

# تطبيق تدرج ميكانيكا المواد في اهتزاز العوارض

خضر محمد كاتب

الإشراف

أ. د. نضال أبوحمده

د. خالد النفيعي

المستخلص

منهجية التدرج ستعتمد إلى إعادة النظر في بعض التكوينات الهندسية، وخاصة الاهتزازات الميكانيكية على وجه التحديد. النتائج الجديدة في أثر الحجم و السلوك التي لم تمثل عليها النظريات التقليدية سوف يتم التوصل لها والتي لها أثرها في تطبيقات التكنولوجيا المتقدمة. تناقش هذه الأطروحة مرونة أويلر-بيرنولي المنشورة لانحناء العوارض بالإضافة إلى مناقشة صياغة أحادي الأبعاد لمشكلة مرونة التدرج باستخدام اثنين من المعادلات الاشتقاقية: معادلة عزم مرونة التدرج في الانحناء (درجة الرابعة) ومعادلة مرونة التدرج في الانحراف (الدرجة السادسة). كما خصص الاهتمام في هذه الأطروحة لدراسة التأثير عند اختيار الشروط الحدية. تدعم بحوث ودراسات الحالات والاختلافات في الحدود الهندسية والتي حققت الشروط الحدية لمرونة التدرج. تم اشتقاق المعادلات والشروط الحدية للتأكد من انسياقها. تعتمد نظرية مرونة المواد التدرجية على الاهتزازات الحرة عند تحميل قوى على عارض ناتئ وتركيز قوى على عارض مدعوم لحل النهج التحليلي الدقيق. تردد الاهتزاز الحرة وأشكال الصيغ قد تم اشتقاقها وتقديمها. كما قد اكتشف الفرق بين حل مرونة التدرج في المواد والمرونة الكلاسيكية المتكافئة. نسبة الحجم ذو دلالة هامة في تأثيرها على تردد الاهتزازات.

# **Application of Gradient Materials Mechanics in Vibration of Beams**

**Kheder Mohammed. Kateb**

**Supervised by:**

**Prof. Dr. Nidal H. Abu-Hamdeh**

**Dr. Khalid A. Al-nefaie**

## **Abstract**

Gradient approach was adopted to revisit certain engineering configurations, specifically mechanical vibrations. New results on size effects and scale-dependent behavior not captured by traditional theories were derived with applications to advanced technologies. This thesis discussed the elastic prismatic straight beams in bending and examined the one-dimensional formulation of the gradient elasticity problem using two different governing equations: the gradient elasticity bending moment equation (fourth order) and the gradient elasticity deflection equation (sixth order). Different geometric boundary and support conditions were examined and the corresponding extra gradient elasticity boundary conditions were obtained. Considering the gradient material elasticity theory, the free vibrations of a cantilever beam loaded by an end force and a simply supported beam disturbed by a concentrated force in the middle of the beam were solved via an exact, analytical approach. Exact free vibration frequencies and mode shapes were derived and presented. The difference between the gradient material elasticity solution and its equivalent classical elasticity one was revealed. The size ratio induced significant effects on vibration frequencies. For both beams, increases in the size ratio  $\ell/L$  caused the vibration frequencies to increase which imply higher beam stiffness. Numerical examples showed the results were reduced exactly to the classical vibration solutions for vanishing size ratio  $\ell/L$ .