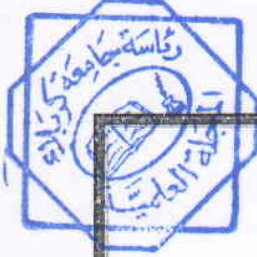


مجلة جامعة كربلاء

مجلة علمية محكمة تعتمد لأغراض الترقيات العلمية
تصدر عن رئاسة جامعة كربلاء



رئيس التحرير

أ.د. حسن عودة الغانمي

سكرتير التحرير

أ.م.د. شافي حسين علي الشريفي

الهيئة الاستشارية

أ.د. حسن عيسى الحكيم
أ.د. عباس حسين الحميري
أ.د. عباس زبون العبودي
أ.د. حاكم محسن محمد الكريبي
أ.د. عبود جودي الحسبي
أ.د. عبد عون كاظم السعدي
أ.د. صاحب مهدي الاطرقجي
أ.عزیز كاظم الناييف
أ.م.د. زهير عمران عيسى
أ.م.د. أحمد عبد الله الراجحي

هيئة التحرير

أ.د. عبد عون جاشم الغانمي
أ.د. عباس زبون العبودي
أ.م.د. أكرم محسن الباسري
أ.د. علي حمزة الحسن اوي
أ.م.د. عبد الكريم عبدالرزاق الحمداني
أ.م.د. رياض محمد علي المسعودي
أ.م.د. أحمد جمعة مهوس
أ.م.د. علي كاظم المصلاوي
د. ثامر كريم خضير
د. ذكري عدنان جواد
د. علي حسين الطائي
د. زياد حسن عبود

الإدارة الفنية

إسراء كاظم علي

بشرى كاظم ذياب

ضياء حيايد هادي

مجلة جامعة كربلاء العلمية – المجلد السابع – العدد الثاني / علمي / 2009

329 - 326	عزل وتشخيص الفطريات المرافقة للرز في مخازن الشركة العامة لتجارة المواد الغذائية في محافظة بابل علي فاضل مرجان مركز بحوث البيئة المحلية / جامعة بابل	-47
335 - 330	استخدام نبات عدس الماء في تغذية صغار أسماك الكارب العادي Common Carp عامر كاظم محمد تغذية أسماك	-48
341 - 336	دراسة التأثيرات السمية الوراثية الخلوية لجذور نبات عين البزون (vinca rosea) في الخلايا اللمفاوية البشرية المحفزة على الانقسام واستخدامها كبديل لمادة الكولجسين خارج الجسم الحي م.د. همد حسين عبيد جامعة بغداد - كلية العلوم	-49
345 - 342	تأثير اضافة المصادر الكربوهيدراتية اثنى عشيرة البادئ في بعض الصفات الانتاجية وتطور الجهاز الهضمي لفروج اللحم عدنان نعمة عوفي الاسدي / جامعة الكوفة - كلية الزراعة	-50
352 - 346	دراسة تقييمية لبعض الزيوت النباتية المحلية والمستوردة لمى مجيد أحمد جامعة كربلاء - كلية العلوم - قسم الكيمياء / العراق	-51
356 - 353	تأثير جنس المولود والمجموعة الوراثية في عدد من صفات النمو وصفات الذبيحة لدى الأغنام العواسمي وكسريباته مدرس * جبال فكتور ايليا / قسم الثروة الحيوانية - كلية الزراعة - جامعة بغداد - العراق	-52
362 - 357	تأثير نوعين من الأوعية و عمر الشتلة في نمو و حاصل الطماطة تحت ظروف الزراعة الصحراوية خالد عبد مطر اللامي / كلية الزراعة - جامعة كربلاء	-53
370 - 363	استخلاص و تنقية المركبات التانينية لبعض النباتات الطبية و اختبار فعاليتها ضد الأحياء المجهرية محمد عبد الله جبر الخفاجي قسم علوم الحياة / كلية العلوم جامعة بابل	-54
375 - 371	تأثير مستخلص خلات الاثيل لأوراق نبات الطرطيع (Schanginia aegyptiaca (Hassle. q) Allen. في بعوضة (Culex quinquefasciatus Say. (Diptera: Culicidae) رافع شاكر الخفاجي كلية العلوم / جامعة الكوفة	-55
383 - 376	المقارنة بين تأثير اضافة نوعين من المعززات الحيوية الى علائق افراخ اللحم في الصفات الانتاجية أ.م. غالب علوان محمد القيسي * م.م. يانسون منير فرحان الجمعة ** * فرع الصحة العامة / كلية الطب البيطري - جامعة بغداد . ** فرع الأحياء المجهرية / كلية الطب البيطري - جامعة بغداد .	-56
494 - 384	دراسة التنبؤات لنماذج من حجر الكلس بواسطة طريقة العناصر المحددة (FEM) وبمساعدة المعطيات الجيوفيزيائية د. خالد وليد هادي / كلية العلوم - جامعة القادسية	-57

دراسة التشوهات لنماذج من حجر الكلس بواسطة طريقة العناصر المحددة (FEM) وبمساعدة المعطيات الجيوفيزيائية



د. خالد وليد هادي
كلية العلوم - جامعة القادسية

المستخلص

تم في هذا البحث اجراء دراسة للتعرف على قيمة التشوهات الحاصلة في صخور حجر الكلس تحت تأثير مستويات مختلفة من الضغوط الافتراضية المسلطة عليها بواسطة طريقة العناصر المحددة وباستخدام برنامج (JL Analyzer, 2008), والذي يحتاج في عملية التحليل الى معاملات المرنة (معامل يونك ونسبة بويزون) والكثافة الكلية للنماذج الصخرية والتي تم استنباطها عن طريق حساب سرعة الموجات الزلزالية (VP و VS) وبواسطة جهاز (sonic viewer). تم الحصول على النماذج المدروسة من منطقة تمثل مقلع يقع جنوب غرب مدينة السماوة. وتم اعداد نموذج حاسوبي يمثل جميع النماذج قيد الدراسة لبيان مستويات التشوه الحاصلة عند كل مستوى من الضغوط المسلطة. ان الهدف من البحث تمثيل الانفعالات الحجمية والشكلية لصخور منطقة الدراسة تحت تأثير الضغوط المسلطة باستخدام طريقة العناصر المحددة. بينت نتائج البحث ان اقصى قيمة للتشوه في منطقة الدراسة كانت (1.34×10^{-6} سم) تحت تأثير ضغط بقيمة (1000 كغم/سم²)

Abstract

The study of deformation values for Limestone rocks under different levels of proposed pressures has been carried by Finite Element Method with using (JL Analyzer, 2008) program. This program need elastic modulus (young modulus and poisons ratio and the bulk density of rocks samples for Analysis process which obtained by calculation the seismic waves P&S waves by (sonic viewer). The studied samples were taken from the studied area represent amine lie south west of Samawa city. Computer model has been prepared to simulate the studied samples to show deformation levels occurred by applied pressures. The aim of this research is simulation of volumetric and shape strains for the rocks of the studied area under applied pressures by finite element method. The research results appear that the Maximum deformation value in the studied area was (1.34×10^{-6} cm) with applied pressure equal 1000 (kg/cm²).

1- المقدمة

تلعب الطرق الجيوفيزيائية دور متميز في اختبار الموقع المناسب للمشاريع الهندسية الكبيرة وفي معرفة وتحديد الطبقات القريبة من السطح وتوضيح انطقة الضعف في الصخور كالصدوع والتكسرات والتكهفات والمنحدرات غير المستقرة وغيرها [1] وهناك عدة تقنيات متبعة لغرض اعطاء معلومات واضحة ودقيقة عن الحالة الصخرية تحت السطح مثل تقنية قياس سرع الموجات فوق الصوتية (ultrasonic velocity) وباستخدام جهاز الموجات فوق الصوتية (sonic viewer) حيث يتم الاعتماد على السرعة المقاسة لغرض حساب العديد من الخواص الهندسية. واصبح من الشائع تمثيل معطيات هذه الطرق والتقنيات باستخدام الحاسوب للحصول على افضل تقييم لطبيعة الاسس في الصخور والتربة من الناحيتين الجيولوجية والهندسية لضمان عدم حصول فشل لهذه الاسس وبالتالي التقليل من الخسائر البشرية والمادية والاضرار البيئية الناتجة عنها وخاصة فيما يتعلق بالمنشآت العملاقة كالسدود والأنفاق والجسور وغيرها [2].

2- منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة والتي تمثل منطقة مقلع لحجر الكلس جنوب غرب مدينة السماوة وتبعد مسافة 40 كم تقريباً عن مركز المدينة وتقع جنوب شرق معمل اسمنت المثنى.

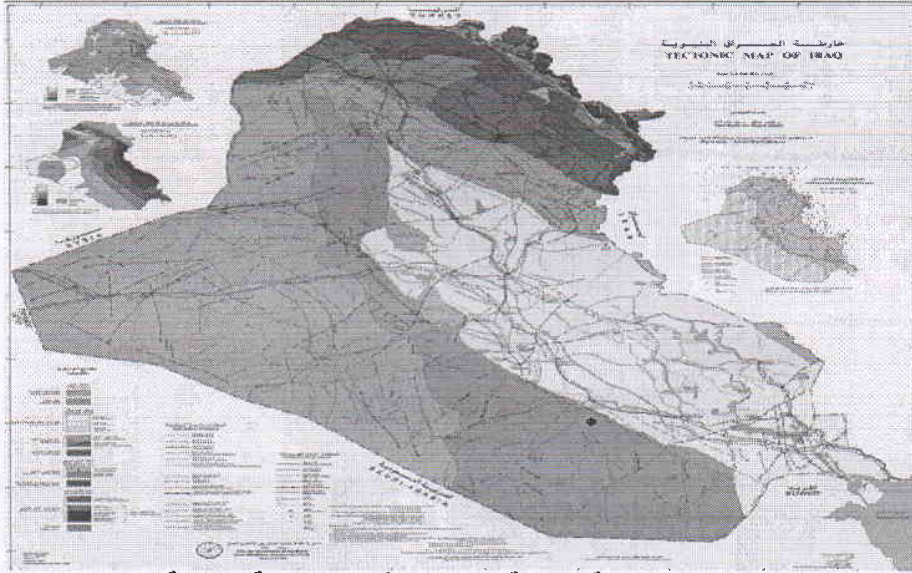
3- جيولوجية منطقة الدراسة

تتكشف في منطقة الدراسة طبقات من حجر الكلس ضمن تكوين الفرات الجيري (المايوسين) وتتميز صخور هذا التكوين بالتنوع في محتوياته الصخرية بشكل كبير في الصحراء الغربية حيث تظهر في منطقة الدراسة صخور الحجر الجيري الدولوميتي (dolomitic limestone) والحجر الجيري المارلي (marly limestone) والحجر الجيري الطيني (clayey limestone) [3]، وتقع المنطقة ضمن نطاق السلطان التكتوني قريباً من الحد الفاصل بين هذا النطاق وحزام الفرات الذي يمثل جزء من نطاق وادي الرافدين [4] انظر الشكل (1).

4- اهداف البحث

ان اهداف البحث تتمثل بما يأتي :-

- 1- حساب سرعة الموجات الزلزالية (VP) و (VS) لنماذج الصخور ومن ثم إيجاد بعض الخصائص والمعاملات الجيوتكنيكية مثل (Young Modul E) و (Poissons ratio σ) وكذلك الكثافة الكلية (γ Bulk Density) والتي تعتبر خاصية فيزيائية .
- 2- تمثيل الانفعالات الحجمية والشكلية لصخور منطقة الدراسة تحت تأثير الضغوط المسطحة وباستخدام طريقة العناصر المحددة بواسطة برنامج (JL Analyzer, 2008) .



الشكل (1): يبين الخريطة التكتونية للعراق مبيناً عليها منطقة الدراسة عن [4]

5- الاجهزة والتقنيات العلمية المستخدمة في البحث

أ- تم في هذا البحث استخدام جهاز الموجات فوق الصوتية (New sonic viewer) موديل (5217A) والمصنع من شركة (oyo) اليابانية ان هذا الجهاز يستخدم الموجات فوق الصوتية (ultrasonic waves) لأخذ قياسات السرعة لنماذج الصخور ويقوم الجهاز بتوليد نبضات كهربائية تتحول الى نبضات ميكانيكية ويتم قياس زمن عبور هذه النبضات خلال النموذج ولكل من الموجة التضاغلية (P-waves) والموجة القصيرة (S-waves) بالاستناد الى المواصفة (ASTMD2845-83,1983) مصدر [5] . تم الاعتماد على تسجيلات الجهاز في تحديد معامل يونك (E) ونسبة بويزون وهي المعاملات المطلوبة لغرض التطبيق في هذا البحث .

ب - طريقة العناصر المحددة (FINITE ELEMENT METHOD)

أن طريقة العناصر المحددة تعتبر بحد ذاتها من أكفأ الطرق المستخدمة في الوقت الحاضر في إنجاز التحليل الهندسي . أن السبب الرئيسي في اعتماد الحلول العددية لحل المعادلات الرياضية يعزى إلى الانتشار المكثف لاستخدام الحاسبات ذات السرعة العالية خاصة وأنها تعتمد الأسلوب التكراري في الحسابات . حيث تعتمد هذه الطريقة بشكل أساسي على تجزئة الجسم إلى أجزاء صغيرة تسمى بالعناصر (Element) بحيث يمكن صياغة سلوكها , وبعد ذلك يتم تحليل الجسم وهو مجمع ، وأن طبيعة المسائل الهندسية المختلفة تشير إلى أنه لا يمكن استخدام نوع واحد من العناصر لبعض المسائل فهناك عنصر أحادي البعد وعنصر ثنائي البعد وعنصر ثلاثي البعد [6] .

لا يمكن في بعض المسائل استخدام نوع من العناصر لتمثيل الشكل الهندسي لذلك تدخل أنواع مختلفة من العناصر من حيث الشكل والحجم ويمكن القول أنه ليس من الضروري أن يكون شكل وحجم العنصر داخل الجزء متشابه , وقد تستخدم هذه الحالة لزيادة كفاءة العملية الحسابية [7] .

- مفهوم العناصر المحددة

أن المفهوم الرياضي الأساسي لطريقة العناصر المحددة هو إيجاد حل لمشكلة معقدة وذلك بجعلها بصورة أبسط . وبسبب هذا الاستبدال فإن الحل الذي نتج عنه هذه الطريقة يعتبر حلاً تقريبياً (Approximate Solution) وليس حلاً مثالياً (Exact Solution) , ويمكن ترجمة المفهوم الرياضي إلى مفهوم هندسي فلو اعتبرنا المسألة المراد حلها هيكل إنشائي لتحليل هذه المنظومة تحت تأثير قوى مؤثرة عليها تحصل بعض المتغيرات . ولغرض تحليل هذه المنظومة باستخدام طريقة العناصر المحددة فإن هذه المنظومة تقسم إلى مجموعة من الأجزاء الصغيرة تسمى بالعناصر (Element) مرتبطة فيما بينها بنقاط مشتركة بالعقد (Node) وتسمى المنظومة الجديدة بنموذج العناصر المحددة (Finite Element Model) بعد ذلك يتم وضع الحل التقريبي لكل عنصر من العناصر والحل الكلي يتمثل بمجموع الحلول الفردية لكل عنصر [8] .

1- أساس الطريقة

أن تنفيذ طريقة العناصر المحددة يمر بخطوات منتظمة , ويمكن تلخيص هذه الخطوات على افتراض استخدام هذه الطريقة لتحليل الاجهادات إلى ما يأتي :-

أولاً: عملية التجزئة للجسم (Discretization of Domain)

وهي عملية القيام بتقسيم الجسم إلى نظام مشابه للنظام الأصلي بحيث يتكون من العناصر المحددة , وفي البحث الحالي تم تقسيم الجسم الثلاثي الأبعاد إلى عناصر ثلاثية الأبعاد (Three-Dimensional Element) وهي عناصر تحتاج إلى ثلاثة أبعاد لتمثيلها مثل العنصر الهرمي (Tetrahedron Element) والعنصر الثماني (Hexahedron Element) ولغرض تنفيذ عملية تقسيم الأنموذج , هنالك عدة اعتبارات يجب أخذها بنظر الاعتبار وهي:

1. شكل العنصر

يتم انتخاب شكل العنصر الملائم لعملية تفكيك الجسم . هناك عناصر أحادية الأبعاد وثنائية الأبعاد وثلاثية الأبعاد , فغالباً ما يتم انتخاب شكل العنصر اعتماداً على الشكل الهندسي للجسم , فهناك عنصر ذو ستة أوجه يمكن أن يكون مكعباً أو متوازي أضلاع أو غير متناظر ويسمى (Hexa) , أما إذا كان العنصر مكوناً من خمسة أوجه فيسمى (Penta) .

2. حجم العنصر

عند بناء أنموذج العناصر المحددة وتقسيم الأنموذج إلى عناصر فهناك عدة أمور يجب أن تأخذ بنظر الاعتبار وهي:-

- ◆ استخدام عناصر بحجم صغير يؤدي إلى زيادة دقة الحل ولكن على حساب الوقت المستغرق لإنجاز الحل , لذلك لابد من تحديد حجم للعناصر المستخدمة في بناء الأنموذج بحيث يحقق توازن بين دقة الحل والزمن المستغرق .
- ◆ استخدام عناصر ذات حجم صغير عند مناطق التحميل والمناطق التي يحدث فيها تغيير مفاجئ في الشكل حيث تتمركز الاجهادات (Stress Concentration) , واستخدام عناصر أكبر في المناطق البعيدة .
- ◆ تحديد حجم العنصر بحيث تكون النسبة الباعية (Aspect Ratio) أقرب إلى الواحد , إذ تمثل هذه النسبة شكل العنصر , حيث تساوي هذه النسب أكبر بعد إلى أصغر بعد في العناصر ثنائية البعد .

3. موقع العقد

عندما يكون الجسم المراد تحليله ذات شكل منتظم (أي لا يحتوي على تغيرات مفاجئة في شكله) وخواص معدن وحالة قوى مؤثرة منتظمة , عندها يمكننا تقسيم هذا الجسم إلى مقاطع متساوية حيث تكون الأبعاد بين العقد متساوية, أما عندما تحتوي المنظومة على تغيرات مفاجئة والقوى المؤثرة غير منتظمة فإن مسافات العقد تكون أقل (زيادة كثافة العقد) في المناطق التي تحدث فيها هذه التغيرات.

4. عدد العناصر

عند بناء أنموذج العناصر المحددة فإن عدد العناصر المستخدمة لهذا الغرض يعتمد بصورة أساسية على الدقة المطلوبة وعلى حجم العنصر , إذ أن زيادة عدد العناصر في الأنموذج يؤدي إلى زيادة دقة النتائج أي بمعنى آخر أن الحل التقريبي يقترب من الحل المثالي.

5. تبسيط الشكل الفيزيائي للجسم

إذا كان شكل الجسم متناظر والظروف الخارجية عليه أو الشروط الحدية متماثلة فيمكن استعمال نصف الجسم وحتى ربعه لتمثيله بالعناصر المحددة [9] .

ثانياً: اختيار دالة التقريب المناسبة (Selection Apropos Interpolation Function)

أن دالة التقريب تصف العلاقة بين متغيرات المنظومة الحقيقية مع إحداثيات العقد التي تربط العناصر . فمثلاً عندما تكون المنظومة في حالة أتران تحت تأثير قوى مسلطة سوف تحدث تشوهات غير معلومة , لذا تستخدم دالة التقريب لوصف تغير هذه التشوهات في كل عقدة نسبياً إلى درجات الحرية المحددة لأنموذج العناصر المحددة , حيث تسمى هذه الدالة بأنموذج الازاحات (Displacement Model) . أن نوع الدوال المستخدمة لوصف هذه العلاقة هي دوال متعددة الحدود (Polynomial Function) .

أن المعادلات الناتجة سوف تكون على الأغلب معادلات جبرية خطية يمكن التعبير عنها بشكل مصفوفة كالاتي :-

$$[K][U] = [F] \quad \dots(1)$$

حيث أن :-

[K] : تمثل خاصية العنصر (Element Property) أو مصفوفة الجساءة (Stiffness Matrix)

[U] : تمثل عمود متجه المجاهيل عند العقد

[F] : تمثل عمود متجه القوة المؤثرة أو أي تأثير خارجي على العقد

ثالثاً: التجميع (Assembly)

بعد إيجاد المعادلات لكل عنصر فأنها تجمع بأسلوب معين لتوحيد تصرف النظام الداخلي وبالتالي الحصول على مصفوفة الجساءة الكلية ومتجه القوة الكلي للأنموذج . أن عملية التجميع تكون محكومة بمفهوم الاستمرارية " الحلول للعناصر المجاورة

تكون متوافقة لذا فإن قيم المجاهيل وعقدها متساوية وبذلك فإن الحل الكلي سوف يستمر " ويمكن التعبير عن النظام الداخلي الجديد على شكل مصفوفة فتصبح المعادلة (1) بعد إجراء عملية الجمع بالشكل التالي :

$$[K'] [U'] = [F'] \quad \dots (2)$$

حيث أن :-

$[K']$: مصفوفة الجساءة المجمعة (Assemblage Stiffness Matrix)

$[F']$, $[U']$: أعمدة متجهات المجاهيل والقوى الخارجية المجمعة

(Assemblage Column Vectors for Unknowns and External Forces)

رابعاً: الشروط الحدودية (Boundary Conditions)

في هذه الخطوة يتم تطبيق الشروط الحدودية (B.C) على المعادلة (2) فتكون بالشكل التالي :

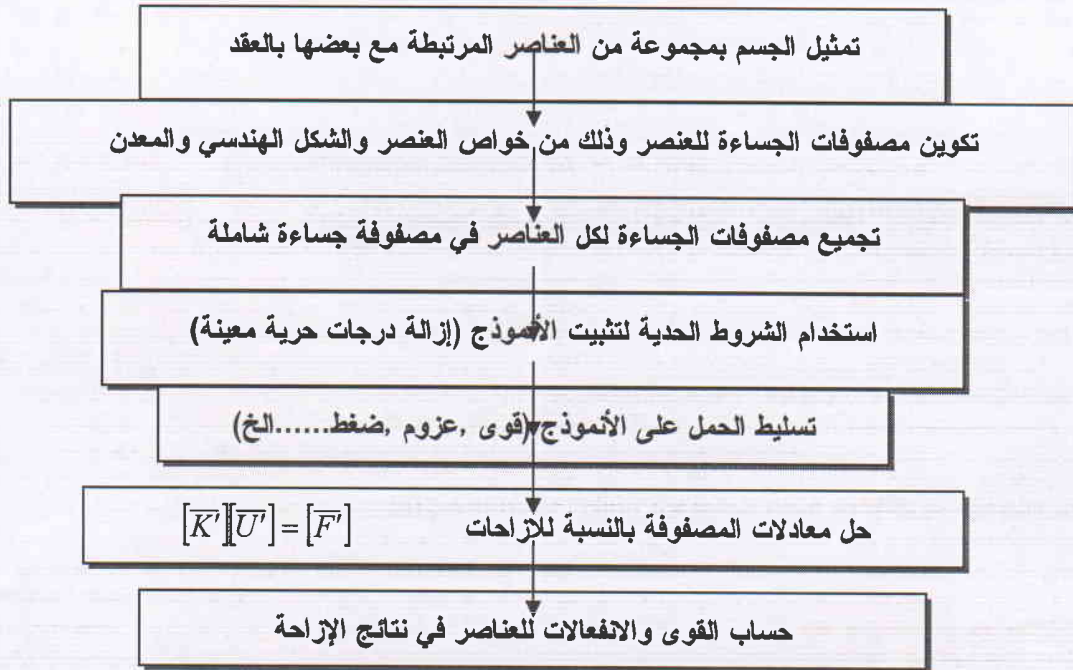
$$[\bar{K}'] [\bar{U}'] = [\bar{F}'] \quad \dots (3)$$

حيث أن الخط الأفقي () يدل على وجود الشروط الحدودية. (التحليل الهندسي) بعد تطبيق (B.C) يتم الحصول على أزيحات عقد جميع العناصر بدلالة المحاور الشمولية (Global Coordinate) عندها تحسب الأزيحات نسبة إلى المحاور الموقعية (Local Coordinate Axes) [8].

خامساً: احتساب التشوهات للعناصر (Calculate of deformation)

سيتم تمثيل التشوهات الحاصلة من خلال قيم الأزيحات الحاصلة لكل أنموذج من النماذج المحللة .

خطوات تحليل المنظومات باستخدام النظام الحاسوبي (JL Analyzer 2008)



- المدخلات للنظام (JL Analyzer 2008)

بعد الحصول على أنموذج العناصر المحددة يجب إدخال البيانات التالية للحصول على مواصفات تفصيلية عن الأنموذج:-

- خواص العنصر
- مثل سمك العنصر السطحي (Surface Element) وكذلك مساحة المقطع للعنصر الخطي حيث يوجد لكل نوع من العناصر قائمة للخواص ضمن البرنامج.
- خواص المعدن
- مثل معامل يونك (Young's Modulus) والكثافة ونسبة بويزون .
- التثبيت
- يستخدم التثبيت لتعيين الشروط الحدية مثل حالات التناظر (Symmetry Condition) وأنواع مختلفة أخرى من العلاقات ، أن عملية التثبيت ضرورية لأن الجسم غير المثبت له حرية الحركة ويسبب ذلك إخفاق في تحليل الأنموذج.
- الأحمال

يتم تسليط الأحمال عند العقد (Nodes) أو ضمن العنصر (Element).

-المخرجات للنظام

بعد إدخال المدخلات إلى البرنامج يتم التحليل حيث نحصل على مركبات الازاحات عند العقد (Node) والتي ستعبر عن قيم التشوهات الحاصلة للنماذج.

6- العمل المختبري

وتضمن اجراء ماياتي :-

1- تم تقطيع البلوكات الصخرية التي جلبت من مواقع مختلفة من منطقة الدراسة بواسطة الات تقطيع حجر الكلس حيث تم نحت ثلاث نماذج صخرية تميزت بكونها اسطوانية الشكل بقطر (D) (5 سم) وبطول (L) (12 سم).

2- قياس الزمن :- تم وضع النموذج بين المرسل والمستقبل (Transmitter & Receiver) والمجموعة توضع على سطح عازل لغرض تجنب الضوضاء (Noise) والذي قد يؤدي الى حصول تشويش على الاشارة الصلبة وبعدها تم قياس زمن مرور الموجات وللنماذج جميعاً وحسب الطريقة الآتية :-

أ- استخدام الشحم (Vaseline) لغرض حصول تماس جيد بين المرسل والمستلم وذلك لغرض قياس الموجة التضاغية P-waves) ولا يستخدم الشحم عند قياس زمن مرور الموجة القصيرة (S-waves) وذلك لعدم مرور الموجة القصيرة خلال السوائل .

ب- تم قياس سرعة الموجات من استخدام العلاقة الآتية :-

السرعة (V) = طول النموذج بالامتر (L) \ زمن المرور (t) بالثواني .

3- اعتمد الزمن عند ظهور اول كسر في الموجة الظاهرة على شاشة الجهاز .

7- الخواص الفيزيائية والمعاملات الجيوتكنيكية المدروسة

1- الكثافة (Bulk Density) :- تم قياس كثافة النماذج الثلاثة المستخدمة في البحث بالطريقة التقليدية من خلال قياس حجم النماذج الاسطوانية ووزنها وحسب المعادلة (4) وتم قياس قطر وأطوال النماذج بالمليمتر اما الوزن فيتم قياسه بواسطة ميزان حساس ويمكن ملاحظة قيم الكثافة للنماذج في الجدول رقم (1)

$$\text{Density} = \frac{\text{Mass (kg)}}{\text{Volume (m}^3\text{)}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

2- معاملات المرونة :وشملت كل من :-

أ- نسبة بويزون (Poisson's ratio (σ))

تم حساب هذه النسبة باستخدام المعادلة (5)

وقيم هذه النسبة للنماذج المدروسة موضحة في الجدول (1)

$$\sigma = \frac{0.5 (vp/vs)^2 - 1}{(vp/vs)^2 - 1} \quad \dots\dots\dots (5) \quad [10]$$

ب- معامل يونك (E) Young Modulus

تم حساب هذا المعامل باستخدام المعادلة (6) وقيم هذا المعامل موضحة في الجدول (1) :-

$$E = 2 \gamma VS^2 (1 + \sigma) \quad \dots\dots\dots (6) \quad [10]$$

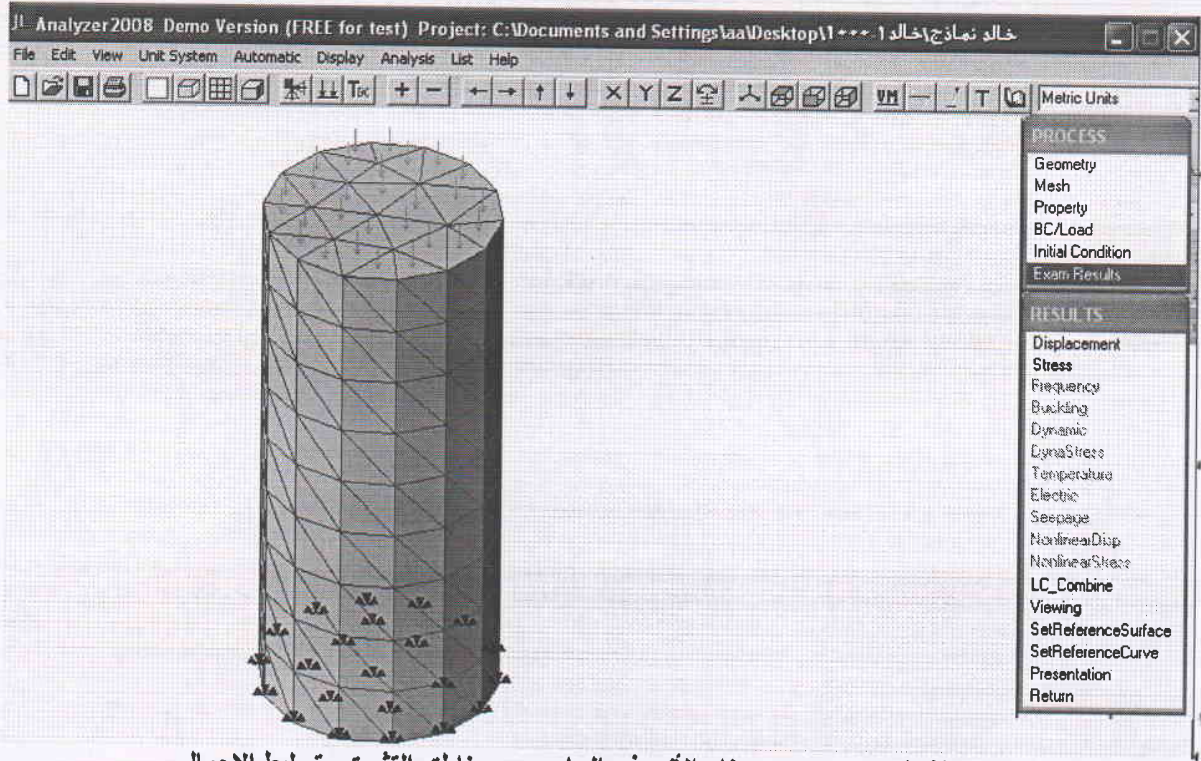
ان برنامج الحاسوب المستخدم في هذا البحث يعتمد في عملية التحليل على قيم هذين المعاملين بالإضافة الى الكثافة علماً ان معظم البرامج الميكانيكية الحاسوبية تحتاج الى هذه الخواص والمعاملات في عملها [11] .

8-بناء أنموذج حاسوبي :

تم بناء أنموذج حاسوبي ثلاثي الأبعاد اسطواني الشكل بقطر (5 سم) وبطول (12 سم) لغرض تمثيل التشوهات الحاصلة في جميع النماذج المدروسة وتحت الضغوط الافتراضية المسلطة على كل أنموذج وباستخدام البرنامج الحاسوبي (JL Analyzer) (2008) حيث تم اختيار العناصر من نوع (solid element tetra 4) وتم تسليط الضغط باتجاه محور Y على السطح العلوي للاسطوانة بعد ذلك تم تثبيت الاسطوانة بالدوران حول المحاور (X,Y,Z) وإعطاء درجة حرية فقط بالحركة الخطية حول المحاور (X,Y,Z) كما في الشكل رقم (2).

9-اجراء التحليل :

سلطت الضغوط باتجاه عمودي على سطح الاسطوانة العلوي وباتجاه (Y) ليمثل مواصفات فحص الانضغاط احادي المحور المختبري في الصخور (uniaxial compressive) , واجري التحليل من خلال ادخال الخواص المستنبطة من جهاز (sonic viewer) بالإضافة لكثافة جميع النماذج علماً ان الضغوط المسلطة على سطح كل نموذج كانت (1000, 750, 500 كغم /سم²) وكان التحليل من نوع (static Analysis) .



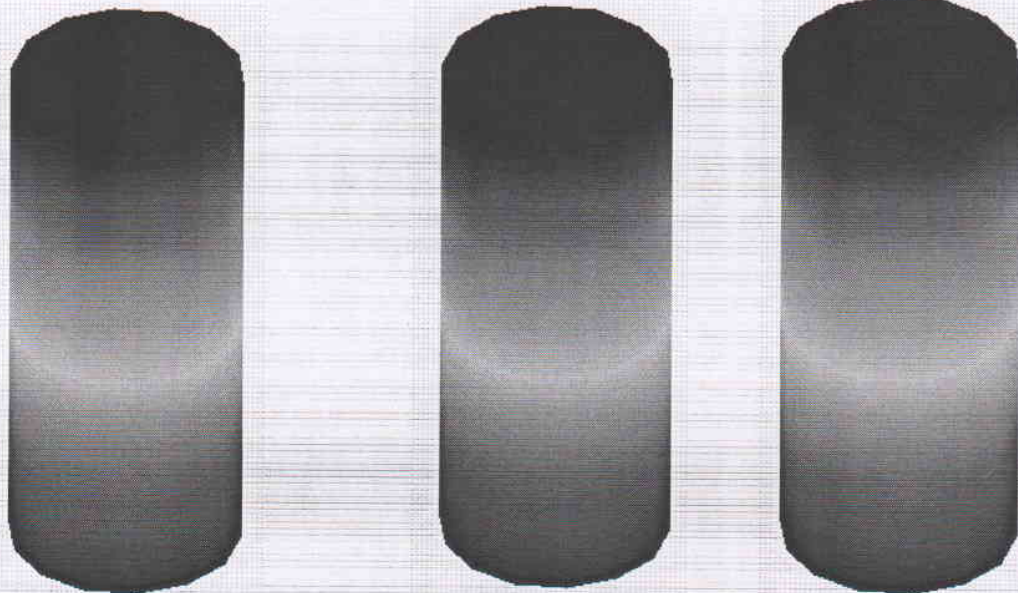
الشكل (2) : يبين بناء الأتمودج الحاسوبي ومناطق التثبيت وتبسيط الاحمال

10- النتائج والمناقشات
ان النتائج لسرع الموجات الزلزالية والمعاملات الجيو تكنولوجية المحسوبة والتي تم الحصول عليها في هذا البحث موضحة في الجدول رقم (1) .

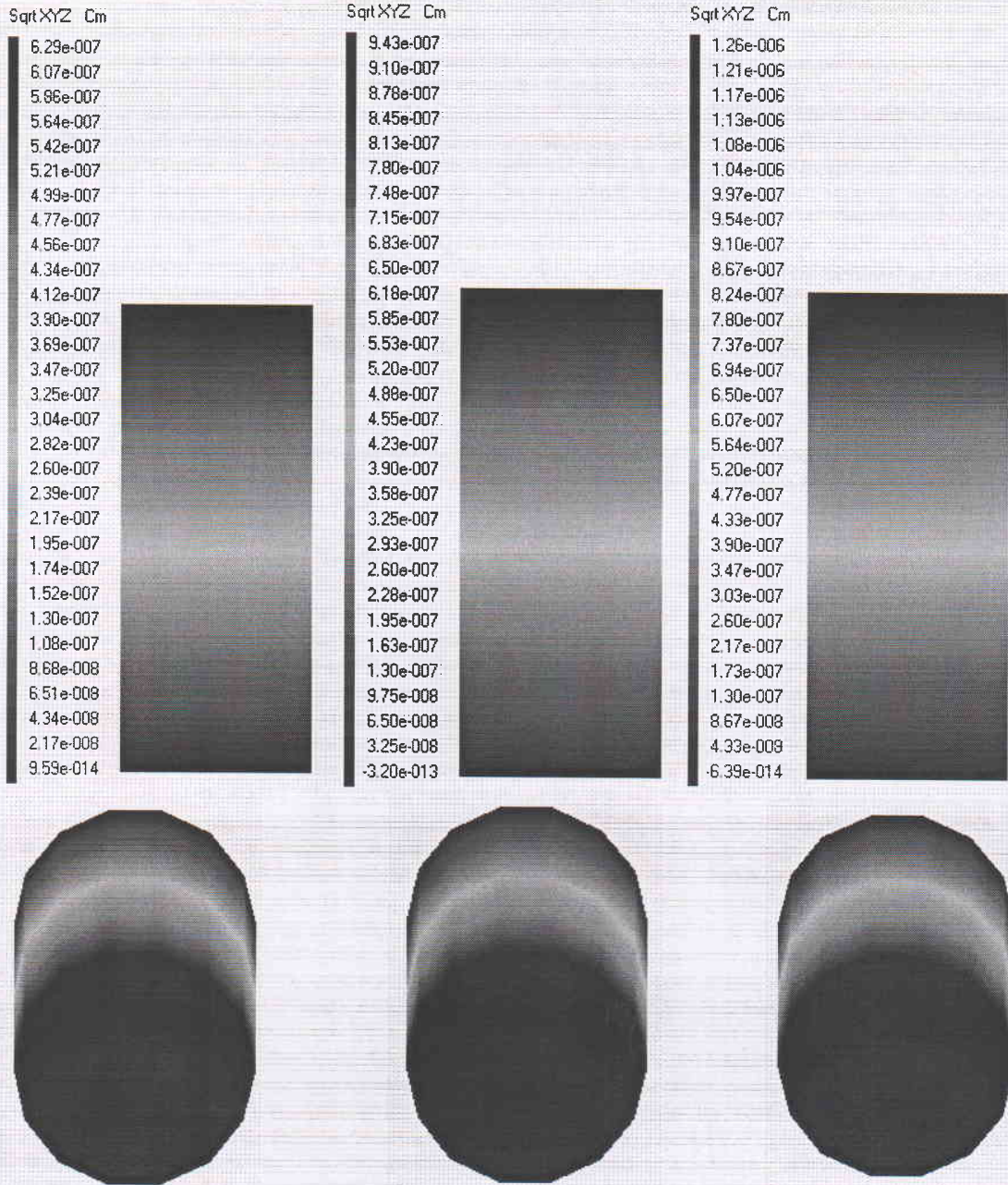
الجدول رقم (1) : يبين قيم VP و VS والكثافة ونسبة بوزون ومعامل يونك للنماذج قيد الدراسة .

Sample Symb.	Bulk Density g/cm ³ (γ)	Poisson's ratio(σ)	Young modulus(E) GPa	VP m/sec	VS, m/sec
A	1913	0.314	7.658	2373.44	1233.55
B	1717	0.346	9.332	2933.22	1420.33
C	1877	0.315	9.6133	2277.88	1182.96

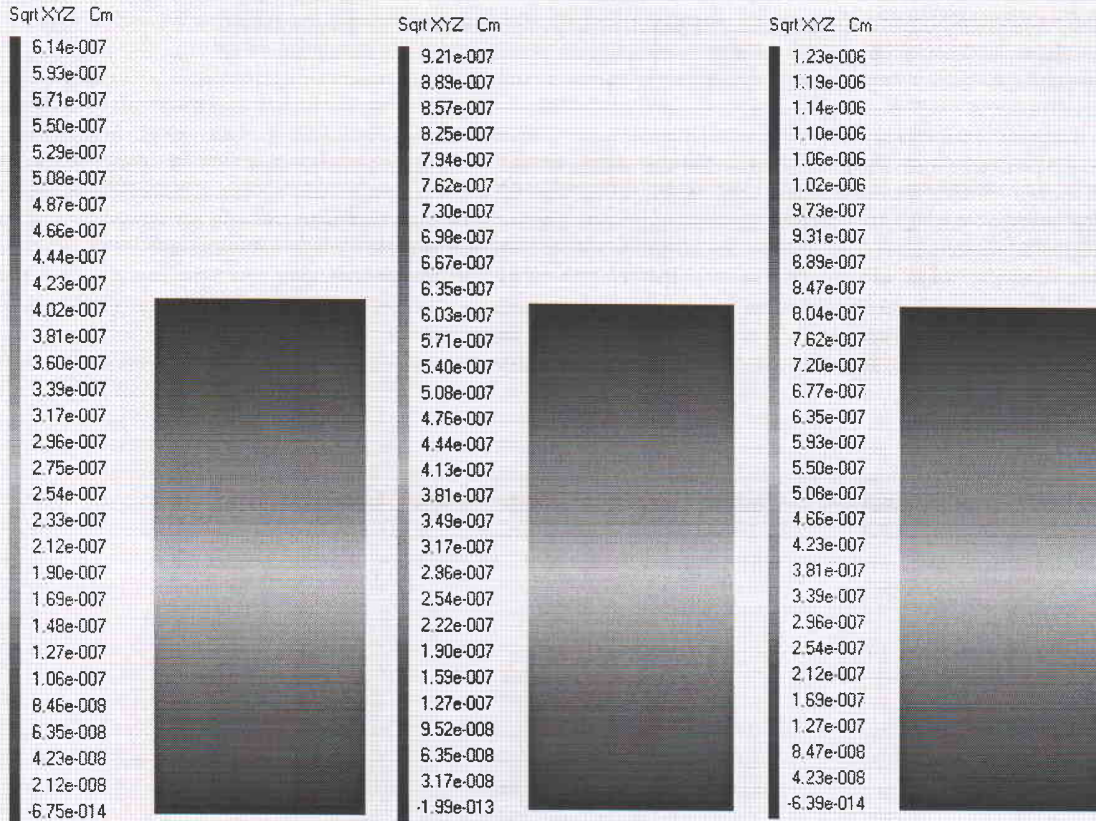
SqrtXYZ Cm	SqrtXYZ Cm	SqrtXYZ Cm
7.70e-007	1.15e-006	1.54e-006
7.43e-007	1.12e-006	1.49e-006
7.17e-007	1.08e-006	1.43e-006
6.90e-007	1.04e-006	1.38e-006
6.64e-007	9.96e-007	1.33e-006
6.37e-007	9.56e-007	1.27e-006
6.11e-007	9.16e-007	1.22e-006
5.84e-007	8.76e-007	1.17e-006
5.58e-007	8.36e-007	1.12e-006
5.31e-007	7.96e-007	1.06e-006
5.04e-007	7.57e-007	1.01e-006
4.78e-007	7.17e-007	9.56e-007
4.51e-007	6.77e-007	9.03e-007
4.25e-007	6.37e-007	8.50e-007
3.98e-007	5.97e-007	7.97e-007
3.72e-007	5.58e-007	7.43e-007
3.45e-007	5.18e-007	6.90e-007
3.19e-007	4.78e-007	6.37e-007
2.92e-007	4.38e-007	5.84e-007
2.65e-007	3.98e-007	5.31e-007
2.39e-007	3.58e-007	4.78e-007
2.12e-007	3.19e-007	4.25e-007
1.86e-007	2.79e-007	3.72e-007
1.59e-007	2.39e-007	3.19e-007
1.33e-007	1.99e-007	2.66e-007
1.06e-007	1.59e-007	2.12e-007
7.96e-008	1.19e-007	1.59e-007
5.31e-008	7.96e-008	1.06e-007
2.65e-008	3.98e-008	5.31e-008
1.67e-013	3.55e-014	4.05e-013



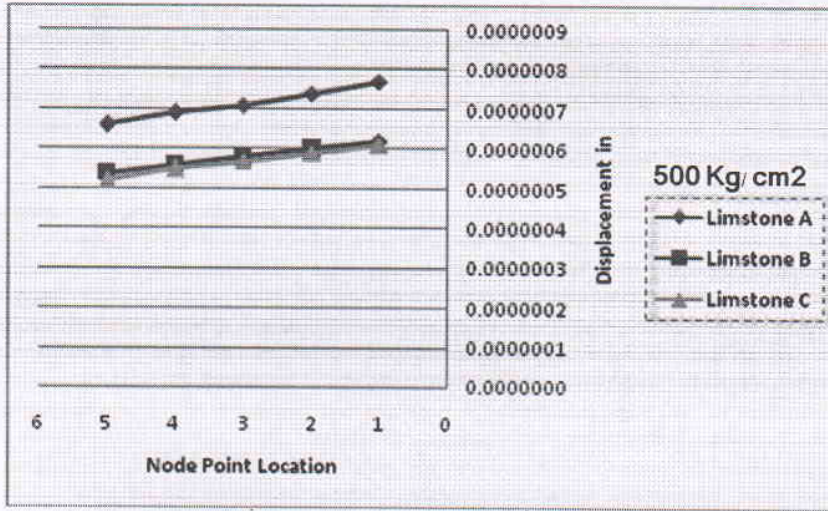
الشكل (3) : يبين قيم الازاحات الحاصلة في الأنموذج (A) تحت تأثير الضغوط المسلطة (500، 750، 1000 كغم اسم2) الضغط المسلط 1000 كغم/سم2 الضغط المسلط 750 كغم/سم2 الضغط المسلط 500 كغم/سم2



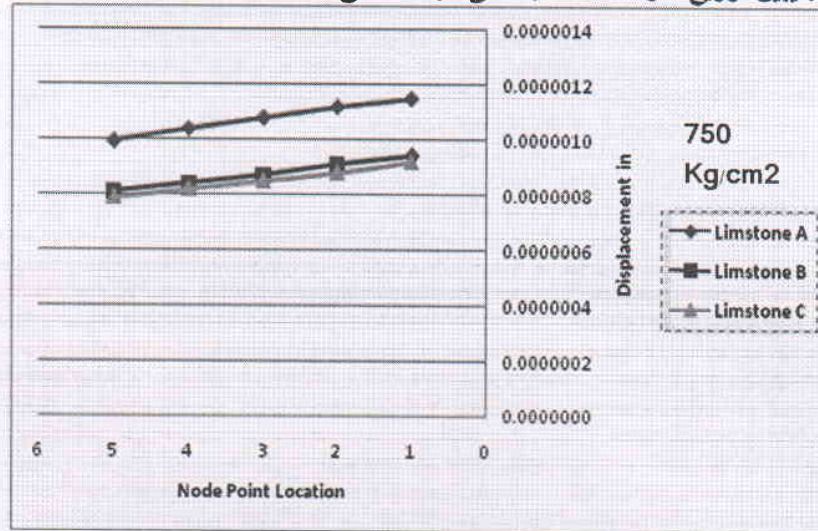
الشكل (4) : يبين قيم الازاحات الحاصلة في الاتموذج (B) تحت تأثير الضغوط المسلطة (500، 750، 1000 كغم اسم) (2) الضغط المسلط 1000 كغم اسم 2 الضغط المسلط 750 كغم اسم 2 الضغط المسلط 500 كغم اسم



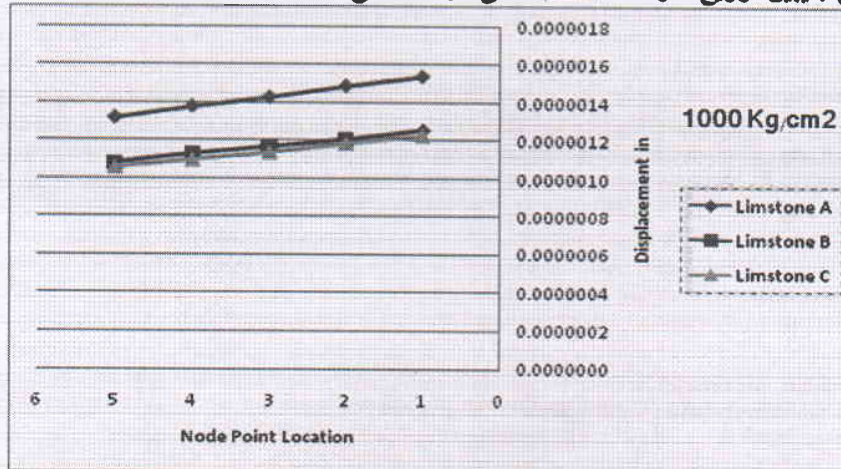
الشكل (5) : يبين قيم الازاحات الحاصلة في الامودج (C) تحت تأثير الضغوط المسلطة (500، 750، 1000 كغم /سم²) ان قيم الازاحات (Displacements) الناتجة من الضغوط المسلطة على النماذج الحاسوبية تُبين ان قيم التشوه القسوى لجميع النماذج تكون عند سطح النموذج المعرض الى القوة المسلطة وتقل هذه القيم باتجاه الاسفل. وتراوحت اعلى قيم للازاحة بين (6.14×10^{-7} - 7.7×10^{-7}) سم للنموذجين (C) و (A) على التوالي وتحت تأثير الضغط المسلط (500 كغم/سم²) بينما تراوحت اعلى قيم للازاحة بين (9.21×10^{-7} - 1.15×10^{-6}) سم للنموذجين (C) و (A) على التوالي تحت تأثير الضغط (750 كغم/سم²) بينما تراوحت اعلى قيم للازاحة بين (1.23×10^{-6} - 1.54×10^{-6}) سم للنموذجين (A, C) على التوالي وتحت تأثير الضغط (1000 كغم/سم²) وكما هو واضح في الاشكال (2, 3 و 4) .
 تبين من خلال البحث تقارب في قيم التشوه بالنسبة للنموذجين (C) و (B) تحت تأثير الضغوط المختلفة المسلطة على النموذجين بينما يظهر النموذج (A) وبشكل واضح قيم اعلى للتشوه وفي جميع الحالات وكما هو مبين في الاشكال (5, 6 و 7) .
 ويمكن ان يعزى ذلك الى اختلاف قيمة (E) بين هذا النموذج مع قيم النموذجين (C, B) .



الشكل (6) : يبين توزيع الازاحات العقدية على طول النماذج وتحت تأثير الضغط المسلط 500 كغم/سم²



الشكل (7) : يبين توزيع الازاحات العقدية على طول النماذج وتحت تأثير الضغط المسلط 750 كغم/سم²



الشكل (8) : يبين توزيع الازاحات العقدية على طول النماذج وتحت تأثير الضغط المسلط 1000 كغم/سم²

11-الاستنتاجات

1- بلغ معدل اقصى تشويه للنماذج المدروسة (1.34×10^{-6}) تحت تأثير الضغط (1000 كغم /سم²) مما يمكن ان يمثل المعدل لمنطقة الدراسة .

2- يمكن استخدام طريقة العناصر المحددة (FEM) في تقييم نسبة التشوه المتوقعة في الصخور بشكل عام ولصخور حجر الكلس بشكل خاص والنتيجة عن الضغوط والاجهادات الافتراضية المختلفة بطريقة سهلة وغير مكلفة وذات قدرة عالية في إظهار مديات متنوعة وواسعة من البيانات الناتجة عن العلاقة بين الاجهادات المسلطة والانفعالات الناتجة عنها , وتعتبر هذه الطريقة مفيدة جداً للمتخصصين في مجال الجيولوجيا الهندسية والجيولوجيا التركيبية في مناقشة النظريات و الأفكار الجيولوجية وخاصة فيما يتعلق بالاجهادات والحركات التكتونية والانفعالات الصخرية الناتجة عنها .

12 - المصادر

- [1] - الجباري , مقداد حسين وحجاب , باسم رشدي والجسار , سنان هاشم , 1999 , الجيولوجيا الهندسية , كتاب منهجي , مطبوع في دار الكتب للطباعة والنشر , جامعة الموصل , 576 صفحة .
- [2] - Montgomery , C.W.,2003 , Environmental geology , sixth edition book , by McGraw-Hill com. In 554P.
- [3]- Buday , T., and Jassim, S.,(1984) ,The regional geology of Iraq " S.E. for geological survey investigation ,Baghdad,352P.
- [4]- Buday , T., and Jassim, S., 1984 ,The tectonic map of Iraq ,geological survey and mining company of Iraq.
- [5]- American society of Testing Materials 1983 , Standard method for laboratory determination of pals velocity and ultrasonic elastic constants of rock , annual book for ASTM standards.
- [6]- Widas,P., 1997 , Interoduction to finite Element Method , www.sv.vt.edu , classes , MSE 2094- Note book.
- [7]- Noboru & Kikuhi,1986 , Finite Element Method in Mechanics, Cambridge university press.
- [8]- Roa ,S.S. , 1989 ,The finite Element Method in Engineering , second edition .
- [9]- Kenneth , D.B. , & Garret , N.V., 1989, The best and lightest , Mechanical Engineering journal
- [10]- Derringham , E., 1998, Computational Engineering geology , Book Cop .by prentice – Hall , Inc. 323P.
- [11]- Mogilevskaya , S. G. & wang , J.& Crouch , S.L., 2007 ,International Journal of rock Mechanics & Mining sciences , Elsevier science B.V., Amsterdam , vol. 33 , No. 6-7 , P.P. 316-329.