

بسم الله الرحمن الرحيم

## الخلاصة

تتناول هذه الدراسة التحليل النظري للسلوكية المرنة للهياكل و المسنمات الحديدية ذات المفاصل الثابتة الصلابة (Rigidly Jointed Frames) المستوية وغير محددة ستاتيكا (مع الأخذ بنظر الاعتبار الإزاحات الكبيرة الحاصلة فيها)، المؤلف من عناصر (Elements) معززة نهاياتها بوصلات (صفائح) التقوية (Gusset Plates) والمعرضة لأحمال متزايدة متناسبة (Proportional Applied loads)، مسلطة في مفاصل هذه المنشآت (Joints).

تبنت هذه الدراسة طريقة العمود - العتبة (Beam-Column Approach)، حيث تم تمثيل عناصر المنشأ كعناصر العمود - العتبة. إن اشتقاق عنصر العمود - العتبة قد تم بالاعتماد على طريقة أولير (Eulerian Approach) في الإحداثيات كما تم الأخذ بنظر الاعتبار تأثير القوة المحورية على صلابة العزم (Bending Stiffness) بالإضافة إلى ذلك، تم الأخذ بنظر الاعتبار التغيرات في طول الوتر (Chord Length) الناشئة عن الانفعال المحوري (Axial Deformation) وتقوس الانحناء (Bowling).

وقد تم في هذه الدراسة اشتقاق دوال استقرارية (Stability Functions) ودوال تقوس (Bowling Functions) جديدة للأعضاء الموشورية واللاموشورية تأخذ بنظر الاعتبار تأثير القص و وجود صفائح التقوية (Gusset Plates)، كما تم تطوير برامج فرعية باستخدام لغة البيسك السريعة لغرض اختبار هذه الدوال ومقارنتها بدوال لأبحاث سابقة.

كما تم في الدراسة، اشتقاق مصفوفة صلابة مماسية مطورة (Modified Tangent Stiffness Matrix) في نظامي الإحداثيات المحلي والعام (Local and Global Coordinates) للأعضاء الموشورية واللاموشورية لتأخذ بنظر الاعتبار لا خطية الشكل (Geometrical Nonlinearity) ووجود وصلات (صفائح) التقوية الأنفة الذكر، هذه المصفوفة التي تتخذ هياتها التقليدية في حالة عدم وجود هذه الصفائح والذي تم توضيحه بالتفصيل في هذه الدراسة.

بالإضافة إلى ما ورد أعلاه، تم إتباع أسلوب خاص في احتساب القوة المحورية (Axial Force) في العناصر مع تقديم معادلة مستحدثة لاحتساب التشوه المحوري (Axial Deformation) في العناصر المعززة نهاياتها بوصلات التقوية، هذه المعادلة التي أيضا تتخذ هياتها التقليدية في حالة عدم وجود هذه الصفائح.

إن الدراسة الحالية تسمح بتحليل المنشآت ذات العناصر المعززة نهاياتها بوصلات التقوية بمعاملة كل عنصر في المنشأ كعنصر وحيد (وحدة واحدة)، وتم مقارنة نتائج التحليل للمنشأ بنتائج التحليل الدقيق والذي يتم فيه اعتبار كل عنصر على أنه يتألف من ثلاث عناصر مرتبطة مع بعضها بمفاصل صلبة، جزء وسطي يحمل مواصفات العنصر الفعلية و جزئين نهائيين ذوا مواصفات متناهية الصلابة (Infinite Rigid).

ولتنفيذ طريقة التحليل المقترحة، تم تعديل برنامج تمت كتابته سابقا باستخدام لغة البيسك السريعة بإدخال تأثير وجود صفائح التقوية وتأثير القص في البرنامج لتحليل المنشآت الحديدية، ولغرض تقييم فاعلية مصفوفة الصلابة المماسية المطورة الجديدة، تمت مقارنة نتائج التحليل بنتائج أمثلة دراسات منشورة سابقا.

وكننتيجة لهذه الدراسة تم التوصل إلى عدة نتائج مهمة تؤكد ضرورة إدخال هذه العوامل المؤثرة في التحليل المرن ذو الإزاحات الكبيرة للمنشآت الحديدية ذوات المفاصل التامة الصلابة. وقد وجد بأن نسبة تأثير وجود صفائح التقوية كان (6.3%-22.3) بالنسبة للقوة الحرجة في الأعمدة بالإضافة إلى ذلك تم التوصل إلى أن مصفوفة الصلابة المماسية المطورة الجديدة التي تم استعراضها في هذه الدراسة، تعتبر أداة جيدة لغرض دراسة وتقييم هذا النوع من المنشآت، كما تم اقتراح مجموعة من الإضافات على الدراسة الحالية لغرض توسيعها مستقبلا.

## ABSTRACT

In this investigation, an analysis is presented for estimating the in-plane large displacement elastic stability behavior of rigidly jointed statically indeterminate steel frames and trusses consisting of members with rigid gusset plates subjected to proportional increasing loads.

The analysis adopts the beam-column approach and models the structure's members as beam-column elements. The formulation of the beam-column element, is based on Eulerian approach, allowing for the influence of the axial force on bending stiffness. Also, changes in member chord length due to axial deformation and flexural bowing are taken into account.

The stability and bowing functions with gusset plates and including shear effect for prismatic and non-prismatic members have been derived in this study and compared with the other researchers.

The formulation of the modified tangent stiffness matrices (TSM) in local and global coordinates for prismatic and non-prismatic members, which takes into account the effect of geometrical nonlinearity, the effect of the presence of the gusset plates and the shear effect have been presented. These matrices take the form of the classical tangent stiffness matrix in case of absence of end member's gusset plates (i. e.,  $g_1=g_2=0$ ) which has been already clarified in the study.

In addition, a special procedure used in the calculation of axial force has been presented with a modified axial deformation formula for members with gusset plates, this formula takes the form of the classical formula in case of absence of gusset plates which has been already clarified in the study also.

The present study helps to analyze structures consisting of members with gusset plates and by including shear effect by treating each member as a single member, then the results of analysis are compared with exact solution by considering each member to be consisting of three elements. one of inner part

with classical properties of the member and two terminal parts with infinite rigidity.

So, a multi-purpose computer program (NAGMSHE) has been coded in Quick Basic (version 4.5) language for carrying out the proposed analysis.

In order to verify the effectiveness of the new modified tangent stiffness matrix and the modified axial deformation formulation, some case studies reported by previous researchers are utilized for analogies presented in the current study.

As a result of this investigation, several important conclusions are drawn, which assure the necessity of including the influencing parameters in the analysis of the large displacement elastic behavior of structures, the effect of gusset plates ranging from (6.3-22.3%) for the critical load in structures. In addition, it is concluded that the new modified Tangent Stiffness Matrix and all other modified proposed formulas developed for the first time, represent a good tool with which the large displacement elastic behavior of steel structures with gusseted members can be well estimated.