

**Sudan University of Science and Technology**

**College of Graduate Studies**

**Development of Geometrically Non-linear Formulation for  
the Analysis of Laminated Shells using Finite Elements**

تطوير صيغة للتحليل الهندسى اللاخطى للقشريات الصفائحية باستخدام العناصر المحددة

By:

**Elrasheed Mohmoud Hamza Abdalla**

B.Sc., Civil Engineering, University of Khartoum, March 1991

M. Sc., Civil Engineering, Sudan University of Science and Technology, March 2003

A thesis submitted to Civil Engineering - College of Engineering for the fulfilment  
of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy in Civil Engineering

Prof. Abderhman Elzabair Mohamed

December 2016

# DEDICATION

**To:**

My FATHER,  
MOTHER,  
FAMILY,  
and FRIENDS

ELRASHEED

## **ACKNOWLEDGEMENT**

I would like to express my deep gratitude to my supervisor Prof. **ABDEL RAHMAN ELZUBER MOHAMED** for his close supervision and valuable advices on various aspects of this research. I am also grateful to him for spending much time in reviewing and correcting this research.

My grateful appreciation is paid also to **Dr. FATAH ELRAHMAN MOHAMED** for his good comments and suggestions.

My thanks also extend to my family and friends for their continuous encouragement and support to finish this research.

## خلاصة:

فى هذه الأيام تلاحظ أن هناك إنتشار واسع لأستخدام القشريات فى تشييد أسقف القاعات الكبيرة ذات الابعاد الطويلة و أسقف المبانى الخرسانية وأنابيب الغاز و البترول و خزانات المياه الدائرية. لذا أصبحت هناك ضرورة ملحة لمعرفة كيفية إجراء عملية التحليل الأنشائى لتلك المنشآت بغرض تصميمها. هذا البحث يشرح عملية التحليل اللاخطى الهندسى الأستاتيكي للقشريات الصفائحية. تم إستخدام تقنية المواد الصفائحية كأحد أهم أنواع المواد المركبة. فى بداية البحث تم عرض التحليل الخطى الهندسى ومن ثم تم تطويره ليشمل اللاخطى الهندسى.

العنصر القشرى الذى تم إستخدامه هو منحنى و متدهور (متحلل) ذو ثمانية عقد. لكل عقدة خمس درجات حرية هى عبارة عن ثلاثة إزاحات كارتيزية (  $u, v, w$  ) و دورانين (  $\beta, \alpha$  ). تمت صياغة النموذج اللاخطى الهندسى على أساس مبدأ لاجرانج الكلى و بإستخدام إنفعال قرين و الأنفعال الهندسى.

المعادلات اللاخطية تم حلها بإسخدام طريقتى الزيادة و نيوتن رافسون معاً.

تمت صياغة برنامج حاسوب بلغة الفورتران و تم تطبيقه لتحليل بعض القشريات الصفائحية مثل البلاطات والقشريات الأسطوانية و القشريات الكروية. تم عقد مقارنة للنتائج التى تم الحصول عليها بإستخدام إنفعال قرين مع تلك التى تم الحصول عليها بإستخدام الأنفعال الهندسى و كانت شبه متطابقة. كذلك تلاحظ أن هناك توافق تام بين النتائج المذكورة أعلاه مع النتائج المرجعية المعروفة.