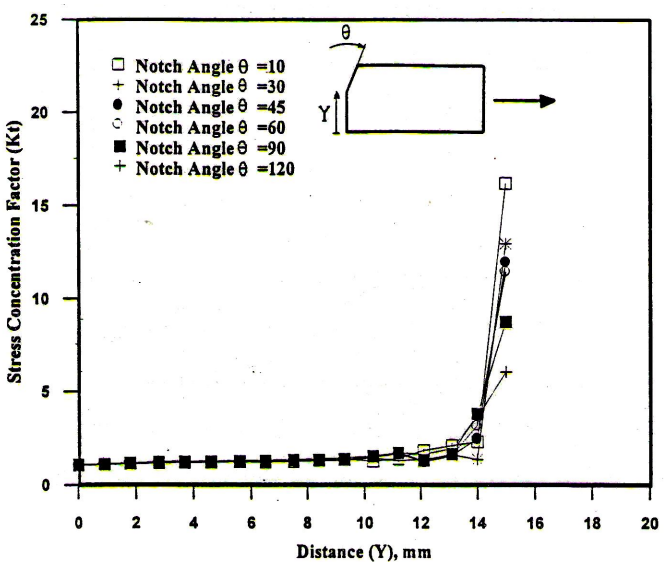
لهذا الغرض تم بناء نماذج (Models) لشريحة (200ملم × 50 ملم) محملة محوريا باجهاد شد تتضمن حزا عند المنتصف بعمق (10)ملم ونصف جذر حز مستدق باختلاف زوايا الحز ويلاحظ من خلال شبكات التوزيع للعناصر (ملحق 1) انه تم تقسيم المجال المراد دراسته الى منطقتين (Two Blocks) الاولى بالقرب من منطقة التركيز والاخرى بعيدة عنها ، وقد تم تقسيمها وفق الإحداثيات X ,Y وكان التقسيم دقيقا في المواقع المتآخمة للحز. ويتسع حجم العنصر عند الابتعاد عن مواقع التركيز ويلاحظ ان عدد العناصر يزداد كلما كان التقسيم دقيقا أي عندما يتاخم الحز ويقل عددها بالابتعاد عنه.

أوضحت النتائج التي تم الحصول عليها من هذه التقنية (FEM) ان اقصى تركيز للاجهادات يحصل قرب حواف الزوايا وتنخفض شدة التركيز عند الابتعاد عنها وتثبت قيم هذه الاجهادات تقريبا عند حواف الا نموذج الخارجية (البعيدة عن موضع التحميل والاجهاد) فعند ملاحظة الشكل (1) الذي يبين العلاقة مابين معامل تركيز الاجهاد (Kt) وبين المسافة الممتدة من منتصف الانموذج (مركز العينة) الى حافة زاوية الحز باتجاه الاحداثي (y) باختلاف

زوايا الحز ، نجد بان اعظم قيمة لمعامل تركيز الاجهاد كانت عند حافة الحز وتقل هذه قيمة بالابتعاد عنها ، كما يلاحظ من المنحني بأن قيم معامل تركيز الاجهاد تكون عالية كلما انخفضت زواية الحز، كما وجد بان معامل تركيز الاجهاد يقل كلما ازدادت قيمة زواية الحز ، لانتظام سريان خطوط توزيع الاجهادات بشكل اكثر ، وقد تم التوصل من خلال المنحنيات الأخيرة إلى علاقة رياضية يمكن من خلالها الحصول وبصورة تقريبية على قيم (Kt)عند حافة حز بعمق (10) ملم ونصف قطر حز مستدق باختلاف زواية الحز وكما يلي:

$$Kt=15.981-(0.083)\ \theta \quad \text{---------- (2)}$$

حيث تمثل (θ) الزاوية المراد حساب قيمة معامل تركيز الإجهاد عند حافتها .



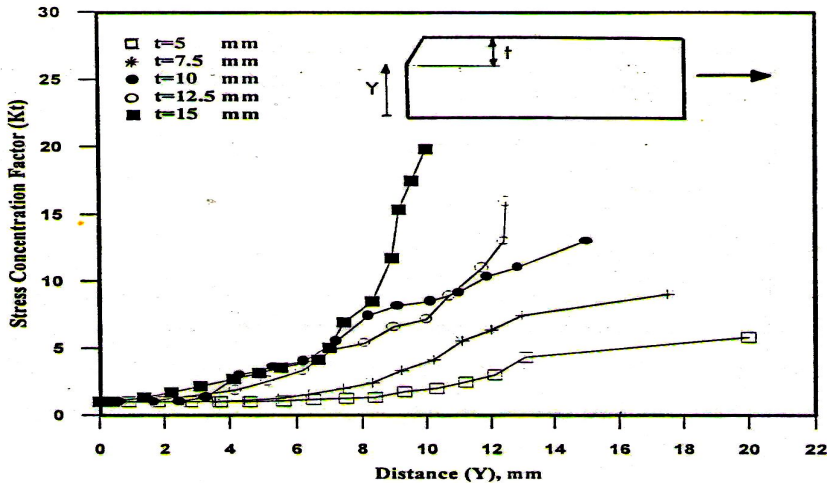
شكل (1):العلاقة بين معامل تركيز الإجهاد (على إمتداد المسافة Y) والمسافة [Y] باختلاف زاوية الحز وثبوت عمق الحز (10) ملم ونصف قطر جذر حز مستدق باستخدام تقنية FEM.

2- تأثير عمق الحز على معامل تركيز الاجهاد

عند دراسة وتحليل الاجهادات حول حواف الحزوز باختلاف عمق الحز ، من خلال الشكل (2) الذي يبين العلاقة بين معامل تركيز الاجهاد (Kt) والمسافة (Y) الممتدة من منتصف الانموذج الى حافة الحز باتجاه الاحداثي (Y) ويلاحظ زيادة قيم معامل تركيز الإجهاد عند الاقتراب من حافة الحز ، وزيادة عمق الحز ، حيث يزداد معامل تركيز الاجهاد مع زيادة عمق الحز ، حيث إن وجود الحز بحد ذاته يعمل على تغيير مفاجئ في مسار خطوط توزيع الاجهادات ، مضافا إليها زيادة عمق الحز الذي يزيد من كثافة واكتظاظ خطوط توزيع الاجهادات تلك من اجل ان تمر نفس الكمية منها خلال المقطع المختزل،وبالنتيجة تزداد قيم معامل تركيز الإجهاد مع زيادة عمق الحز نتيجة ضعف مساحة المقطع المتبقية لتحمل الأحمال المسلطة . ومن خلال تلك المنحنيات تم التوصل الى علاقة رياضية يمكن من خلالها الحصول وبصورة تقريبية على قيم معامل تركيز الإجهاد عند حافة حز بزاوية(30ْ) ونصف قطر حز مستدق باختلاف عمق الحز وكما يلي:-

$$Kt=(1.414)\ t-1.442 \quad \text{---------- (3)}$$

حيث يمثل (t) عمق الحز المراد تحديد قيمة معامل تركيز الاجهاد عنده .



شكل (2):العلاقة بين معامل تركيز الإجهاد (عند حافة الحز) والمسافة [Y] باختلاف عمق الحز وثبوت زاوية الحز (30) ونصف قطر جذر حز مستدق باستخدام تقنية FEM.

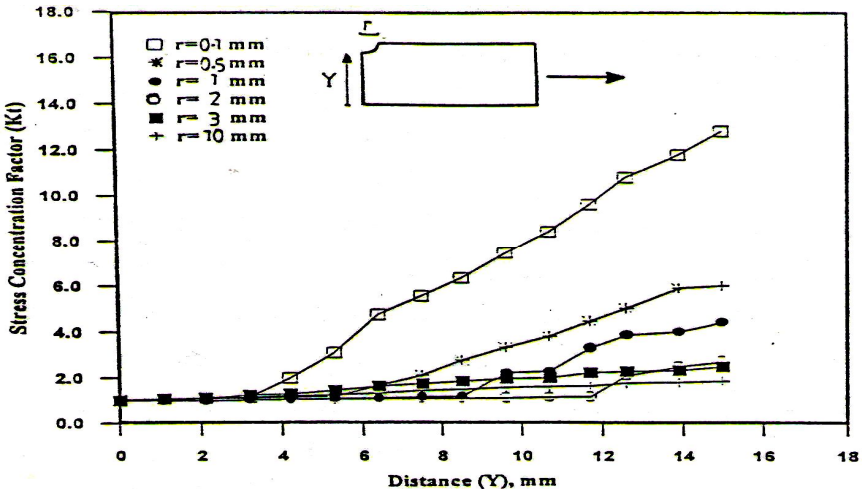
3- تأثير نصف قطر جذر الحز على معامل تركيز الاجهاد

بينت النتائج ان اقصى قيمة لمعامل تركيز الاجهاد تحصل عند حواف الحزوز المنطبقة على الاحداثي العمودي على اتجاه محور التحميل (والمار بمركز الحز)وانخفاض شدة التركيز بالابتعاد عن هذه المواقع وثبوت قيم هذه الاجهادات بعد مسافة معينة من تلك المواقع، كما وتشير النتائج الى ان قيم معامل تركيز الاجهادات تقل كلما ازدادت قيم أنصاف أقطار الحز.

ويوضح الشكل (3) العلاقة بين(Kt) والمسافة (Y) الممتدة من منتصف الانموذج الى حافة الحز باتجاه الاحداثي (Y)،حيث ان اعظم قيمة لمعامل تركيز الاجهاد كانت عند حافة الحز المنطبقة على الاحداثي العمودي على اتجاه محور التحميل والمار بمركز الحز وانخفاضها عند الابتعاد عن تلك المواقع . حيث يلاحظ من خلال الشكل انخفاض في قيمة معامل تركيز الإجهاد مع زيادة نصف قطر جذر الحز ، ويلاحظ من خلال المنحني انتظامه تقريبا في النهاية ، وهذا يعني إن تأثير نصف قطر جذر الحز يصبح طفيفا كلما ازدادت قيمته . وقد تم التوصل أيضا الى علاقة رياضية يمكن من خلالها الحصول وبصورة تقريبية على قيم معامل تركيز الاجهاد(Kt)عند جذر حافة الحز بعمق (10) ملم باختلاف نصف قطر جذر الحز وكما يلي:-

$$Kt = r^{**}(-0.44364)(4.55252) \quad \text{---------- (4)}$$

حيث يمثل (r) نصف قطر جذر الحز المراد معرفة معامل تركيز الاجهاد عنده.



شكل (3):العلاقة بين معامل تركيز الإجهاد (عند حافة الحز) والمسافة [Y] باختلاف نصف قطر جذر الحز وثبوت عمق الحز (10) ملم باستخدام تقنية FEM.

وعند مقارنة قيم معامل تركيز الاجهاد باختلاف أنصاف الأقطار مع قيم معامل تركيز الإجهاد باختلاف كل من زوايا واعماق الحزوز ، وجد ان الاولى (خصوصا عندما تكون انصاف الاقطار اكثر من (1ملم) تكون اقل ، لان وجود نصف قطر جذر الحز يعد ذاته مخفف لممركز الإجهاد بحيث يخفف شّدة التغير المفاجيء في مقطع الجزء بدليل ان التغير في مسار خطوط توزيع الاجهادات ضئيلا خصوصا عند قيم عالية لأنصاف أقطار الحزوز ، حيث تبين النتائج ان التغير في القيم الاخيرة لأنصاف أقطار الحز كان طفيفا ، وهذا يعني انه عند قيم كبيرة من أنصاف الأقطار تثبت قيم معامل تركيز الاجهاد تقريبا.

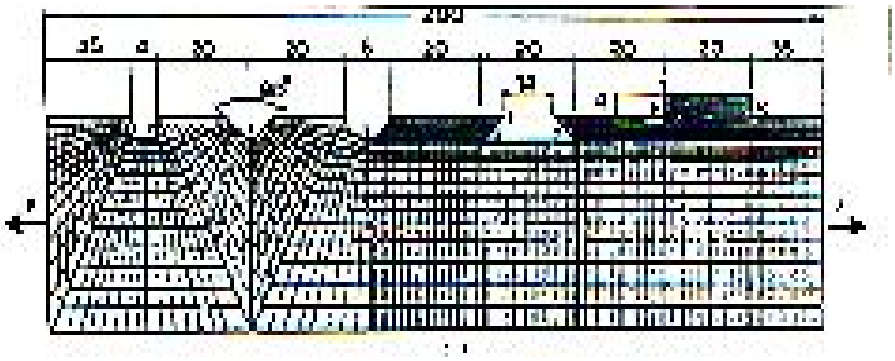
4 – تأثير مجموعة من الحزوز على التداخل الحاصل مابين ممركزات الاجهاد

يوضح الملحق (a–b–1) شبكات توزيع العناصر لشريحة محملة محوريا باجهاد شد ، تضمنت على مجموعة حزوز واخاديد مختلفة الاشكال وبمسافات بينية ثابتة، اذ يلاحظ ان كثرة مواقع التركيز يزيد من تعقيد شبكات توزيع العناصر نتيجة الزيادة في عدد مناطق (Blocks) مواقع التركيز، وقد اجريت عدة محاولات لاختبار التقارب (Convergence Test) للوصول الى امثل الشبكات (Meshes) فيما يخص النموذج (a) أوضحت نتائج البحث انخفاض في قيم معامل تركيز الاجهاد عند حافة كل حز من الحزوز التالية بقيمة اقل مما لو كان حز بمفرده ضمن الشريحة الواحدة ، وهذا يرجع الى قرب المسافة بين حواف تلك الحزوز.

بالنسبة إلى الموقع(1) من الملحق (a–1) يلاحظ ان قيمة معامل تركيز الاجهاد تصل إلى المقدار(10) بينما تصل قيمة (Kt) عند الموقع (3) الى المقدار(8.55) ،وان كل من القيم السابقة هي بالحقيقة اقل مما لو كانت تلك المواقع بمفردها ضمن الشريحة الواحدة ، وهذا يشير الى ان قرب المسافة من مواقع التركيز قد ساهم في حصول التداخل مابين ممركزات الاجهاد بشكل خفف من قيمة (Kt). ويوضح الجدول (1) قيم معامل تركيز الإجهاد عند المواقع المشار اليها بالملحق (a–1).

جدول(1): قيم (Kt) عند مواقع ممركز الإجهاد المشار إليها في الملحق (a–1)

مواقع ممركز الإجهاد	معامل تركيز الإجهاد
1	10
2	9.89
3	8.55
4	2.98
5	7.1
6	6.99
7	7
8	9.98

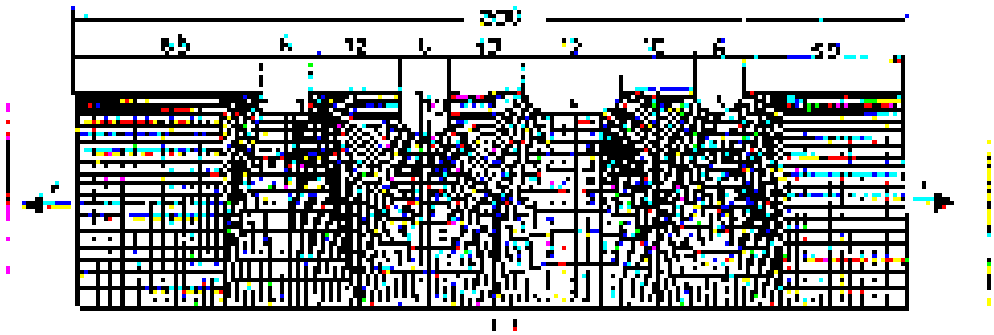


في حين يوضح الملحق (b–1) شبكة توزيع العناصر لانموذج اخر يضم حزوزا واخاديد مختلفة حيث يبين الجدول (2) قيم معامل تركيز الاجهاد عند مواقع التركيز المشار اليها بالملحق (b–1).

نلاحظ من خلال القيم السابقة ان التداخل مابين ممركزات الاجهاد عند المواقع المشار اليها قد اثر بشكل او باخر ولـــو بشكل طفيف على قيم معامل تركيز الاجهاد ، لكن شكل الحز كان هو الاخر قد اثر على قيم معامل تركيز الاجهـــاد ،فبالنسبة للموقع (3) كانت قيمة (Kt) اكبر من الموقع (5) ، وذلك لان عمق الحز عند الموقع (3) اكبر وهذا يتفق مع نتائج الدراسات [١٠] . وكذلك هو الحال عند الموقع (4) لكن في هذه الحالة تكن قيمة (Kt) اقل مقارنة بـــالموقع (5) لان محور الحز يكون موازي لاتجاه التحميل ، لذا يعتبر مخفف لممركز الإجهاد.

جدول(2): قيم (Kt) عند مواقع ممركز الإجهاد المشار إليها في الملحق(b–1).

مواقع ممركز الإجهاد	معامل تركيز الإجهاد
1	10.02
2	9.85
3	2.78
4	2.69
5	2.7



5- تأثير الحزوز على معامل تركيز الإجهاد تحت الأحمال المتغيرة

تم تقييم معامل تركيز الإجهاد تحت الأحمال المتغير من خلال اختبارات الكلال ومقارنة هذه القيم مع قيم معامل تركيز الإجهاد التي تم تقييمها تحت الأحمال الساكنة . يتم حساب قيمة معامل تركيز الاجهاد الانهياري (Kf) الذي هو عبارة عن نسبة حد الكلال لعينة غير محززة الى حد الكلال لعينة محززة، وتغذى قيمة المعامل (Kf) في المعادلة التالية لتحديد قيمة معامل تركيز الاجهاد (Kt) ،كما مبين في الجدول (3).

$$q = \frac{Kf - 1}{Kt - 1} \qquad \text{----------} \quad (5)$$

حيث ان (q) عبارة عن معامل حساسية الحز (Notch Sensitivity Index) والتي يتم تحديدها بموجب مقاومة الشد القصوى ونصف قطر الحز .

جدول: (3) قيم معامل تركيز الاجهادات عند حواف الحزوز تحت الاحمال الساكنة والمتغيرة.

زاوية الحز	معامل تركيز الاجهاد (Kt)	معامل تركيز الاجهاد الانهياري
30°	3.11	2.46
45°	2.51	2.1
60°	2	1.26
90°	1.51	1.14

نلاحظ من خلال الجدول (3) ان هناك تقارب في قيم معامل تركيز الاجهاد المحسوبة على اساس السلوك المرن (الاستاتيكي) في حين ان هناك بعض الاختلافات البسيطة مقارنة مع قيم معامل تركيز الاجهاد المحسوبة على اساس سلوك الكلال (تحت الاحمال المتغيرة) ويرجع السبب في ذلك الى حالة الحمل المسلط اثناء الاختبار فيما اذا كان ساكن او متغير ، حيث ان الاحمال المتغيرة ضمن حدود اللدونة ، عند الفحص بالكلال تؤدي الى خضوع موقعي عند جذر ممركز الاجهاد مما يخفف من شدة تركيز الاجهاد خلال الانسياب اللدن للمعدن موقعيا.

الاستنتاجات CONCUSSIONS

١. تزداد قيم معامل تركيز الاجهاد مع انخفاض نصف قطر جذر الحز بشكل ملحوظ ،كما أكدته تحليلات طريقة العناصر المحددة (FEM) وبالأخص عند الاقتراب من جذر الحز المستدق ، وكان لتأثير عمق الحز الدور الأكبر في زيادة معامل تركيز الإجهاد وبالذات عند نصف قطر جذر حز مستدق .
٢. عند مقارنة قيم معامل تركيز الاجهاد المستحصلة عن التحميل الساكن وجد انها اكبر مقارنة بالقيم المستحصلة عند التحميل بالكلال.وقد وجد ان هناك تقارب في قيم المعامل(Kt) المستحصل عند الأحمال الساكنة والمشتق من اختبارات الكلال، ولكن تنفرد تنقية العناصر المحددة (FEM) في إمكانية تحديد معامل تركيز الإجهاد عند جذر ممركز الإجهاد بأنصاف أقطار متناهية الصغر (مستدقة).

REFERENCE

1. Robert L. Norton , 1998 ,"Machine Design ", An Integrated Approach ,2nd Edition by prentice – Hall . Inc , Simon and Schuster /A Viacom Company ,Upper Saddle Rive, N.J. 07458, P. 230,317,349, 565, 567.
2. E. J. Hearm ,1985 , "Mechanics of Materials" , 2nd Edition , Pergamon pre Ltd , Headington Hill ,Oxford Ox3 Obw , England, 1985.
٣. رجب، أحمد مصطفى ،((دراسة وتحليل الاجهادات حول ثقب مركزي لشريحة محملة محوريا باجهاد شد باختلاف شكل الثقب))، موثق للنشر في مجلة التقني / هيئة المعاهد الفنية طفى، 2000 في 2000/1/24.

4. New port and G.Glinka, 1990,"Effect of Notch –Strain Calculation Method on Fatigue crack –Initiations Life prediction)), Experimental Mechanics, June, No. 11, Vol. 3, P.208- 216.
5. R. R. Reynolds ,K. Koinil and G .Chen ,1990, "The Mechanics of the Interface Cracking using the finite Element Methods" , Journal of Engineering Materials and Technology , January , 10/112 , P.38 .

٦. عبد الواحد منير ، خضر عبد الفتاح ، رجب ،أحمد مصطفى، 1999،((سلوكية ممركز الاجهاد باختلاف كل من نوع واتجاه التحميل)) مجلة الهندسة والتكنولوجيا /الجامعة التكنولوجية ملحق العدد (3)، المجلد (19)،2000

7. A. K. Hellier, M.P. Connolly and W. D. Dover, 1990, "Stress Concentration Factor of Tubular. Y. and T. Joint", Int J. Fatigue, January, P. 13.

٨. رجب ،أحمد مصطفى، 1999، ((استخدام طريقة المرونة الضوئية والعناصر المحددة في دراسة الاجهادات حول ثقب مربع ضمن شريحة محملة محوريا باجهاد شد باختلاف زواية ميل محاور الثقب)) موثق للنشر في مجلة التقني / هيئة المعاهد الفنية،العدد (٩٩/٣٠) حسب الامر الاداري المرقم(٢٣٤٤) في 1999/11/14 .

9. Richard W.Hertzberg, 1996,"Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials ", Copyright by John Wiley and Sons, Inc , P.74.

١٠.رجب ،أحمد مصطفى، 1998، ((تأثير نوع التحميل وأبعاد الثقب والمسافة بين مراكز الثقوب على سلوكية مركز الاجهاد باستخدام مقاييس الانفعال)) ، مجلة المهندس الأردني العدد(65) ، لسنة 133تشرين أول /أكتوبر ، نقابة المهندسين الأردنيين / عمان، الأردن ، ص 29.

DIE FAILURE UNDER EFFECT OF DIFFERENT STRESS CONCENTRATORS WITH STATIC AND DYNAMIC LOADING

Mustafa Ahmed Rijab and Alaa Ahmed MaJeed
Mechanical Department, Technical Institute- Baquba

ABSTRACT:- Forming dies contain one form or another of stress concentrators due to shape corners, holes and notches that contribute to die failure. Avoiding and minimizing the effects of such concentrators is vital in die design and fabrication. The purpose of this paper is to study the effect of multiple concentrators along one axis in an infinite plate subject to tension loading. The study was carried out using Finite Element Method. The present results indicated that stress concentration in the notch has occurred at or near the normal to loading direction. Results concerning multiple stresses concentration factors increases or decreases depending on: the Notch angle, Notch depth, and Notch root radius.