مجلة جامعة البعث

سلسلة علوم الهندسة المدنية والمعمارية

مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 43 . العدد 12

1442 هـ - 2021 م

الأستاذ الدكتور **عبد الباسط الخطيب**
رئيس جامعة البعث
المدير المسؤول عن المجلة

أ. د. ناصر سعد الدين	**رئيس هيئة التحرير**
أ. د. درغام سلوم	**رئيس التحرير**

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

بشرى مصطفى

د. محمد هلال	**عضو هيئة التحرير**
د. فهد شريباتي	**عضو هيئة التحرير**
د. معن سلامة	**عضو هيئة التحرير**
د. جمال العلي	**عضو هيئة التحرير**
د. عباد كاسوحة	**عضو هيئة التحرير**
د. محمود عامر	**عضو هيئة التحرير**
د. أحمد الحسن	**عضو هيئة التحرير**
د. سونيا عطية	**عضو هيئة التحرير**
د. ريم ديب	**عضو هيئة التحرير**
د. حسن مشرقي	**عضو هيئة التحرير**
د. هيثم حسن	**عضو هيئة التحرير**
د. نزار عبشي	**عضو هيئة التحرير**

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

سورية ـ حمص ـ جامعة البعث ـ الإدارة المركزية ـ ص . ب (77)

ـ هاتف / فاكس : 2138071 31 963 ++

ـ موقع الإنترنت : www.albaath-univ.edu.sy

ـ البريد الالكتروني : magazine@ albaath-univ.edu.sy

ISSN: 1022-467X

شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
- طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
- **اذا كان الباحث طالب دراسات عليا:**

يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقته على النشر في المجلة.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:**

يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.

- **اذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :**

يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.

- **اذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :**

يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):**

عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1- مقدمة

2- هدف البحث

3- مواد وطرق البحث

4- النتائج ومناقشتها .

5- الاستنتاجات والتوصيات .

6- المراجع.

- **يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب – الاقتصاد– التربية – الحقوق – السياحة – التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):**
- عنوان البحث . . ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1. مقدمة.
2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
3. أهداف البحث و أسئلته.
4. فرضيات البحث و حدوده.
5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
7. منهج البحث و إجراءاته.
8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
9. نتائج البحث.
10. مقترحات البحث إن وجدت.
11. قائمة المصادر والمراجع.

7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:

أ- قياس الورق 17.5×25 B5.

ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 – يمين 2.5- يسار 2.5 سم

ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8

ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20

. كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.

ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.

8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.

9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.

10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:

آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة (–) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . الطبعة (ثانية . ثالثة) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة.

وفيما يلي مثال على ذلك:

–MAVRODEANUS, R1986– **Flame Spectroscopy**. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد (كتابة مختزلة) وبعدها فاصلة . أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة.

مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases **Clinical Psychiatry News** , Vol. 4. 20 – 60

ج. إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و التقيد

بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: (المراجع In Arabic)

رسوم النشر في مجلة جامعة البعث

1. دفع رسم نشر (20000) ل.س عشرون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (50000) ل.س خمسون الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .
3. دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .
4. دفع مبلغ (3000) ل.س ثلاثة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

المحتوى

اسم البحث	اسم الباحث	الصفحة
استخدام نفايات الإطارات الممزقة في تحسين خصائص التربة الناعمة	أ.د . محمد تقلا واصف هيثم كوسى	34-11
النمذجة بطريقة العناصر المحدودة لسد بيتون مرصوص بالدحي	د.م. وسيم يوسف داؤود	56-35
توزع ومصادر المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات في مياه نبع سوريت	د. حسين جنيدي د. هيثم شاهين د. أحمد قره علي امال عطيه	82-57
الديناميكية الحركية ودورها في تحقيق الزيادة الضمنية للفراغات السكنية	د. نضال سطوف د. مؤنس الجرايحي هبة التتان	122-83
معايرة الحلقة الهستيرية لجدار قص من الخرسانة المسلحة باستخدام نموذج مكونات العناصر المحدودة المستمرة ونموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات	م. رانيه الأحمر أ.د. ميادة الأحمد الكوسا د.م. أمجد الحلواني	148-122

وزارة التعليم العالي
جامعة البعث
كلية الهندسة المدنية

استخدام نفايات الإطارات الممزقة في تحسين خصائص التربة الناعمة

إعداد :
المهندس واصف هيثم كوسى

إشراف :
أ.د . محمد تقلا

استخدام نفايات الإطارات الممزقة في تحسين خصائص التربة الناعمة

ملخص البحث :

– يتضمن هذا البحث إجراء دراسة تجريبية لتأثير إضافة المطاط على خصائص الانتفاخ ومقاومة القص لتربة غضارية منتفخة ، ومن أجل ذلك تم استخدام المطاط بنسب 5،10،15% من الوزن الجاف للترب الغضارية ، واستخدم المطاط وفق طريقتين الطريقة الأولى قطع بطول $1cm$ ومقطع تقريبي $2-4mm^2$ ، والطريقة الثانية مطحون على شكل بودرة مارة من المنخل رقم $0.425mm$.

– حيث تم إجراء سلسلة تجارب لدراسة كل من خصائص الانتفاخ ومقاومة القص للعينات المشكلة من أجل عدة حالات من حيث الرطوبة البدائية للتربة .

– وتم إجراء تحليل رياضي للنتائج التجريبية والتوصل إلى أن قطع المطاط أعطت فعالية جيدة في تحسين خصائص الانتفاخ ومقاومة القص ، كذلك تم التوصل لعدة نتائج هامة ، وتوصيات للأبحاث المستقبلية.

الكلمات المفتاحية : ضغط الانتفاخ ، مقاومة القص ، التربة المنتفخة ، نفايات الإطارات المطاطية.

Use of Shredded Tyre Waste in Improvement the Properties of Soft Soil

Abstract :

-This research include experimental study on the effect of addition of Rubber on swelling properties and shear strength of expansive clay soil and for that Rubber was used in percentage of (5,10,15)% of dry weight of clay soil, and the Rubber was used in two methods ,the first method was pieces of $1cm$ in length and approximate section of $2-4mm^2$, the second method was as powder passing from sieve of $0.425mm$.

-Series of tests were done to study properties of swelling and shear strength of formed samples for several cases of initial moisture of the soil .

-The experimental results were analysed , and we got that pieces of Rubber give good activity in improvement the swelling properties and shear, several significant conclusions and recommendations for future researches were presented.

Key words : Swelling pressure , Shear strength ,expansive soil , Rubber tyre waste.

استخدام نفايات الإطارات الممزقة في تحسين خصائص التربة الناعمة

1- مقدمة :

الترب الناعمة هي الترب التي تكون أكثر من 50%من مكوناتها ذات حبيبات قطرها أصغر من 0.075 mm ، وبالتالي فهي تتألف من السيلت والغضار . غالباً تأتي المشاكل للمنشآت الهندسية من سلوك الغضار الذي يتصف بحساسية كبيرة تجاه الرطوبة حيث يعاني من تغيرات حجمية (انتفاخ وتقلص) بشكل متكرر تبعاً للظروف الجوية ورطوبة الوسط ، كذلك نذكر ضعف مقاومة التربة الغضارية ، حيث تكون التربة الغضارية ذات قابلية عالية للهبوط عندما تتعرض للرطوبة في حين أن مقاومة القص لها تكون عالية جداً في الحالة الجافة ، وهذا الاختلاف في مقاومة القص يؤثر بشكل مباشر على قدرة التحمل ، وتوازن المنحدرات وغيرها من المشاكل التي تسبب أضراراً كبيرةً في المنشآت الهندسية المشيدة على هذه الترب وقد تؤدي إلى خروجها من الاستثمار في بعض الأحيان**[6]** .

ومن أهم الترب الناعمة التي تسبب خطورة على المنشآت المقامة عليها هي التربة الغضارية المنتفخة ، وعند التأسيس عليها دون إجراء تحسين لمواصفات التربة سوف ينعكس ذلك سلباً على سلامة المنشآت المقامة على هذه التربة ، وتشكل التربة المنتفخة تحدياً دائماً لمهندسي الجيوتكنيك **[2]**.

وفي هذا البحث سوف نسلط الضوء على أحد الطرق المقترحة حديثاً لتحسين مواصفات التربة الغضارية المنتفخة عن طريق خلطها بالمطاط المأخوذ من بقايا الإطارات المطاطية التالفة ، حيث يتميز مطاط الإطارات باحتوائه على مواد خام عالية المقاومة ومقاومة للتأكسد والتي تزيد من المقاومة للإهتراء ، كما وأنه عديم الامتصاص للرطوبة ، ويتمتع بناقلية حرارية ضعيفة لذلك يعتبر عازل للحرارة أفضل من التربة ، كذلك يتميز بانضغاطية عالية وكافية لامتصاص الإهتزازات . وإن قطع الإطارات تمتلك خصائص ميكانيكية ممتازة ، كذلك غير قابلة للتحلل بيولوجياً **[7] [5]**.

وتتألف الإطارات المطاطية من عدة عناصر كيميائية بنسب مختلفة كما في الجدول رقم (1) منها الكربون ، ،الزنك الألمنيوم ،المنغنيز ،الكبريت ، السيليسيوم...**[4]**

الجدول رقم (1) : التركيب الكيميائي للإطارات المطاطية [4]

Composition of element	Symbols	Percentage (%)
Carbon	C	87.51
Oxygen	O	9.23
Zinc	Zn	1.76
Sulfur	S	1.08
Silicon	Si	0.20
Magnesium	Mg	0.14
Aluminum	Al	0.08

عندما يخلط المطاط مع التربة يعطي مادة إنشاء خفيفة الوزن وتؤدي إلى تحسين في الخصائص الهندسية ، فقد درس الباحث Heyer L.C (2012) تخفيف خصائص الإنتفاخ باستخدام قطع من الإطارات المطاطية بطول بين (1~4 mm) وقطع بطول (4~ 8 mm) وبحيث نسب المطاط تتراوح بين%(6 ~15) ، وشكلت العينات برطوبات بدائية مختلفة ، وجد تناقص في الإنتفاخ مع زيادة محتوى المطاط وبفعالية أكبر عند استخدام القطع بطول (4~ 8 mm) . وحسب الباحثين J.S. Yadav, S.K. Tiwari (2017) فإن إضافة قطع من نفايات الإطارات الممزقة إلى تربة منتفخة خفض ضغط الانتفاخ بنسبة 43% **[4]**. وبالنسبة لمقاومة القص وحسب دراسة من قبل الباحثين Youwai and Bergado (2003) فقد أظهرت العينات التي تم اختبارها وبنسب من قطع الإطارات المطاطية % (30 و40 و50) زوايا احتكاك وتماسك متزايد مع زيادة كل من نسبة المطاط ، وحسب الباحثين Zornberg et al. (2004) فإن تأثير محتوى قطع الإطارات على سلوك التربة الغضارية والمطاط مهم حيث ازدادت زاوية الإحتكاك الداخلي مع تغير محتوى المطاط بنسبة وصلت إلى % 30 تقريباً **[3]** . وحسب الباحث M.E Scholar, (2017) ازدادت مقاومة القص للتربة الغضارية حوالي 7.5%عند خلطها مع قطع مطاطية **[5]**. ولاتزال فكرة إضافة المطاط لتحسين مواصفات التربة الغضارية تحتاج إلى الكثير من الأبحاث المعمقة وهي من الأبحاث المطروقة حديثاً والقليلة جداً .

2-هدف البحث :

تحسين مواصفات التربة الغضارية المنتفخة ودراسة تأثير كل من قطع المطاط والبودرة المطاطية على خواص الانتفاخ ومقاومة القص للتربة الغضارية.

3-مواد وطرق البحث :

تم اختيار تربة غضارية من ريف محافظة حماه (منطقة كفربهم- محيط معمل الإسمنت) حيث تبين أنها ذات خواص انتفاخية عالية ولدونة مرتفعة ، وهي تربة ذات لون أسود محمر ، وقد تم استخراجها بالحفر اليدوي من عمق 1m من سطح الأرض وتم إجراء بعض تجارب الخواص الفيزيائية والميكانيكية ، حيث أجريت تجربة التحليل الحبي للتربة وفق الكود ASTM D422 – 63 **[1]** ، والنتائج كما في الجدول رقم (2)

الجدول رقم (2) : تصنيف التربة المدروسة حسب النظام الموحد (U.S.C.S)

تصنيف التربة حسب النظام الموحد (U.S.C.S) ASTM D422			
غضار(mm) d < 0.002	**سيلت**(mm) d = (0.002 ~ 0.075)	**رمل**(mm) d = (0.075 ~ 4.75)	**بحص**(mm) d > 4.75
70%	20.5%	4.3%	5.2%

أما نتائج تجارب حدود أتربرغ وفق الكودASTM D4318 فهي حد السيولة 81.9% ، حد اللدونة 43.5% ، قرينة اللدونة 38.4%، وتصنيف التربة وفق مخطط كاساغراندي غضار عالي اللدونة CH. وأما الوزن النوعي الوسطي للتربة المدروسة 2.70 للمواد المارة من المنخل رقم 40 للتربة المدروسة بما يتوافق مع الكود14 – ASTM D854 . كذلك تم إجراء تجربة بروكتور النظامية على التربة وفق الكود12-ASTM D698 ونتجت الرطوبة المثالية 24.5% ، الوزن الحجمي الجاف الأعظميgr/cm^3 1.45 وأجريت تجارب الانتفاخ في جهاز الآدومتر وفق الكود ASTM D4546 حيث مساحة العينة $40cm^2$ ، ارتفاع العينة البدائيcm 2 ، ومن أجل ثلاثة حالات تختلف بالرطوبة البدائية للتربة مع المحافظة على الوزن الحجمي الجاف $1.45gr/cm^3$ ، وتم مراقبة انتفاخ العينات بعد بدء غمرها بالماء حتى استقرار الانتفاخ واستمر ذلك 72 ساعة

ثم تم تطبيق الإجهادات (0.25 ، 0.5 ، 1 ، 2 ، 4 ، 8) kg/cm^2 ، والنتائج النهائية لخصائص الانتفاخ للتربة المدروسة كما في الجدول رقم (3) .

الجدول رقم (3): نتائج تجارب الانتفاخ للتربة المدروسة

الحالة المدروسة	الرطوبة البدائية w=24.5%	الرطوبة البدائية w=18%	الرطوبة البدائية w=12%
ضغط الانتفاخ kg/cm^2	1.4	2	2.3
التشوه النسبي للانتفاخ %	-9.5	- 14.73	- 21.13

كما أجريت تجارب القص المباشر على الترب المدروسة وفق الكودASTM D3080 وبحيث مساحة العينة $36\ cm^2$، ارتفاع العينة 2 cm ، وتم غمر العينات بالماء ، وانتظار زمن 72ساعة ، ثم إجراء القص بسرعة 0.5mm/min من أجل جميع تجارب القص المباشر ، حيث أجريت التجارب من أجل ثلاثة حالات تختلف بالرطوبة البدائية للتربة مع المحافظة على الوزن الحجمي الجاف $1.45gr/cm^3$ ونتجت قيم التماسك والاحتكاك للتربة المدروسة كما في الجدول رقم (4).

الجدول رقم (4) قيم التماسك وزاوية الاحتكاك للتربة المدروسة

الحالة المدروسة	الرطوبة البدائية w=24.5%	الرطوبة البدائية w=18%	الرطوبة البدائية w=12%
التماسك kg/cm^2	0.37	0.42	0.48
زاوية الاحتكاك Φ°	10	14	18

وبهدف تحسين مواصفات هذه التربة تم خلطها مع المطاط المأخوذ من بقايا إطارات مطاطية تالفة وفق طريقتين ، الطريقة الأولى تم قص بقايا الإطارات المطاطية على شكل قطع مطاطية بطول $1cm$ ومقطع تقريبي $2-4mm^2$ كما في الشكل رقم (1).

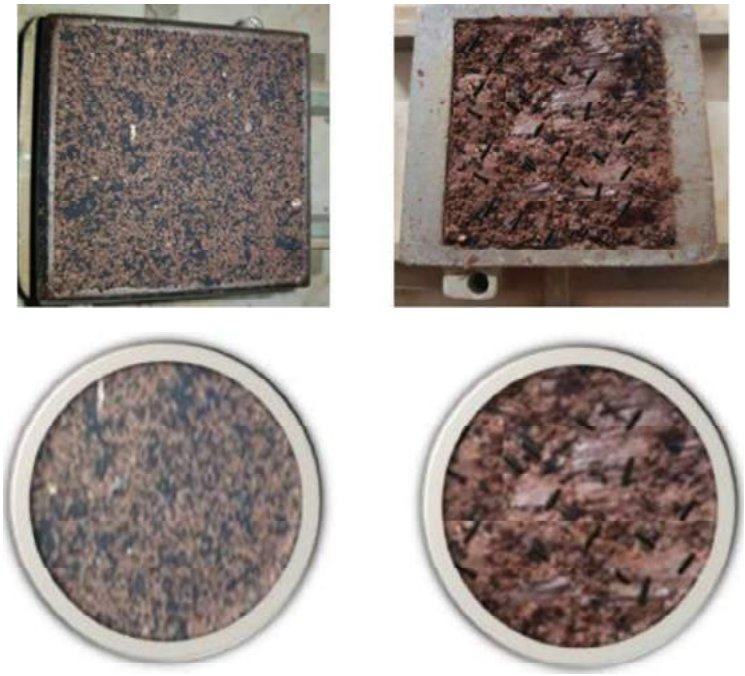
الشكل رقم (1) : المطاط المستخدم بشكل قطع

أما في الطريقة الثانية فقد تم طحن بقايا الإطارات المطاطية كما في الشكل رقم (2) حتى الحصول على بودرة مارة من المنخل $0.425mm$.

الشكل رقم (3) : طريقة طحن المطاط حتى الحصول على البودرة المطاطية

4-الدراسة التجريبية :

تم تشكيل العينات من التربة والمطاط عن طريق الخلط اليدوي للتربة الغضارية من أجل كل من الحالتين قطع المطاط والبودرة حتى الحصول على خليط متجانس ، وقد تم استخدام نسب المطاط S=(5,10,15)% مأخوذة من الوزن الجاف للتربة الغضارية ، ومن ثم تم دراسة تغير خصائص الانتفاخ للعينات المشكلة ومقاومة القص من أجل ثلاثة حالات مختلفة من حيث الرطوبة البدائية للتربة بحيث الحالة الأولى تكون الرطوبة البدائية 24.5% ، الحالة الثانية الرطوبة البدائية 18% ، الحالة الثالثة الرطوبة البدائية 12% ، ويظهر الشكل رقم (4) عينات مشكلة من أجل دراسة كل من مقاومة القص والانتفاخ في حالتي تربة مع قطع المطاط وتربة مع البودرة المطاطية .

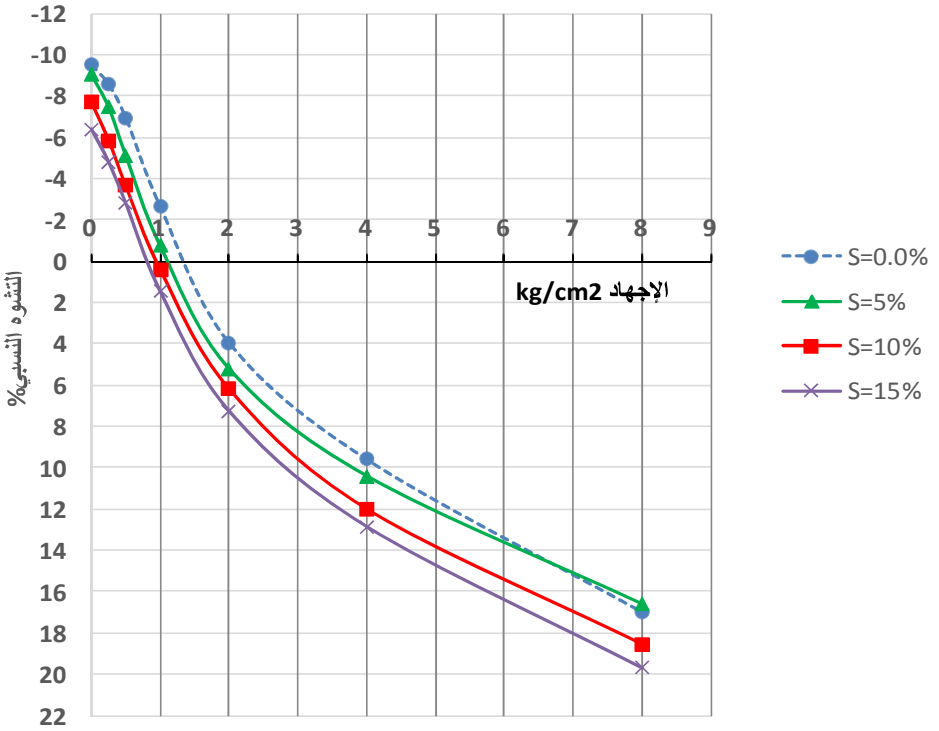


(تربة – قطع المطاط) (تربة – بودرة المطاط)

الشكل رقم (4) : عينات مشكلة من التربة الغضارية والمطاط

أولاً : دراسة تغير خواص الانتفاخ للعينات المشكلة من التربة الغضارية والمطاط :

تتوضح نتائج تجارب الانتفاخ كما في المخطط رقم (1) من أجل العينات المشكلة من التربة الغضارية مع نسب المطاط القطع S=(5,10,15)% وبحيث رطوبة العينة البدائية w=24.5%



المخطط رقم (1) نتائج تجارب الانتفاخ للعينات المشكلة مع المطاط القطع w=24.5%

وكذلك تم تكرار تجارب الانتفاخ من أجل الرطوبات البدائية (18 ،24.5،12)% ، ومن أجل حالتي استخدام قطع وبودرة المطاط .

ويمكن تلخيص جميع نتائج تجارب الانتفاخ للعينات المشكلة من التربة والمطاط بالجدول رقم (5) والمخططين رقم (2) و(3).

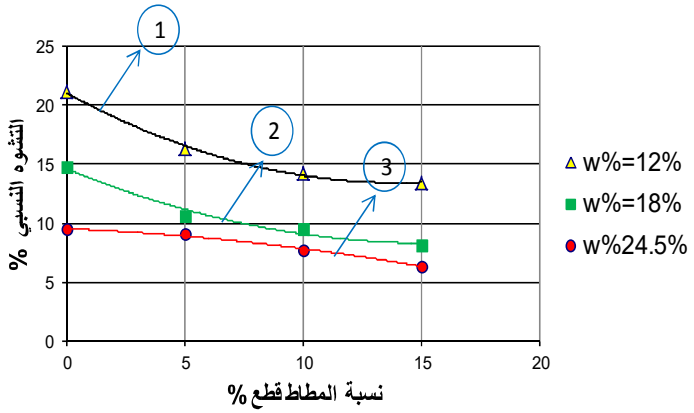
الجدول رقم (5) : نتائج تجارب الانتفاخ على العينات المشكلة مع نسب المطاط

الرطوبة البدائية w%	نسبة المطاط %S	حالة المطاط القطع		حالة المطاط البودرة	
		التشوه النسبي %	ضغط الانتفاخ kg/cm^2	التشوه النسبي %	ضغط الانتفاخ kg/cm^2
%24.5	**0**	- 9.5	1.3	- 9.5	1.3
	5	- 9.05	1.1	- 10.2	1.4
	10	- 7.7	0.95	- 9.7	1.25
	15	- 6.4	0.8	- 9.1	1.2
%18	**0**	- 14.73	2.0	- 14.73	2
	5	- 10.7	1.0	- 16.1	2.1
	10	- 9.55	0.9	- 15.2	1.9
	15	- 8.15	0.8	- 14.6	1.6
%12	**0**	- 21.1	2.3	- 21.1	2.3
	5	- 16.3	1.8	- 22.2	2.5
	10	- 14.3	1.6	- 20.3	2.1
	15	- 13.4	1.4	- 19.4	1.9

ومن المخطط رقم (2) ومن أجل حالة إضافة المطاط بشكل قطع للتربة نجد مايلي :

– يتناقص كل من التشوه النسبي للانتفاخ وضغط الانتفاخ عند إضافة قطع المطاط للتربة من أجل جميع النسب وفق علاقات منحنية . وتناقص التشوه النسبي للانتفاخ بنسب تراوحت بين %(5~45) وتناقص ضغط الانتفاخ بنسب تراوحت بين%(15~60).

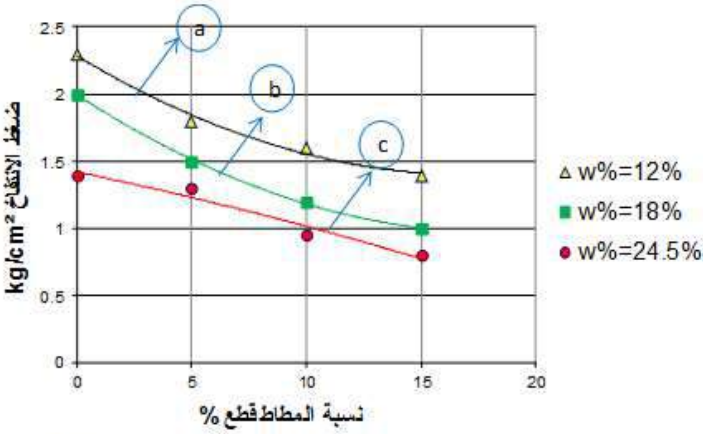
– النسبة الأفضل من المطاط القطع والتي أعطت أكبر نقصان في خصائص الانتفاخ هي 15% في حالة رطوبة ابتدائية للتربة 18%.



1 $y = 0.039x^2 - 1.087x + 21.015$
$R^2 = 0.9959$

2 $y = 0.0263x^2 - 0.8123x + 14.574$
$R^2 = 0.9796$

3 $y = -0.0085x^2 - 0.0855x + 9.5475$
$R^2 = 0.9923$

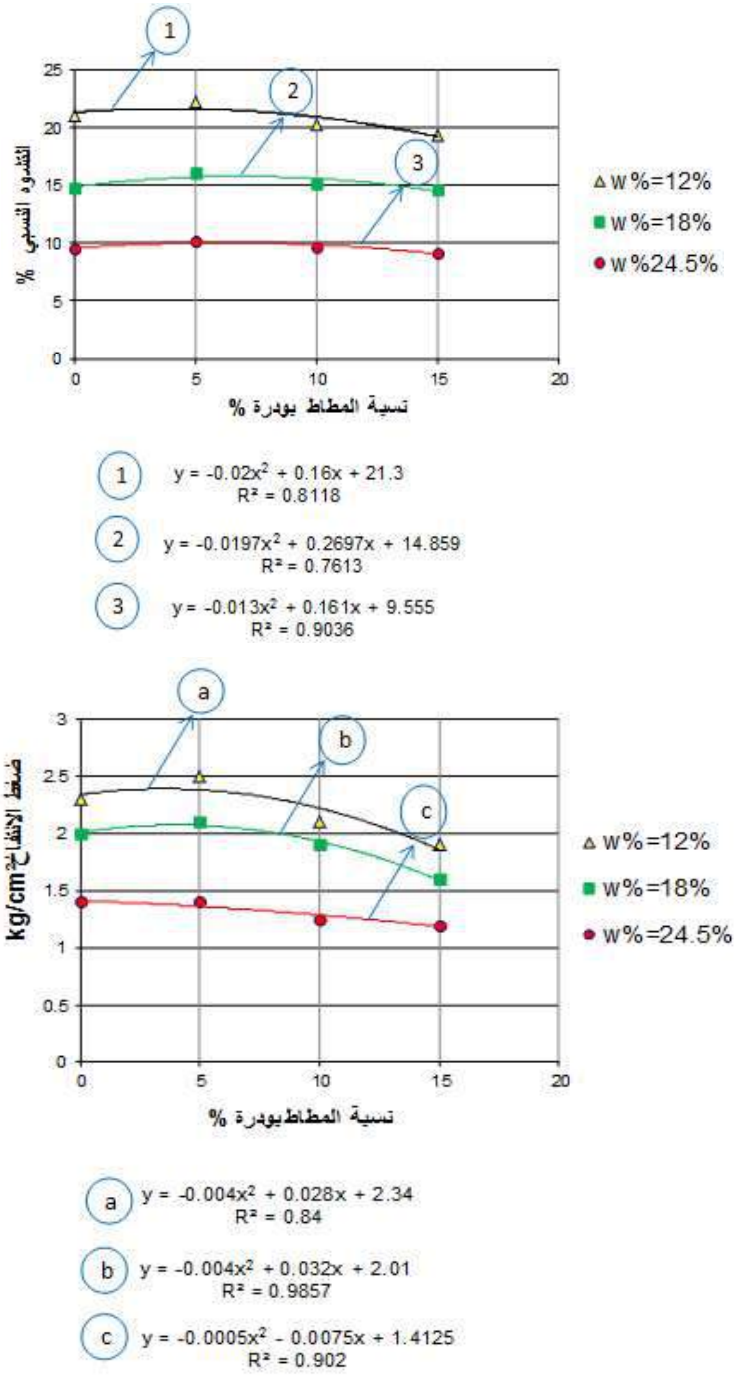


a $y = 0.003x^2 - 0.103x + 2.285$
$R^2 = 0.9899$

b $y = 0.003x^2 - 0.111x + 1.995$
$R^2 = 0.9991$

c $y = -0.0005x^2 - 0.0355x + 1.4225$
$R^2 = 0.9581$

المخطط رقم (2) : تغير خصائص الانتفاخ للعينات المشكلة بنسب من المطاط القطع



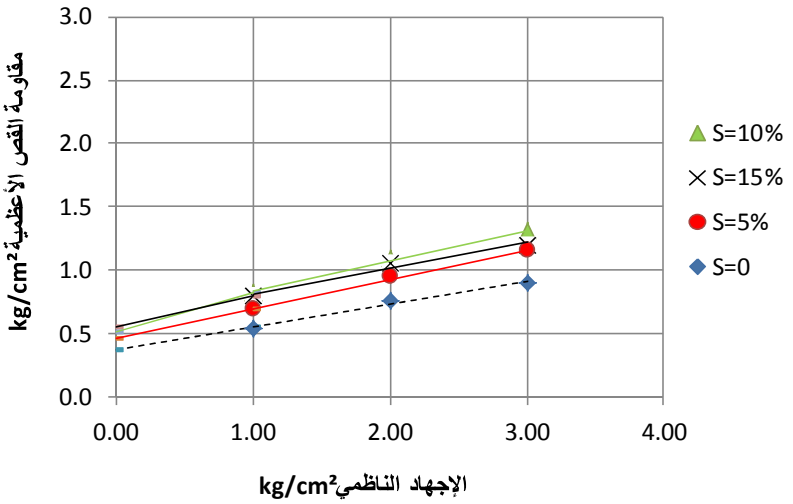
المخطط رقم (3) : تغير خصائص الانتفاخ للعينات المشكلة بنسب من المطاط البودرة

ومن المخطط رقم (3) من أجل حالة إضافة المطاط بشكل بودرة للتربة نجد مايلي :

إن إضافة بودرة المطاط للتربة قد لعبت دوراً سلبياً وزادت من خصائص الانتفاخ وخاصة من أجل النسب القليلة ، ومن أجل بعض الحالات عند إضافة بودرة يوجد تناقص في التشوه النسبي للانتفاخ بنسب تراوحت بين %(1~8) ، وتناقص في ضغط الانتفاخ بنسب تراوحت بين%(4~20).

ثانياً – دراسة تغير عوامل القص للعينات المشكلة من التربة الغضارية والمطاط :

تتوضح نتائج تجارب القص المباشر (مستقيمات مور كولومب) كما في المخطط رقم (4) من أجل إجراء التجارب على العينات المشكلة من التربة الغضارية ونسب المطاط القطع حيث رطوبة العينة البدائية 24.5% .



المخطط رقم (4) مستقيمات مور كولومب للعينات المشكلة مع قطع المطاط w=24.5%

وكذلك تم تكرار تجارب القص المباشر من أجل الرطوبات البدائية (18 ،12،24.5)% ومن أجل حالتي استخدام قطع وبودرة المطاط . ويمكن تلخيص النتائج النهائية لجميع تجارب القص المباشر (التماسك وزاوية الاحتكاك) للعينات المشكلة مع نسب المطاط بالجدول رقم (6) والمخططين رقم (5) و(6).

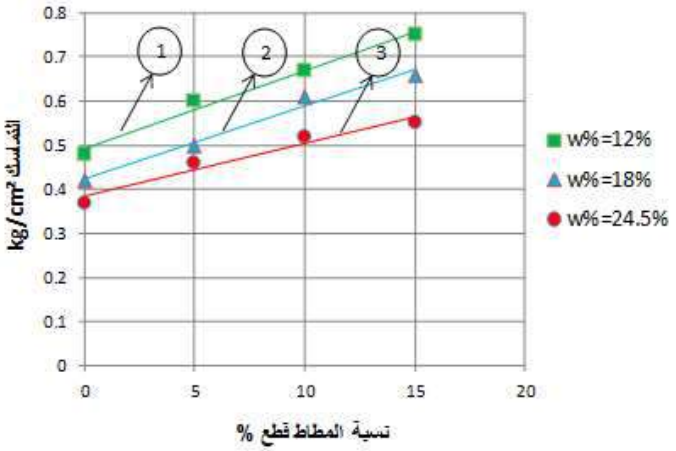
الجدول رقم (6) : تغير عوامل القص للعينات المشكلة بنسب من المطاط

الرطوبة البدائية w%	نسبة المطاط %S	حالة المطاط القطع		حالة المطاط البودرة	
		التماسك kg/cm^2	زاوية الاحتكاك (درجة)	التماسك kg/cm^2	زاوية الاحتكاك (درجة)
%24.5	**0**	0.37	10	0.37	10
	5	0.46	13	0.36	9
	10	0.52	16	0.33	7
	15	0.55	14	0.27	7
%18	**0**	0.42	14	0.42	14
	5	0.5	16	0.43	15
	10	0.61	18	0.36	12
	15	0.66	17	0.31	10
%12	**0**	0.48	18	0.48	18
	5	0.6	21	0.53	21
	10	0.67	23	0.43	17
	15	0.75	20	0.4	15

من المخطط رقم (5) نجد زيادة تماسك التربة عند إضافة قطع المطاط للتربة من أجل جميع النسب وفق علاقات خطية ، وزيادة زاوية احتكاك التربة عند إضافة قطع المطاط للتربة من أجل جميع النسب وفق علاقات منحنية .

عند إضافة قطع المطاط للتربة بالنسب %(5،10،15) زاد التماسك بنسب تراوحت بين %(12~57) ، وزادت زاوية الاحتكاك بنسب تراوحت بين%(11~60).

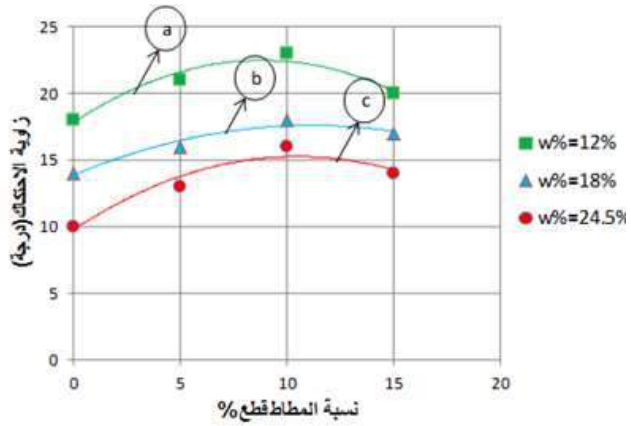
– النسبة الأفضل من المطاط القطع والتي أعطت أكبر مقاومة للقص 15% في حالة رطوبة ابتدائية للتربة 18% .



1 $y = 0.0176x + 0.493$, $R^2 = 0.9852$

2 $y = 0.0166x + 0.423$, $R^2 = 0.982$

3 $y = 0.012x + 0.385$, $R^2 = 0.9524$

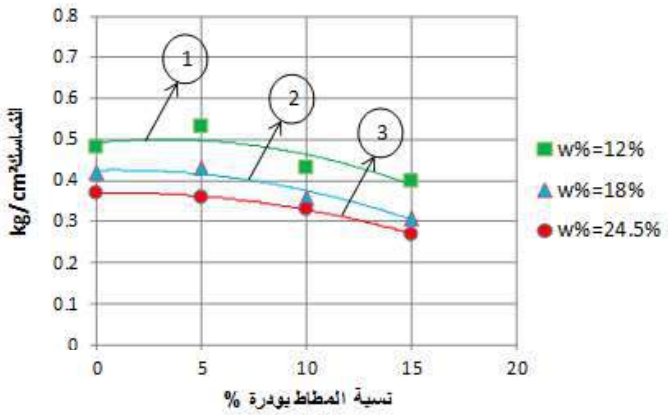


a $y = -0.06x^2 + 1.06x + 17.8$, $R^2 = 0.9385$

b $y = -0.03x^2 + 0.67x + 13.85$, $R^2 = 0.9486$

c $y = -0.05x^2 + 1.05x + 9.75$, $R^2 = 0.9333$

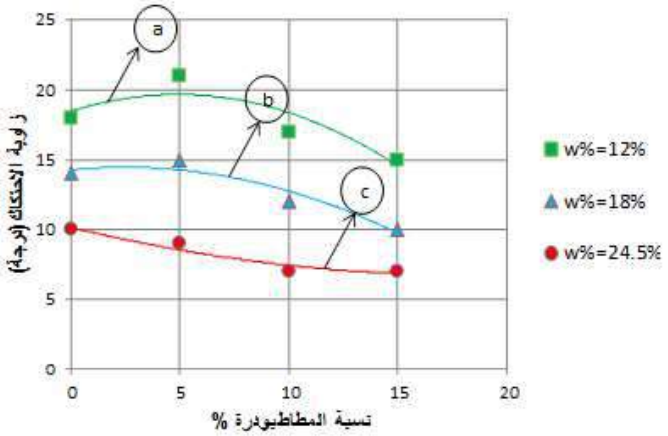
المخطط رقم (5): تغير الاحتكاك والتماسك للعينات المشكلة بنسب من المطاط القطع



1 $y = -0.0008x^2 + 0.0052x + 0.491$
$R^2 = 0.7531$

2 $y = -0.0006x^2 + 0.001x + 0.425$
$R^2 = 0.9468$

3 $y = -0.0005x^2 + 0.0009x + 0.3695$
$R^2 = 0.9992$



a $y = -0.05x^2 + 0.49x + 18.45$
$R^2 = 0.784$

b $y = -0.03x^2 + 0.15x + 14.25$
$R^2 = 0.9153$

b $y = 0.01x^2 - 0.37x + 10.15$
$R^2 = 0.9333$

المخطط رقم (6) : تغير الاحتكاك والتماسك للعينات المشكلة بنسب من المطاط البودرة

أما من أجل العينات المشكلة مع بودرة المطاط ومن المخطط رقم (6) نجد مايلي :

– يكون تغير كل من تماسك التربة واحتكاكها عند إضافة بودرة المطاط للتربة وفق علاقات منحنية تقريبية متناقصة كلما زادت النسب من البودرة .

– عند إضافة بودرة المطاط للتربة بالنسب %(5،10،15) انخفض التماسك بنسب تراوحت بين %(3~27) ، وانخفضت زاوية الاحتكاك بنسب تراوحت بين %(6~30).

4–النتائج ومناقشتها:

من المخططات السابقة لنتائج تجارب الانتفاخ يمكن التوصل بشكل وسطي للمخطط رقم (7) للمقارنة بين تأثير كل من قطع وبودرة المطاط على خصائص الانتفاخ ، ويمكن استنتاج قيمة التشوه النسبي للانتفاخ $\zeta_{SW}\%$ للعينات المشكلة من التربة المدروسة المطاط بالنسبة S% بالمعادلتين الوسطيتين التقريبيتين :

من أجل قطع المطاط :

$$\zeta_{SW}\% = 0.018 * S^2\% - 0.66 * S\% + 15.05$$

من أجل بودرة المطاط :

$$\zeta_{SW}\% = -0.018 * S^2\% + 0.2 * S\% + 15.24$$

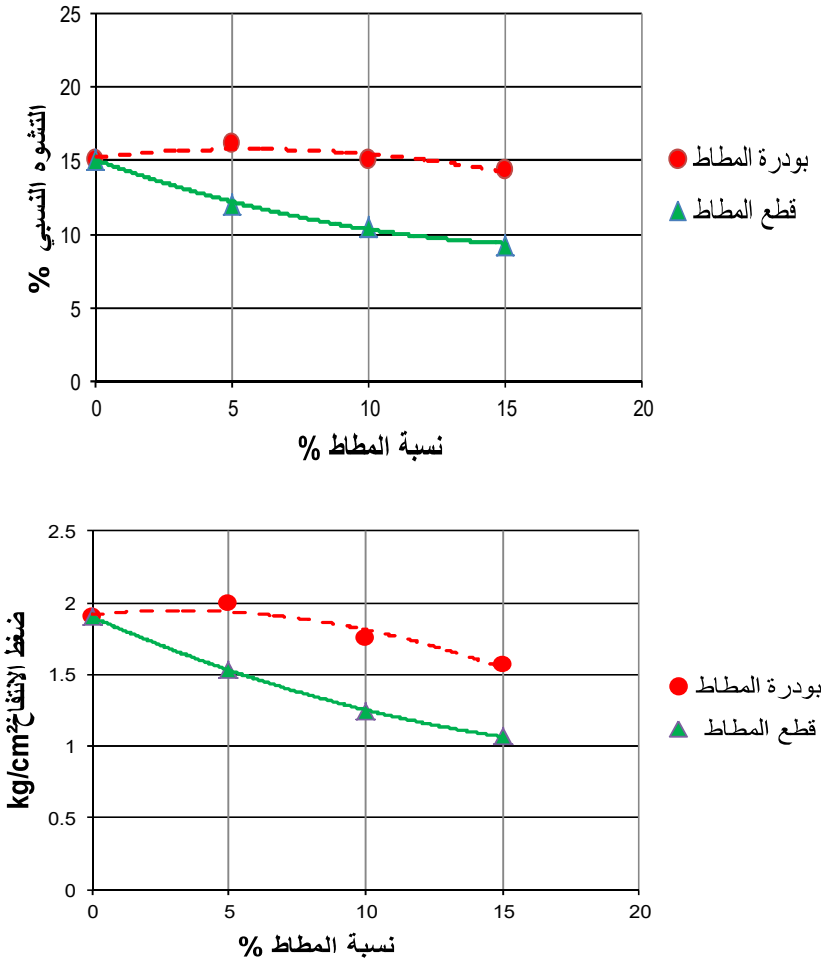
ويمكن استنتاج قيمة ضغط الانتفاخ σ_{SW} للعينات المشكلة من التربة المدروسة والمطاط بالنسبة S% من المعادلتين الوسطيتين التقريبيتين :

من أجل قطع المطاط :

$$\sigma_{SW} = 0.0018 * S^2\% - 0.083 * S\% + 1.93$$

من أجل بودرة المطاط :

$$\sigma_{SW} = -0.0028 * S^2\% + 0.018 * S\% + 1.92$$

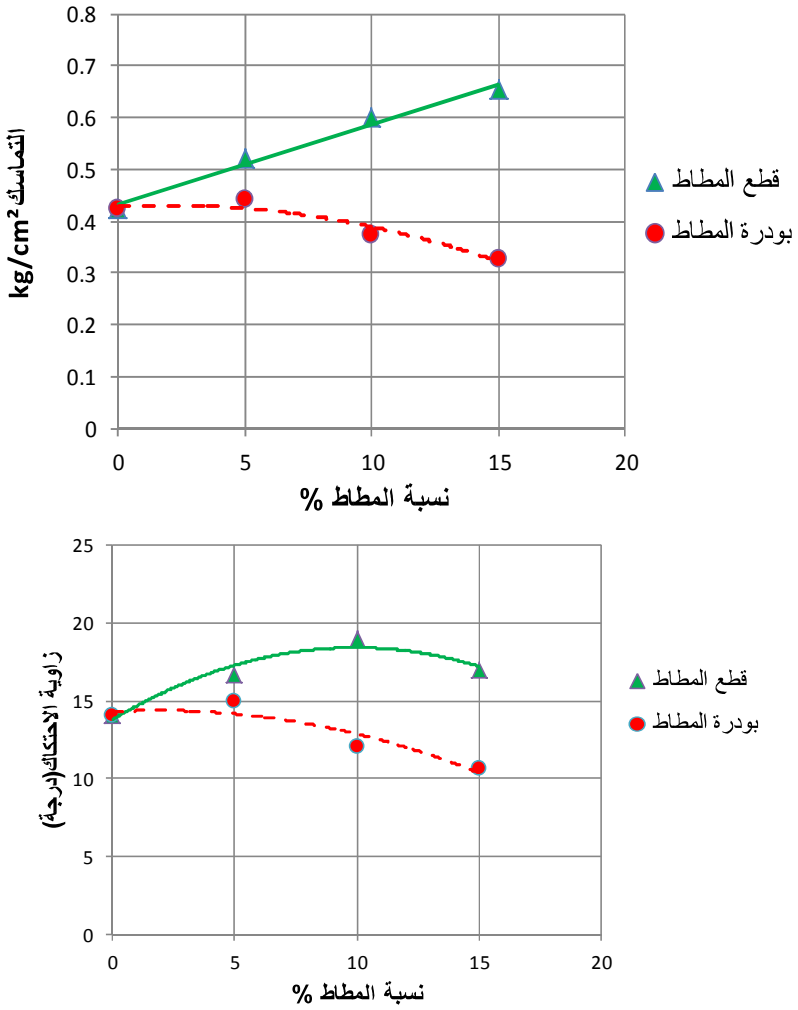


المخطط رقم (7) : تغير خصائص الانتفاخ عند إضافة المطاط للتربة (قطع ، بودرة)

ومن المخطط رقم (7) يمكن أن نستنتج أن إضافة قطع المطاط إلى التربة أكثر فعالية من البودرة في تخفيض خصائص الانتفاخ ، ويفسر ذلك بأنها تعمل على تسليح التربة مثل الألياف وتزيد من متانة الترابط بين حبيبات التربة وبالتالي تقاوم إجهادات الشد التي يسببها الانتفاخ ، فوجودها يعيق عملية الانتفاخ ، أما إضافة بودرة المطاط الناعمة فقد لعبت دور سلبي في بعض الأحيان وزادت من خصائص الانتفاخ ، ويمكن تفسير ذلك

بأن السطح النوعي للبودرة كبير وبالتالي يحتاج إلى كمية من الماء لتغليف سطوحه والتي ساهمت في إنقاص الرطوبة البدائية للتربة وبالتالي زاد الانتفاخ .

ومن المخططات السابقة لنتائج تجارب القص يمكن التوصل بشكل وسطي للمخطط رقم (8) للمقارنة بين تأثير كل من قطع وبودرة المطاط على خصائص القص .



المخطط رقم (8) : تغير خصائص القص عند إضافة المطاط للتربة (قطع ، بودرة)

– يمكن استنتاج التماسك للعينات المشكلة من التربة المدروسة المطاط بالنسبة S%بالمعادلتين الوسطيتين التقريبيتين :

من أجل قطع المطاط : $C = 0.015 * S\% + 0.43$

من أجل بودرة المطاط : $C = -0.0006 * S^2\% + 0.0024 * S\% + 0.43$

– يمكن استنتاج قيمة زاوية الاحتكاك للعينات المشكلة من التربة المدروسة والمطاط بالنسبة S%من المعادلتين الوسطيتيتن التقريبيتين :

من أجل قطع المطاط : $\phi = -0.047 * S^2\% + 0.93 * S\% + 13.8$

من أجل بودرة المطاط : $\phi = -0.023 * S^2\% + 0.09 * S\% + 14.28$

ومن المخطط رقم (8) يمكن أن نستنتج أن إضافة قطع المطاط إلى التربة أظهرت فعالية في زيادة مقاومة التربة على القص بسبب زيادة التماسك وزاوية الاحتكاك ، حيث إن قطع المطاط تعمل على زيادة الترابط بين حبيبات التربة بألياف المطاط وبالتالي زيادة التماسك ، وكذلك تؤدي قطع المطاط لحصول تداخل وتعشق بين سطوح الحبيبات وبالتالي زيادة زاوية الاحتكاك الداخلي للتربة.

أما إضافة بودرة المطاط الناعمة فقد لعبت دور سلبي حيث خفضت مقاومة القص فكلما زادت في التربة أضعفت من الترابط بين الحبات وبالتالي التماسك ، وكذلك تقلل من الاحتكاك بسبب سطوحها الناعمة وكونها شغلت حيزاً في العينة بدل الغضار من دون إضافة أية خواص تسليح للعينة . ويلاحظ في بعض الأحيان عند إضافة البودرة بنسب قليلة أنه زادت مقاومة القص ويفسر ذلك بسبب أن السطح النوعي للبودرة كبير ، وبالتالي يحتاج إلى كمية من الماء لتغليف سطوحه والتي ساهمت في إنقاص الرطوبة البدائية للعينة وزيادة خواص القص لها بنسب محدودة.

5-الإستنتاجات والتوصيات :

تم التوصل إلى عدة استنتاجات فيما يخص تأثير خلط المطاط مع الترب الغضارية المنتفخة ، ويجب التنويه إلى أن هذه الاستنتاجات تتوافق مع التربة الغضارية المستخدمة في هذا البحث والتي صنفت بأنها غضار عالي اللدونة CH ، قرينة لدونتها 38.4%، وحد السيولة % 81.9، ونذكر فيما يلي أهم الاستنتاجات التي تم التوصل إليها :

1 – عند إضافة قطع المطاط للتربة بالنسب %(5،10،15) تناقص التشوه النسبي للانتفاخ بنسب تراوحت بين %(5~45) ، وتناقص ضغط الانتفاخ بنسب تراوحت بين%(15~60) ، ومن أجل إضافة النسب من البودرة تناقص التشوه النسبي للانتفاخ بنسب تراوحت بين %(1~8) ، وتناقص ضغط الانتفاخ بنسب تراوحت بين%(5~20)، وبالتالي إضافة قطع المطاط إلى التربة أكثر فعالية من البودرة في تخفيض خصائص الانتفاخ للتربة الغضارية .

2 – عند إضافة قطع المطاط للتربة بالنسب %(5،10،15) زاد التماسك بنسب تراوحت بين %(12~57) ، وزادت زاوية الاحتكاك بنسب تراوحت بين%(11~60) ، ومن أجل إضافة النسب من البودرة انخفض التماسك بنسب تراوحت بين %(3~27) ، وانخفضت زاوية الاحتكاك بنسب تراوحت بين%(6~30)

3 – النسبة الأفضل من المطاط القطع والتي أعطت أفضل خصائص للتربة (أكبر مقاومة للقص وأقل انتفاخ) هي 15% في حالة رطوبة ابتدائية للتربة 18% .

4 – إن إضافة بودرة المطاط للتربة يمكن أن تلعب دوراً سلبياً وتزيد من خصائص الانتفاخ وكذلك يمكن أن تخفض من زاوية الاحتكاك والتماسك للتربة.

5 – تم استنتاج معادلات رياضية تعطي خصائص الانتفاخ وعوامل القص حسب نسبة المطاط ونوعية استخدامه قطع أو بودرة.

6 – نوصي بإجراء دراسة على تأثير إضافة المطاط على كل من مقاومة الضغط الحر وقيمة CBR للتربة الغضارية .

7 – نوصي بإجرء دراسة لتحسين التربة الغضارية باستخدام ألياف مطاطية ذات مقطع أقل من مقطع القطع المستخدمة في هذا البحث وأطول منها .

8– إجراء تجارب إضافة قطع المطاط على ترب ذات خصائص مختلفة للتحقق من إمكانية تعميم النتائج التي تم التوصل إليها .

6-المراجع :

[1] - ASTM, (1996),D4546,"Annual book of standards,New York,USA.

[2] - Chen, F.H. (1988)."Foundations on Expansive Soils.". Oxford, New York.

[3] - Heyer,L.C. (2012)."Swell, Stiffness and Strength of Expansive soil - Rubber (esr)Mixtures at various scales : effect of specimen and rubber particle sizes .".Colorado State University.

[4] - J.S. Yadav, S.K. Tiwari. (2017)."Effect of waste rubber fibres on the geotechnical properties of clay stabilizedwith cement"Malaviya National Institute of Technology.

[5] - M.E Scholar, (2017)."Stabilization of Clay Soil Mixed With Rubber Tyre Chips For Design in Road Construction ".

[6] - Nelson, J.D. and Miller, D.J. (1992)." Expansive Soils - First Edition.". New York.

[7] - Srivastava,A. (2014)."Use of shredded tyre waste in improving the geotechnical properties of expansiveblack cotton soil ".Geomechanics and GeoengineeringAn International Journal.

النمذجة بطريقة العناصر المحدودة لسد بيتون مرصوص بالدحي (سد الموجب)

د.م. وسيم يوسف داؤود[1] كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث

[1]دكتوراه في الهندسة الجيوتكنيكية، قسم الدراسات والشؤون الفنية، مديرية الموارد المائية بطرطوس، سوريا.

للمراسلة: الجوال: 00963969930452

البريد الإلكتروني: waseem.daoud@yahoo.com

الملخص:

يقدّم البيتون المرصوص بالدّحي مفهوماً مختلفاً في إنشاء الرصف والسدود، فهو بيتون جاف (هبوط أبرامز معدوم)، ذو محتوى مائي منخفض، ومزيج كثيف يتضمن حصويات متدرجة الخشونة، ومواد إسمنتية رابطة و ماء. مما يجعل من رصّه بسماكات كبيرة أمراً صعباً بدون استخدام الرجّاجات ذات الطّاقة الكبيرة. يُنقل هذا البيتون بالشاحنات، ويوضع ويُرصّ باستخدام معدّات الرّصف الإسفلتي. تكمن الفائدة الرئيسية لهذه التقنية في تخفيض زمن الإنجاز والتوفير في كُلَف العمل وامكانية الاستعاضة عن المواد التقليدية في الرّصف الطّرقي. كما يؤمّن سطحاً متيناً ومصقولا أملساً من شأنه تسهيل عمليات المرور المتوقعة في كلّ الظروف والعوامل المختلفة كالحمل المحوري و كذلك في كل الشروط البيئية. في هذا البحث تم استخدام برنامج SAP لتحليل الإجهادات في جسم السد و الأساسات في سد الموجب المبني من البيتون المرصوص بالدحي. و لقد قدّمت هذه الدّراسة منهج معدّل في تطوير نمذجة الإجهاد من خلال البرامج المتوفرة مثل برنامج العناصر المحدودة (SAP). و لقد أظهرت النتائج أنّ إجهاد الشدّ الأعظمي يكون أعظمياً في المنطقة المجاورة لقدم وجه السدِّ الرّطب. و حصلنا على عامل آمان الاستقرار من أجل الحمولات الستاتيكية بقيمة تزيد عن 1 من أجل إجهادات القص الأفقية و الإجهادات الأساسية. لكن من أجل الحمولات الديناميكية أظهرت الدراسة وجود منطقة واضحة بعامل آمان أقل من القيمة المطلوبة.

الكلمات المفتاحية: البيتون المرصوص بالدّحي، بوزولان، الحمولات الستاتيكية، الحمولات الديناميكية.

Finite element modeling method of roller compacted concrete dam (Mujib Dam).

Waseem Yousef Daoud[1]

[1] PhD of geotechnical engineering, Department of studies and technical affairs, water resource directorate in Tartous, Tartous, Syria.
Mob: +963 969930452, Email: waseem.daoud@yahoo.com (Waseem Daoud)

Abstract:

The Roller Compacted Concrete (RCC) offers a different concept in the creation of pavement and concrete dams, it's dry Beaton (Zero Abrams slump), with a low watercontent, and includes of dense mix consisting of graded coarse aggregate, andcementations materials, and water, this makes it so difficult to compact it in big thicknesses layers without using large energy rollers compactors. concrete conveys bytrucks, placed and compacted by using equipment asphalt pavement. The main advantageof this technique is in reducing the completion time and cost savings in labor and thepossibility of replacing traditional materials in road paving. It also provides a solid surfacesmooth and polished, and would facilitate the operations of traffic expected in allcircumstances and various factors such as axial loads and environmental conditions. In this research SAP program was used to analyze stresses in the body dam and foundation in RCC mujib dam. This study presents a modified step-by-step approach, which improved the stress modeling within the available commercial software (SAP finite element program). The results are shown that the greatest tension is developed in the rock adjacent to the toe of the battered slope. For static analyses it is shown the safety factor (SF) for stability was greater than 1 for both horizontal shear stresses and principal stresses. But for dynamic loads the analyses showed a significant zone were the SF was less than required value.

Key Words: roller compacted concrete, pozzolan, static load, dynamic loud.

1- Introduction:

Roller compacted concrete (RCC) dams emerged as a viable new type of dam during the 1980s. They have gained acceptance worldwide in a relatively short time due to their low cost, which is derived in part from their rapid method of construction [1]. The RCC method evolved not only from the effort of some influential concrete dam designers but also from the work of geotechnical engineers who have traditionally designed earth and rock-fill embankments. Their combined efforts have produced a concrete dam built by methods usually associated with earth dam construction. The product is a less costly dam with the same inherent safety as a conventionally placed concrete dam [2].

Roller Compacted Concrete - RCC - is a technique characterized mainly by its use of rollers for compaction. Roller compacted concrete (RCC) is a construction methodology, not a Design Criteria or technology, that use a concrete (and is a concrete as material) of no-slump consistency in its unhardened state that is transported, placed, and compacted using earth and rock fill construction equipment [3].

RCC is a concrete that differs from conventional concrete principally in that it has a consistency that will support a vibratory roller and an aggregate grading and fines content suitable for compaction by the roller or other external methods.

All materials used in a high RCC dam, including cement, pozzolanic material and fine and coarse aggregates, The objective of RCC proportioning is to provide a dense

and stable mass that meets the strength, durability, and permeability requirements for its application. Materials used for RCC include cementitious materials, aggregates, water, and admixtures. A wide range of materials has been used successfully to produce RCC mixtures.

2- RCC technology:

In the development of RCC technology, two philosophies, or approaches, have emerged with respect to a RCC a mix design methods. They can be termed the soils, or geotechnical, philosophy, and the concrete philosophy, there is no distinct line separating the two philosophies. Basically, RCC mixtures produced using concrete design methods have a more fluid consistency as measured by Vebe or vibratory compaction (VC) test. these mixes may be described as being more workable than those developed using the soil approach, yet both philosophies will produce a concrete that is termed (zero slump) [4].

The soil philosophy considered RCC as cement – enriched processed soil, or aggregate, whose mix design is based, is on moisture – density relationship. for a specified aggregate and cementations material content, the goal is to determine an optimum moisture content for a laboratory compactive effort that corresponds to the effort or density applied by the rollers in the field. In the soil approach, paste (cement, pozzolna and water) does not generally fill all the voids in the aggregate after compaction.

The principles of compaction developed by proctor in the early 1930s are applied in the soils approach to the proportioning of RCC mixtures. Proctor determined that for a given compactive effort there is an (optimum moisture) content that produced a maximum at dry density. Increasing the compactive effort results in a greater maximum dry density at lower optimum moisture content.

Based on these compaction principles, dry density is used as the design index in the soil approach. dry density is defined as the dry weight of solids per unit volume of material, independent of water content. it can be calculated from wet density, and vice versa, by the formula (1):

$$\rho_d = \frac{\rho_\omega}{1+\omega} \qquad (1)$$

Where ρ_d = dry density

ρ_ω= wet density

ω = moisture content of total mix expressed as a decimal.

if an optimum moisture content is used that corresponds to the compactive effort achieved by the rollers in the field, a material at maximum dry density will be produced.

Materials used for RCC include cementations materials (Portland cement and pozzolanas such as fly ash), aggregate, water, and admixtures. a wide range of material has been used successfully to produce RCC mixture. RCC can be made from any of the basic types of Portland cement or cement plus pozzolan, the cementations content is usually about 120 kg/m^3 and pozzolanic material (Fly Ash) in

amounts from 20% to 30% by weight of the cementations material to reduce the heat of hydration [5].

Use of a pozzolanic material in RCC serves some purposes [6]:

a) As a partial replacement for cement to reduce heat generation;

b) To increase the compressive strength at large ages, if the material has large Pozzolanic Activity with cement.

c) To increase the durability.

d) To reduce cost.

Also for RCC, like conventionally placed concrete, aggregate quality and gradation are important factors influencing the final products.

Malkawi et al presented a thermal structural analysis using the ANSYS computer program to assess the effect of heat of hydration in RCC structural stresses [7].

3- Objective of this research:

This research presents a numerical modeling for AL-Mujib RCC dam, and static and dynamic analyses for dam. In this study presents a modified step-by-step approach, which improved the stress modeling within the available commercial software (SAP finite element program). Static, pseudo-static and dynamic structural stability analysis for AL-Mujib RCC Dam was carried out using finite element Method (FEM). The response spectrum of the 1995 Aquba earthquake and a representative elastic-

spectrum with smooth plateau for both operating basis earthquake (OBE) was used in this study to carry out the dynamic stress analysis of AL-Mujib RCC Dam.

4- Description of the Dam:

The Mujib Canyon, about 60 km south of Amman, another hybrid dam was currently completed. Mujib Dam, also owned by the Jordan Valley Authority, as well was designed as a central RCC gravity dam with adjacent earth fill dams at the valley flanks. Its maximum height reaches approx 60 m, the total volume of the RCC structure will be 720,000 m^3.

It is a 47 m high roller compacted concrete gravity dam. Geometric configuration for this dam is shown in Figure (1) [7].

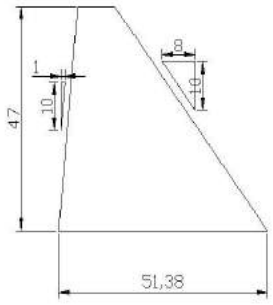


Figure (1): Geometric configuration for Mujib dam

5- Material properties:

The following static and dynamic material properties for (RCC and rock foundation) which the analysis process need to it were taken as shown in table (1).

Table (1): Static and dynamic material properties for (RCC and rock foundation).

condition	material	Modulus of elasticity E(Gpa)	Poisson,s ratio ν	Unit weight (KN/m^3)	Tensile strength (Mpa)	Compressive strength (Mpa)
Static	Dam material	15	0.2	24	1.05	14.6
	foundation	12	0.2	28		22
dynamic	Dam material	19.5	0.2	24	1.58	19
	foundation	16.8	0.2	28		22

The foundation rock conditions at the Mujib dam site, which is presented in the companying Geotechnical interpretative report, the foundation parameters use in the stability analysis are listed in table (2).

Table (2): Foundation parameters.

Rock location	Rack formation	Friction angle (ø)	Cohesion (c)	Compression strength (f_c)
Dam/foundation interface	Naure limestone	47^o	425 kpa	22Mpa

The boundaries of the foundation have been fixed for translation and rotation movement, as shown in Figure (2). In addition all out of plane DOF were restrained for all nodes.

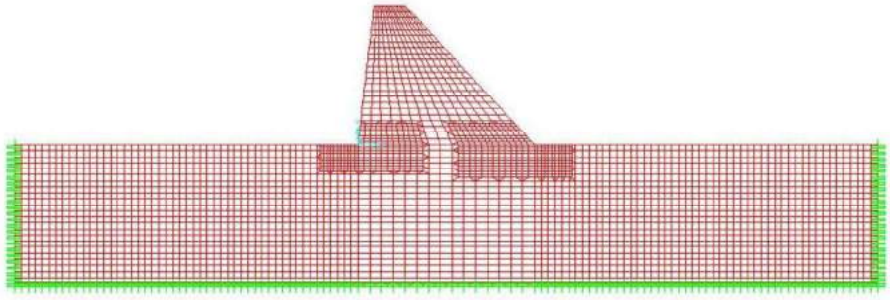


Figure (2): The boundaries of the foundation for Mujib dam.

6- Design loads:

Several basic load cases are defined for inclusion in the structural load conditions for the mujib dam: Dead load (D), Reservoir water load, Uplift load, Silt load and Earthquake load.

Hydrostatic uplift pressure: Uplift at the concrete/rock interface assumed to vary as a straight line from full headwater pressure at the heel to zero water pressure at the toe, over 100% of the base area,

Hydrostatic pressure: The weight of fresh water should be taken at 9.81 kN/m^3. A linear distribution of thestatic water pressure acting normal to the surface of the dam should be applied varies from 0at the water face to (W * h) at the dam base.

Earthquake load: The seismic loading has been input as response spectra for the Operating Basis Earthquake (OBE) at 0.2 PGA (peak ground acceleration) and the Maximum Credible Earthquake (MCE) at 0.5 PGA. A response spectrum is a plot of

the peak response of a Spectra Damping (SD) of system to an earthquake motion against the natural period of oscillation for that system at a given level of damping. The transverse component acceleration time history recorded at Aquaba Hotel Station of the 1995 Aqaba Earthquake was used in this study in figure (3), this earthquake record was used to generate response spectra for OBE loading which are shown on figure (4) [7]. The seismic loading is applied horizontally only.

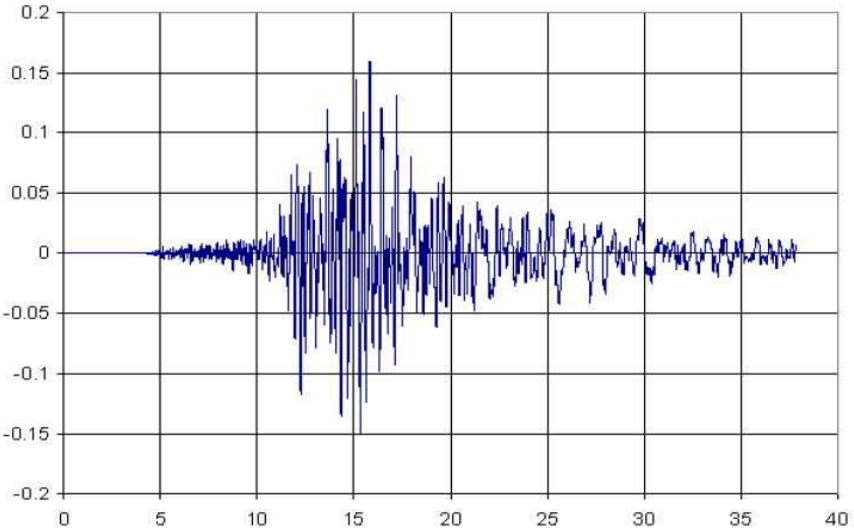


Figure (3): The Transverse component acceleration time history at Aqaba Hotel station of the 1995 Aqaba Earthquake [7].

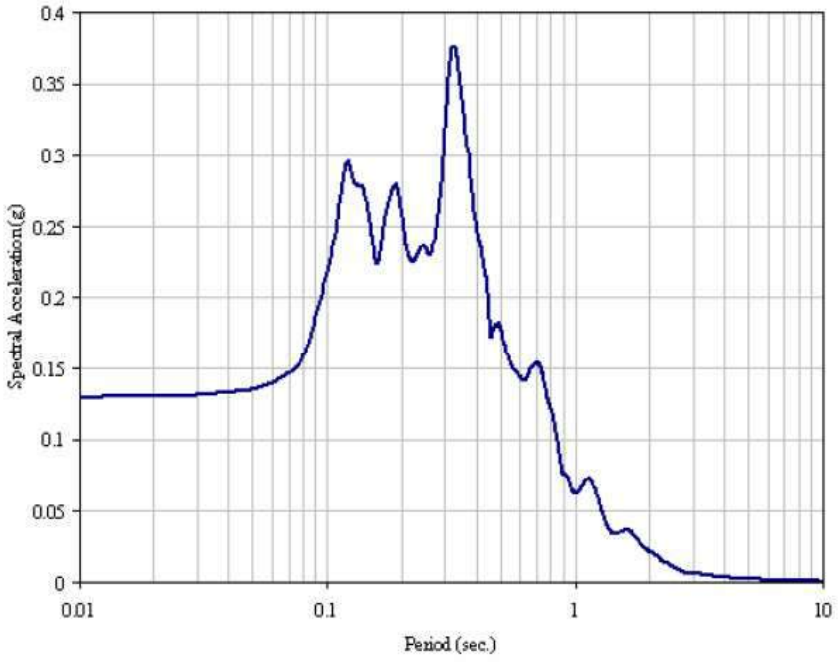


Figure (4): OBE Response Spectra for 10% Damping

The parameters are considered in this study to evaluate their effects on stresses in the dam. Figure (5) show the considered dam geometry with the associated finite element. The results are taken in the section at the dam base.

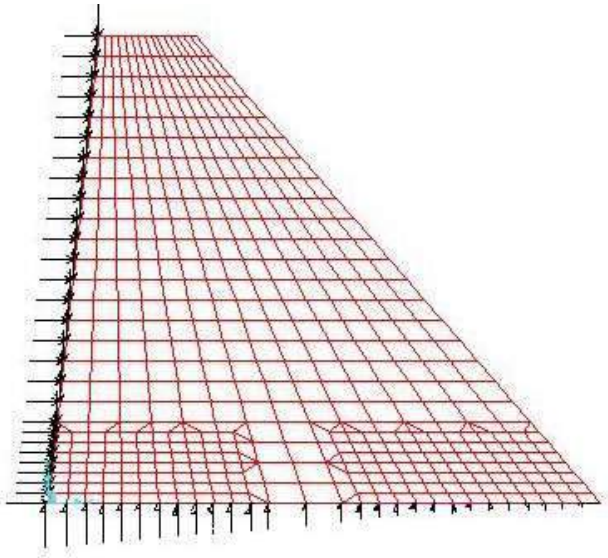


Figure (5): Dam geometry with the associated finite element.

7- Static results:

Figure (6) show the deformation shape of Mujib Dam due to the static loads and figure (7) show the envelope of Maximum stress (S11) due to static loading, Figures (8) show the peak stress distributions and the peak stress across base of dam due to static loads. It should be noted that the greatest tension is developed in the rock adjacent to the toe of the slope and figure (9) show the minimum stress across base of dam due to static loads and figures (10), (11), (12) show the stress in X-direction and Y-direction and shear stress on the bass of the Dam due to the static loads. It is noted that almost all the types of stresses decreased across the bass of dam, it is due to the uplift water and increasing the distance from water pressure, but some times the stresses increase at the end of the bass of dam, it is depended on the geometric configuration for this dam (in static load), and seismic loading (in dynamic load).

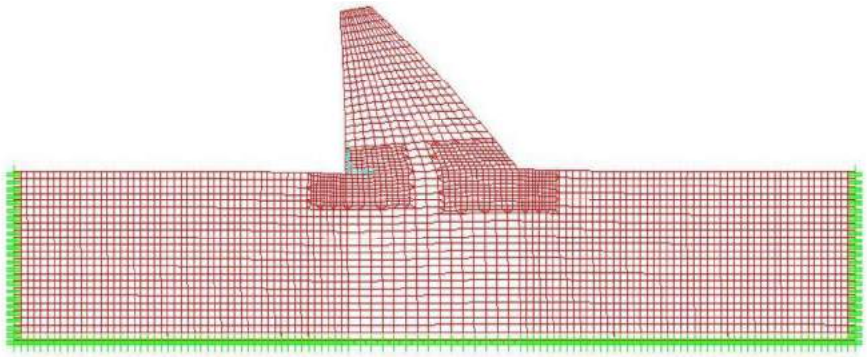


Figure (6) deformation shape of Mujib Dam (static loading condition)

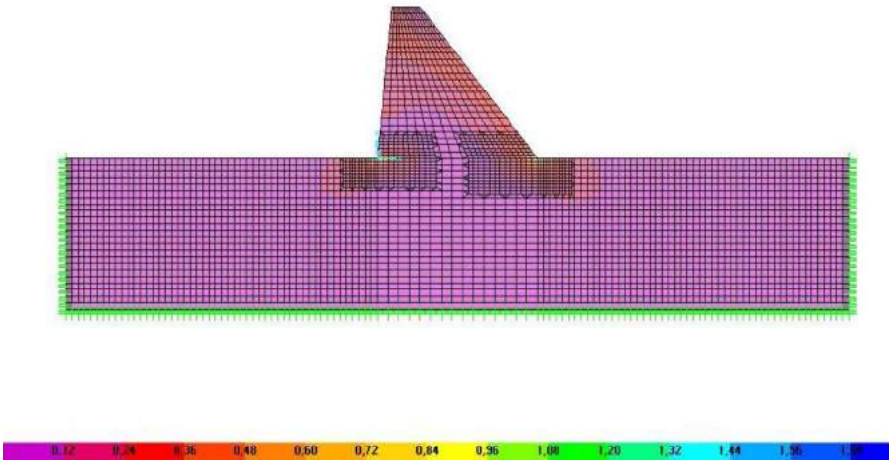


Figure (7) Envelope Maximum Stress (S11) (static loads condition).

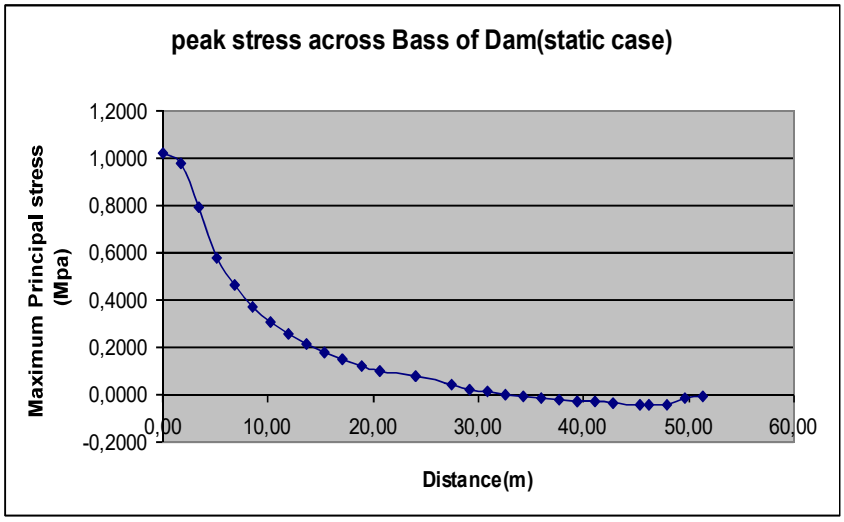


Figure (8): Peak Stress across Bass of Dam (Static Case).

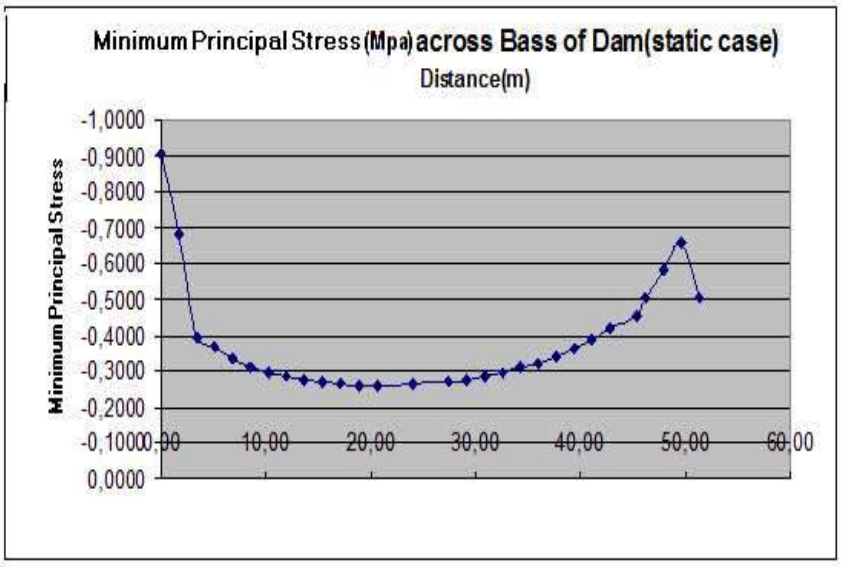


Figure (9): Minimum Principal Stress across Bass of Dam (Static Case).

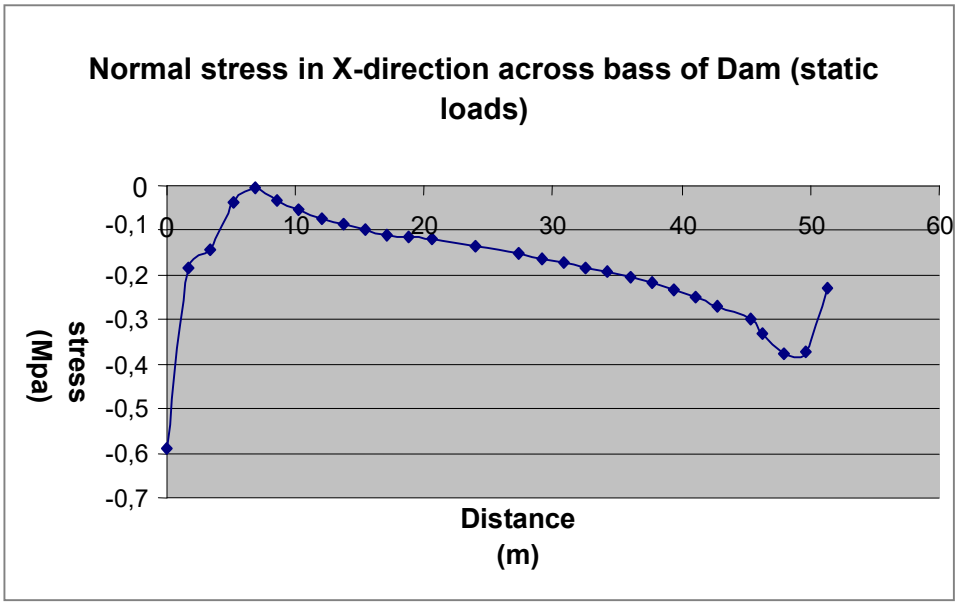


Figure (10): Normal stress in X-direction across Bass of Dam (Static Case).

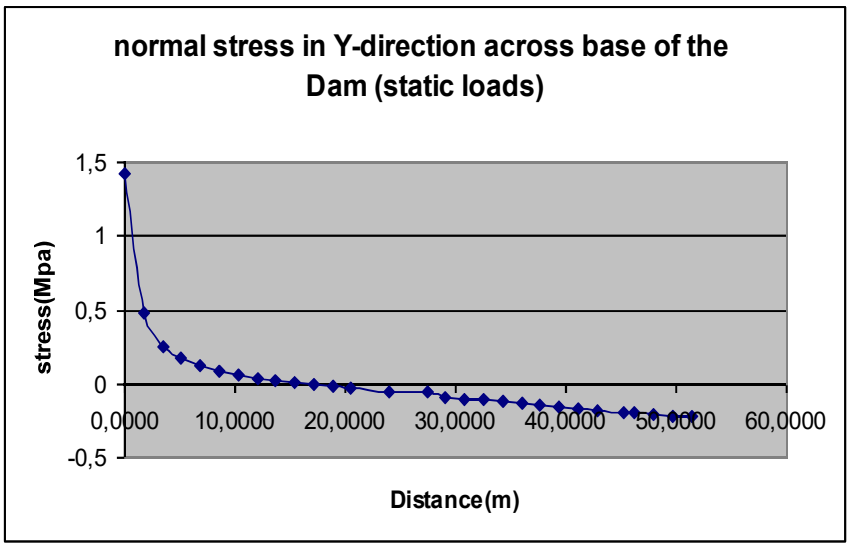


Figure (11): Normal stress in Y-direction across Bass of Dam (Static Case).

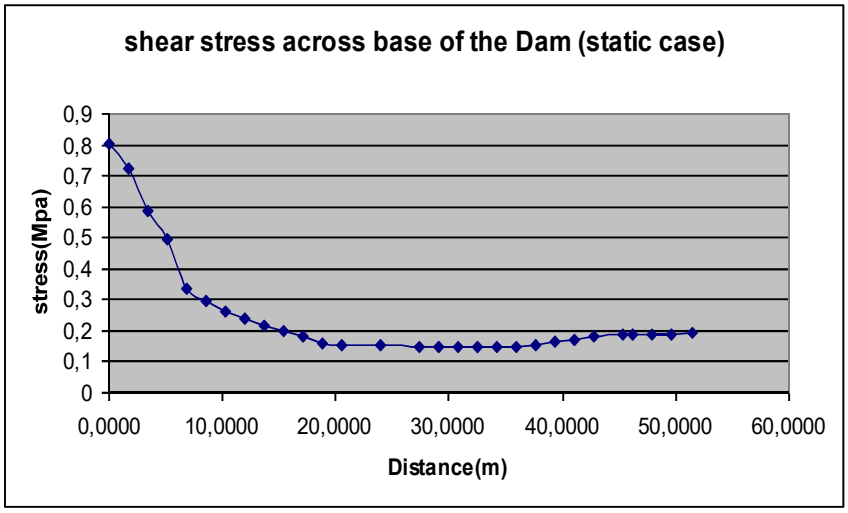


Figure (12): Shear Stress across bass of Dam (Static Case).

8- Dynamic results:

Figure (13) show the envelope of Maximum stress (S11) due to dynamic loading, Figures (14),(15), (16) show the normal stress in X direction, in Y direction distributions and the shear stress across base of dam due to dynamic loads.

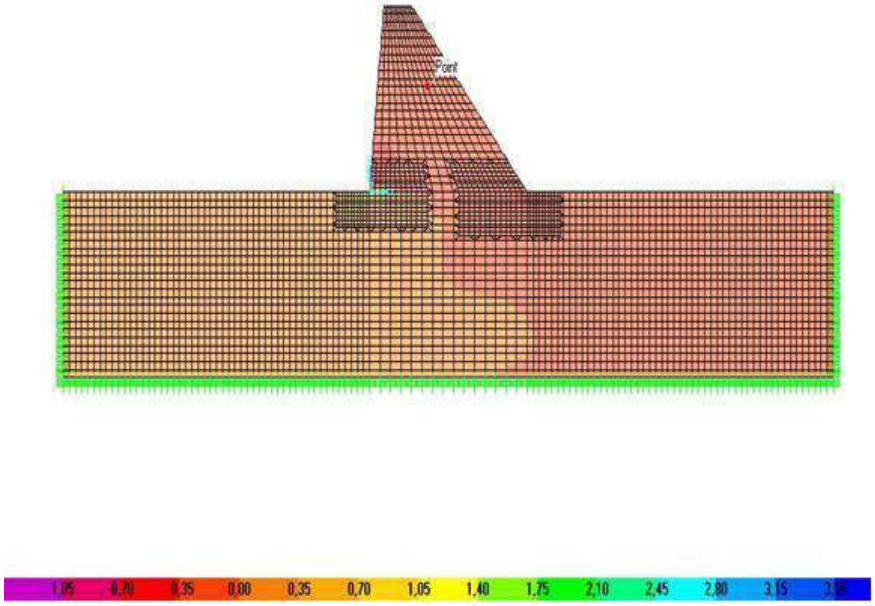


Figure (13): Envelope Maximum Stress (s_{11})

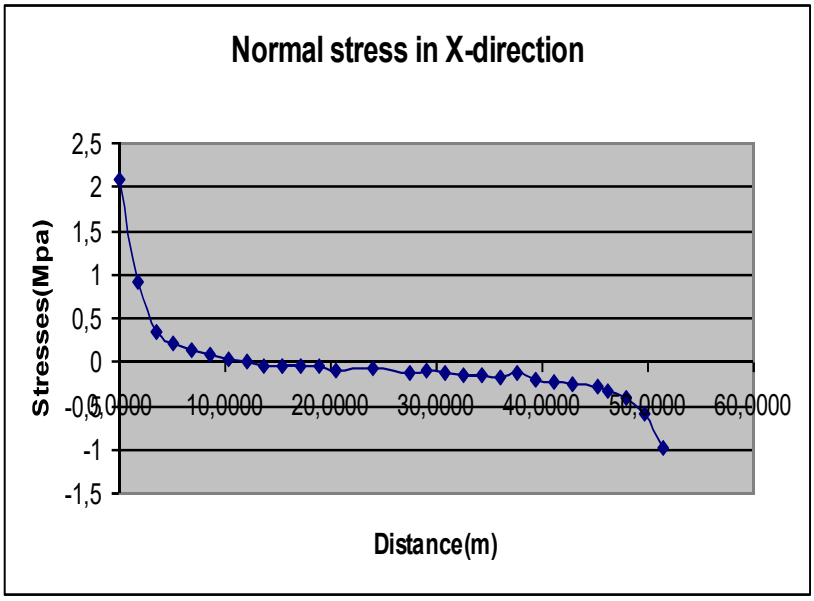


Figure (14): Normal stress in X-direction across Bass of Dam (Dynamic Case).

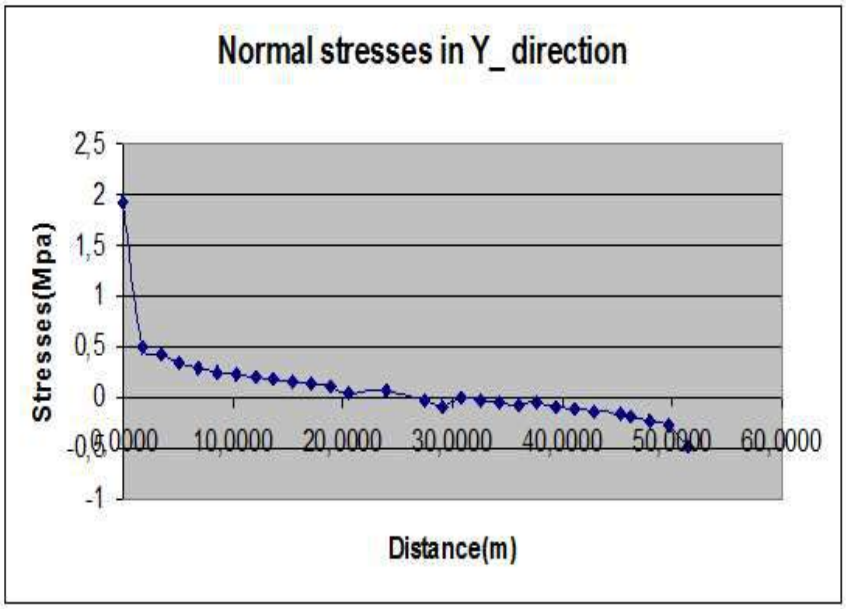


Figure (15): Normal stress in Y-direction across Bass of Dam (Dynamic Case).

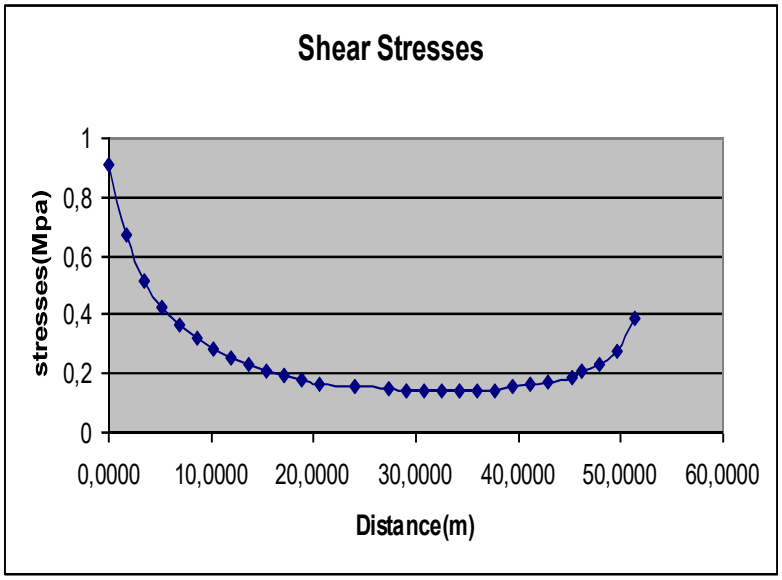


Figure (16): Shear stress across Bass of Dam (Dynamic Case).

9- Factor of safety:

The calculated stress levels were compared with the rock mass strength, as defined by cohesion and friction angle. In table (3) it shown how determines a factor of safety for each element.

Table (3): Formula for determine the factor of safety.

Cohesion,C,(Mpa)	Friction(Degree) (ø)	Normal stress σ_n,(Mpa)	τ	F.S
0,425	47^o	S_{22}	$C+ \sigma_n \tan(Ø)$	τ/S_{12}

The analyses showed the significant zone where the factor of safety was less than required value 1. Factor of safety along the base of the dam was determined for various loading cases (static, OBE), for static analyses it is shown the safe factor for stability was greater than 1 for both horizontal shear stresses figure (17) and principal stresses figure (18), indicating thus that the strength available between the RCC layer is enough to ensure stability .

For OBE loading case the factor of safety for principal stresses also shown in figure (19). All the changes in the SF are depended on the changes of the stresses along the base of dam.

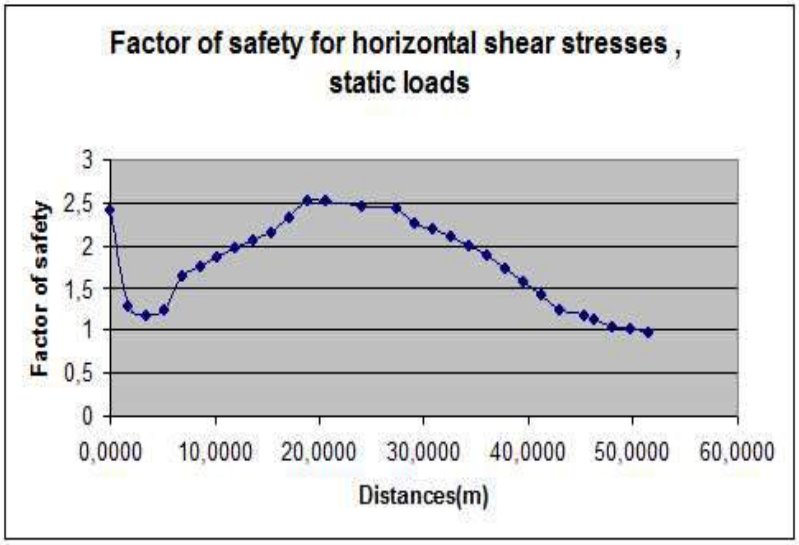


Figure (17): Factor of Safety for horizontal shear stresses (Static case).

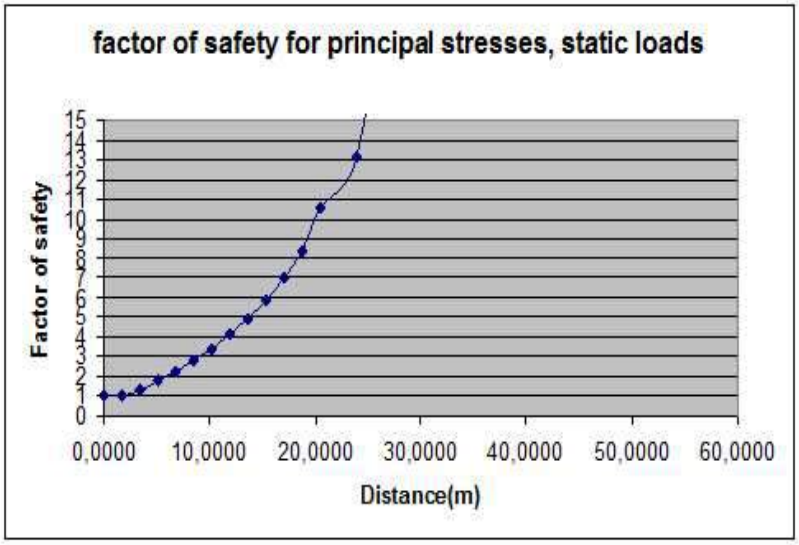


Figure (18): Factor of Safety for principal stresses (Static case).

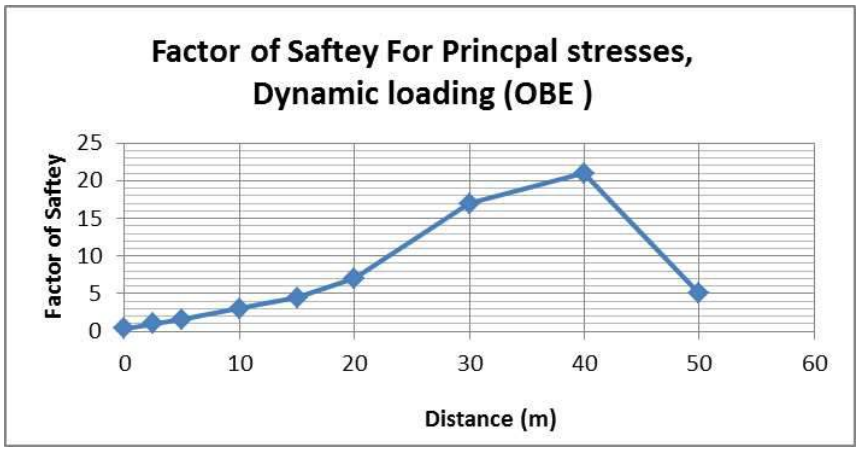


Figure (19): Factor of Safety for principal stresses (Dynamic case OBE).

10- Conclusion:

In this research it was discussed the numerical modeling for AL-Mujib RCC dam, and static and dynamic analyses were done for dam. This study presents a modified step-by-step approach, which improved the stress modeling within the available commercial software (SAP finite element program). Static, pseudo-static and dynamic structural stability analysis for AL-Mujib RCC Dam was carried out using finite element Method (FEM). The response spectrum of the 1995 Aquba earthquake and a representative elastic-spectrum with smooth plateau for both operating basis earthquake (OBE) was used in this study to carry out the dynamic stress analysis of AL-Mujib RCC Dam. It is shown that the greatest tension is developed in the rock adjacent to the toe of the battered slope. The safety factor (SF) was calculated against shear and principal stresses at different sections across the dam for all the loading conditions.

For static analyses it is shown the safety factor (SF) for stability was greater than 1 for both horizontal shear stresses and principal stresses, indicating that the strength available between the RCC layers is enough to ensure stability. But for dynamic analysis the analyses showed a significant zone were the SF was less than required value, so it should be modify the geometric configuration for this dam to reach to SF greater than required value.

References:

1. MARDANI, A., RAMYAR, K., 2013 Mechanical properties of high-volume fly ash roller compacted concrete designed by maximum density method. **Construction and Building Materials**, vol. 38. 356–364.

2. ZARPHYU, T., NYAN, M.K., KHIN, S.H., 2016 Properties of Roller Compacted Concrete with Pozzolan as Cement Replacement Material. **International journal for innovative research in multidisciplinary field.** 2(12): 2455-0620.

3. HAZAREE, C., CEYLAN, H., WANG, K., 2011 Influences of mixture composition on properties and freeze–thaw resistance of RCC. **Construction and Building Materials**. Vol. 25. 313–319.

4. GORDANA, A., NENAD, R., DUSAN, G., ZORAN, G., 2015 Properties, materials and durability of rolled compacted concrete for pavements. **Zastita Materijala.** 56 (3): 345 – 353

5. Canadian Portland Cement Association (CPCA), Suggested Specification for Roller Compacted Concrete Paving for Municipal and Industrial Applications, CP014.01P, 1995.05.26.

6. GREGORY, E., HALSTED, P.E., 2009 Roller-Compacted Concrete Pavements for Highway and Streets, Annual Conference of the Transportation Association of Canada Vancouver, British Columbiae as a mineral addition to the mixture to provide fines to improve workability.

7. MALKAWI, A. H., MUTASHER, S.A., QIU, T.J., 2003 Thermal-Structural Modeling and Temperature Control of Roller Compacted Concrete Gravity Dam. **Journal of performance of constructed facilities**, 17(4): 177-187.

توزع ومصادر المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات في مياه نبع سوريت

الدكتور هيثم شاهين[1] الدكتور حسين جنيدي[2] الدكتور أحمد قره علي[3]
المهندسة امال عطيه[4]

ملخص

تُصنف المركبات الهيدروكربونية العطرية المتعددة الحلقات (PAHs) من الملوثات العضوية الثابتة نظراً لثباتها وبقائها لفترات طويلة في البيئة، وهي شديدة السمية ومُسبب للسرطانات والتشوهات الخلقية عند الإنسان. تم جمع عينات مائية من موقع نبع سوريت خلال الفترة الممتدة مابين 26/12/2019 و5/12/2020، وتم التحليل الكيفي والكمي للخلاصات النهائية للعينات المدروسة باستخدام تقانة الكروماتوغرافيا الغازية المتصلة بمطيافية الكتلة (GC/MS)، تراوح مجموع تراكيز مركبات الـ PAHs الوسطي في المياه المدروسة مابين 380,5ng/l – 258,4ng/l، وكان أعلى التراكيز في فصل الشتاء وأخفضها في فصل الصيف، ووجدنا تراكيز المركبات العطرية المكونة من ثلاث وأربع حلقات هي الأعلى في المياه المدروسة، وتم تحديد المصادر المحتملة للهيدروكربونات العطرية كمصدر مختلط للاحتراق والنفط.

كلمات مفتاحية: المركبات العطرية، الكروموتوغرافيا الغازية، مصادر الاحتراق والنفط، مياه نبع سوريت.

[1] أستاذ - قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين
[2] مدرس - قسم هندسة النظم البيئية – المعهد العالي لبحوث البيئة – جامعة تشرين
[3] أستاذ مساعد - قسم الكيمياء البحرية – المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين
[4] طالبة دكتوراه - قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين

Distribution and Sources of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Sourit Spring

Dr. Haitham Shaheen [1]
Dr. Hussein Junaidi [2]
Dr. Ahmed Qara Ali [3]
Eng. Amal Ateah [4]

ABSTRACT

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are classified as persistent organic pollutants due to their stability and longevity in the environment, They are highly toxic and causing cancers and congenital malformations in humans. Water samples were collected from the Sourit spring site during the period between 26/12/2019 and 5/12/2020. The qualitative and quantitative analysis of the final extracts of the studied samples was determined by using the GC / MS technique. The total average concentrations of PAHs in the studied water ranged between 258,4 ng/l – 380,5 ng/l. The highest concentrations were in the winter and the lowest in the summer. We found the highest concentrations of aromatic compounds consisting of three and four rings in the studied water. consisting of three and four rings of in the studied water, Possible sources of aromatic hydrocarbons have been identified as a mixed source of combustion and petroleum.

Key words: Aromatic compounds, Gas chromatography, source of combustion and petroleum, Sourit spring water.

[1] **Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University.**
[2] **Professor, Department of Environmental Systems Engineering, High Institute of Environmental Research, Tishreen University.**
[3] **Professor, Marine chemistry department , high institute of marine research, Tishreen University.**
[4] **PhD Student, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University.**

1 – مقدمة:

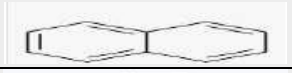
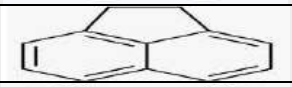
يُعد تلوث المياه العذبة بالمركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات من المشكلات الرئيسة التي نالت اهتمام الباحثين في الفترة الأخيرة لما تشكله من خطر حقيقي على البيئة المائية [1].

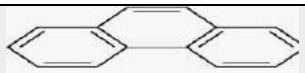
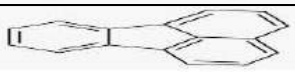
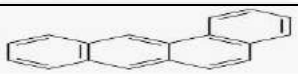
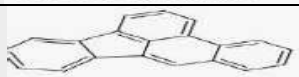
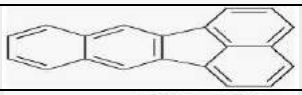
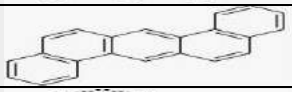
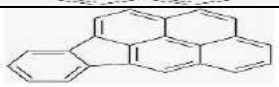
تعود المركبات العطرية بمصادرها إلى حيوية وحرارية وبترولية، تفوق المركبات العطرية ذات المصدر الحيوي في بعض المناطق المركبات العطرية ذات المصدر البترولي، تكون الملوثات الحقيقية للنفط عبارة عن مركبات هيدروكربونية عطرية متعددة الحلقات Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) [2].

تُعتبر مركبات الـ PAHs من المركبات العضوية المعقدة حيث تتألف من ذرات الكربون والهيدروجين مرتبة على شكل حلقتي بنزن ملتحمتين أو أكثر كما مبين في الجدول(1)، وصنفت من الملوثات العضوية الثابتة Persistent organic pollutants (POPs) [3].

تتميز هذه المركبات بنصف عمر طويل، ذات أوزان جزيئية كبيرة نسبياً، وهي صعبة الانحلال في الماء وتتحل في العديد من المذيبات العضوية، وصنفت من الملوثات الخطيرة في البيئة المائية وفق اتفاقية استوكهولم لعام 2001 نتيجة لتأثيراتها السمية الحيوية الجينية والمسرطنة والمسببة للطفرات الوراثية [4,5].

الجدول (1): خصائص بعض مركبات الـ PAHs.

اسم المركب	الصيغة الكيميائية	عدد الحلقات العطرية	التركيب الكيميائي
Naphthalene	$C_{10}H_8$	2	
Acenaphthylene	$C_{12}H_8$	3	
Acenaphthene	$C_{12}H_{10}$	3	
Fluorene	$C_{13}H_{10}$	3	

Phenanthrene	$C_{14}H_{10}$	3	
Anthracene	$C_{14}H_{10}$	3	
Fluoranthene	$C_{16}H_{10}$	4	
Pyrene	$C_{16}H_{10}$	4	
Chrysene	$C_{18}H_{12}$	4	
Benzo(a)anthracene	$C_{18}H_{12}$	4	
Benzo(b)fluoranthene	$C_{20}H_{12}$	5	
Benzo(k)fluoranthene	$C_{20}H_{12}$	5	
Benzo(a)Pyrene	$C_{20}H_{12}$	5	
Dibenzo(a,h)anthracene	$C_{22}H_{14}$	5	
Benzo(g,h,i)perylene	$C_{22}H_{12}$	6	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	$C_{22}H_{12}$	6	

تتواجد مركبات الـ PAHs في الأوساط البيئية المختلفة كالهواء والماء والرسوبيات والغذاء وفي الأنسجة الدهنية للكائنات الحية، وهي إحدى المكونات الأساسية للنفط الخام والاسفلت والقطران والفحم والزيوت المعدنية، كما تستخدم كمواد أساسية في بعض الصناعات المختلفة كصناعة الأصبغة والألياف الزجاجية والبلاستيك والمبيدات الحشرية والمواد الصيدلانية [6,7].

تصل هذه المركبات إلى البيئة المائية من مصادر طبيعية بعيدة عن أي نشاط بشري كالتسربات البترولية الطبيعية ومن حرائق الغابات والنشاطات البركانية إضافة إلى عمليات التفكك والاصطناع الحيوي الحاصلة في البيئة المائية أو المنقولة من البر عن

طريق التسربات، يرتبط تواجدها في البيئة بالنشاطات البشرية الصناعية والخدمية مثل الصرف الصحي (المنزلي والصناعي) ومخلفات المنشآت الصناعية وعمليات إنتاج النفط وتكريره والحوادث الناتجة عن نقله وتفريغه بالإضافة إلى نشاطات النقل الكثيفة للمركبات والشاحنات على الطرقات [8,9].

تتشكل مركبات الـ PAHs ذات الأصل الحراري (Pyrogenic PAHs) عبر تفاعلات سريعة من عمليات الاحتراق غير الكاملة أو التكسير الحراري للمواد العضوية والوقود الأحفوري (فحم ونفط) بدرجات حرارة عالية وتعتبر عمليات الاحتراق هذه المسؤولة الرئيسة عن وجود الـ PAHs الحرارية في البيئة المائية [10].

تتطور مركبات الـ PAHs ذات الأصل البترولي (Petrogenic PAHs) بشكل بطيء خلال إعادة تنظيم وتحول المادة العضوية الحيوية بدرجات حرارة منخفضة وضغوط عالية خلال أزمنة جيولوجية مشكلةً الوقود البترولي [11].

أما مركبات الـ PAHs ذات الأصل الحيوي (Biogenic PAHs) تنتج من خلال عمليات الاصطناع الحيوي المباشر (biosynthesis) بواسطة المتعضيات الموجودة في المياه والرسوبيات كالبكتيريا والطحالب والفطور، كما أنها تتشكل من عمليات تفكك الكتلة الحيوية في الرسوبيات الذي يمكن أن ينتج أيضاً بتراكيز أعلى نسبياً من تفكك الكتلة الحيوية البرية والتي تصل إلى البيئة المائية [12].

تتوزع مركبات الـ PAHs بعد دخولها إلى النظام المائي بأشكال مختلفة فتكون منحلة حقيقةً بالماء أو مرتبطة مع المادة العضوية المنحلة (DOM) [13].

يحتل تحديد مركبات الـ PAHs في مياه الينابيع اهتماماً علمياً كبيراً نظراً لخطورة هذه المركبات لأن لها تأثيرات مسرطنة، وتجدر الإشارة إلى أنه لا توجد دراسات سابقة تتناول التلوث بالمركبات العطرية في مياه نبع سوريت الذي يستخدمه السكان لري المزروعات وسقاية الحيوانات، من هنا تأتي أهمية تحديد المركبات الهيدروكربونية العطرية المتعددة الحلقات في نبع سوريت ومحاولة تحديد مصادرها.

2 – أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى دراسة توزع ومصادر المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات الـ PAHs في مياه نبع سوريت والتي تشكل خطراً كبيراً على النظام البيئي، بغية تقييم واقع تلوث هذه المياه بمركبات الـ PAHs ليتم اقتراح طريقة معالجة فعالة لتفكيك هذه المركبات للوصول إلى معايير الجودة المطلوبة للمياه.

3 – مواد وطرائق البحث:

- **منطقة الدراسة:**

يقع نبع سوريت في مدينة جبلة على الحدود الإدارية الفاصلة بين محافظتي اللاذقية وطرطوس، وتشكل مياهه بحيرة سوريت التي يخرج منها نهر سوريت ويتجه جنوباً غرباً ليصب في البحر الأبيض المتوسط، ويبين الشكل (1) صورة لموقع نبع وبحيرة سوريت. نلاحظ من الصورة أن البحيرة مغطاة بالطحالب والعوالق النباتية وتحيط بها الأشجار والأعشاب وتبدو وكأنها منطقة خضراء، تُغذي بحيرة سوريت من الشرق والجنوب الشرقي مجموعة من الينابيع، ويبعد نبع سوريت عن نبع السن مسافة 100 m باتجاه الجنوب ويشاركه في حوضه المغذي، وتبلغ غزارة نبع سوريت حوالي $2.5 m^3/s$ [14,15].

تنتشر في الحوض المغذي لنبع سوريت مجموعة كبيرة من الملوثات أهمها حفر التفتيش للصرف الصحي والصناعي، مكبات النفايات العشوائية، ماء الجفت الناتج عن معاصر الزيتون، المواد الكيميائية للمبيدات الزراعية والأسمدة ومواد التعقيم للبيوت البلاستيكية المنتشرة بكثرة في المنطقة المحيطة بالنبع، ويوجد تلوث عبر وسائط النقل المختلفة المارة بجانب البحيرة. ساهمت هذه الملوثات بشكل مباشر أوغير مباشر بوصول الملوثات العضوية الثابتة إلى نبع سوريت [16].

الشكل (1): صورة فضائية لموقع نبع وبحيرة سوريت.

هناك علاقة وثيقة بين نقاء مياه نبع سوريت وحماية الحوض المغذي من مصادر التلوث المختلفة، وتستند هذه العلاقة على الطبيعة الجغرافية والهيدرولوجية والطبقات الصخرية والحوامل المائية وغيرها من العوامل التي تصب في مجملها في تزويد النبع بالمياه [17].

إن الحوض الصباب لنبع سوريت يعتمد على التغذية الراشحة لمياه الأمطار والثلوج عبر التشكيلات الجوراسية من المنطقة الشمالية والشمالية الشرقية للحوض، وتتشكل الحوامل المائية الجوفية وتتجه حركتها نحو الغرب والجنوب الغربي حيث منطقة التصريف في نبع سوريت والينابيع تحت البحرية قبالة الشاطئ. وهناك ارتباط مباشر بين

الهطولات المطرية وارتفاع التصريف للنبع مما يدل على وجود سرعة عالية لانتقال المياه الجوفية الراشحة ووصلوها إلى النبع [18] .

- **جمع العينات:**

جُمعت عينات مائية من نبع سوريت مباشرةً وتمت دراسة بعض خواصها الهيدروكيميائية (درجة الحرارة، PH، الناقلية) باستخدام جهاز قياس حقلي نوع (PCT-407)، ولتحديد تراكيز مركبات الـ PAHs حُفظت العينات باستخدام عبوات زجاجية عاتمة تم تنظيفها مسبقاً بمحلات الاستخلاص، وأخذت العينات على عمق حوالي (30-50cm) من سطح الماء، وأضيف إلى كل عينة بعد جمعها مباشرة كلوريد الزئبق Hg_2Cl_2 وذلك تجنباً لحدوث عملية التحلل الجرثومي للهيدروكربونات العطرية، وتمت عملية الاستخلاص مباشرة بعد الوصول إلى المخبر[19].

تم أخذ 10عينات مائية من موقع النبع خلال أشهر السنة بحيث تمثل التغيرات المناخية والظروف المحيطة بالنبع، وذلك بأخذ عينات بعد الأمطار وحرائق الغابات والنباتات وفترات الحر والجفاف، وامتدت هذه الدراسة من 26 كانون الأول 2019 حتى 5 كانون الأول 2020.

- **استخلاص العينات:**

استخلصت العينات المائية بعد جمعها مباشرة بطريقة الاستخلاص (سائل – سائل) بقمع فصل سعته ليترين، وباستخدام 80 ml من مزيج من المحلات العضوية ن هكسان: دي كلور الميتان بنسبة (1:1)، ثم بُخرت العينات باستخدام المبخر الدوار حتى 10ml ثم بتيار من غاز الآزوت حتى 1ml لتصبح جاهزة لعملية الفصل والتنقية [20].

- **تنقية العينة وتجزئتها:**

أُعتمد لهذه الغاية مبدأ الكروماتوغرافيا الإمتزازية على السيلكاجل وألومينا متعادلة، وتم استخدام عموداً زجاجياً عبارة عن سحاحة زجاجية سعتها 50ml وقطرها الداخلي 1cm ومجهزة بصنبور، قد جرى تجهيزه بالطريقة الرطبة التالية: وضعت في أسفله قطعة من الصوف الزجاجي وملئ بـ ن-هكسان وبعدها أضيف 10ml من السيلكاجل، ثم

10ml من الألومينا المتعادلة وأخيراً أضيف 1ml من كبريتات الصوديوم اللامائية Na_2SO_4 لمنع تشوه سطح العمود، وجرى تنقية جميع المواد المستخدمة في عملية التنظيف والتجزئة (كبريتات الصوديوم ، الصوف الزجاجي، السيلكا جل، الألومينا) بواسطة جهاز سيكسوليه لمدة 8 ساعات وباستخدام مزيج من المذيبات العضوية (ن-هيكسان+ ثنائي كلورميتان) كطور متحرك، حيث جرى فصل ثلاث قطفات هي: القطفة الأولى (F1): تضم الفحوم الهيدروجينية الأليفاتية وتم الحصول عليها بتمليص العمود بـ 20mL من ن-هكسان. القطفة الثانية: (F2): تضم الفحوم الهيدروجينية الخفيفة، وتم الحصول عليها بتمليصها من العمود بـ 30mL من مزيج ن- هكسان + ثنائي كلورميتان وبنسبة (10:90) . القطفة الثالثة (F3): تضم الفحوم الهيدروجينية العطرية الثقيلة وتم الحصول عليها بتمليصها من العمود بـ 20mL من ن- هكسان + ثنائي كلورميتان وبنسبة (50:50) . جمعت الخلاصة المملصة في القطفتين F2 و F3 ، وتم تركيزها بتيار خفيف من النيتروجين الجاف والنقي حتى الحجم 1mL بهدف تحليله بتقانة GC/MS.

- **التقانة المستخدمة في التحليل:**

تم التحليل الكيفي والكمي للخلاصات النهائية للعينات المدروسة باستخدام تقانة الكروماتوغرافيا الغازية المتصلة بمطيافية الكتلة gas chromatography/ mass spectrometry (GC/MS) باستخدام جهاز GC من نوع Hewlett – Packard موديل 6890 المرتبط بمكشاف مطيافية الكتلة 5970 Hp. ويعمل بنظام درجة حرارة ثابتة وبنظام البرمجة الحرارية، تمَّ استخدام عمود شعري من الزيوت السيليكونية من نوع (DB-5) الطور الساكن **5**% فينيل ميتيل السليكون، أبعاده 30 m × 0.32 mm. i. d. وتبلغ سماكة الطور السائل 0,25µm، واستخدم غاز الهيليوم He ونقاوته 99,99 % بمثابة الغاز الحامل وبسرعة تدفق قدرها 2ml/min ، وأجريت عملية الفصل وفق البرنامج الحراري الآتي:

70 °C 4 °C/min 280 °C Iso thermal (20 min)

حقنت العينات بتقانة split/splitless وبلغت درجة حرارة الحاقن 250 °C ، وحجم الحقن مقداره 1µl من مستخلص كل عينة ودرجة حرارة رباعي الأقطاب في مطيافية الكتلة 150 °C وحرارة منبع التشرد 230°C، وتمت عملية التحليل الكيفي Qualification بمقارنة أزمنة احتفاظ مركبات العينة مع أزمنة احتفاظ لمحلول عياري لمركبات ال PAHs مصدره Sigma.

تم حساب تركيز المركبات العطرية من العلاقة التالية:

$$C_{(ng/l)} = \frac{R_f * Area * Vext_{(\mu l)}}{Vinj_{(\mu l)} * V_{(L)}} * 1000$$

Rf: عامل الاستجابة.

Area: مساحة قمة المركب في العينة.

Vext: حجم الخلاصة.

Vinj: حجم العينة المحقونة.

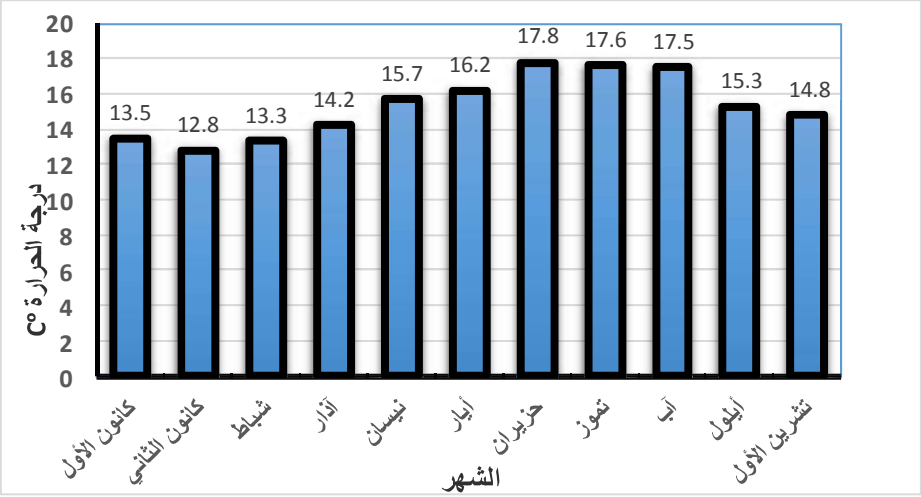
V: حجم العينة المائية المستخلصة.

4 – النتائج والمناقشة:

1– الخواص الهيدروكيميائية للمياه:

- **درجة حرارة المياه:**

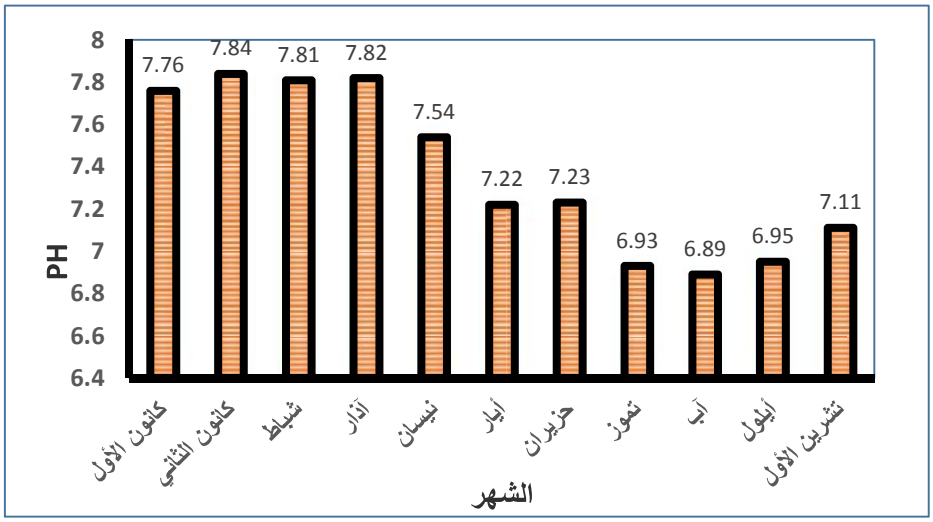
سُجلت أعلى قيمة لدرجة حرارة المياه المدروسة في موقع النبع صيفاً $17.8\,^0C$ في شهر حزيران وأدنى قيمة شتاءً 12.8^0C في شهر كانون الثاني كما مبين في الشكل(2). .هناك اختلافات طفيفة بين درجات الحرارة صيفاً وشتاءً ويعزى ذلك إلى طبيعة الحامل المائي الجوفي المغذي للبحيرة الذي يحافظ على درجات حرارة متقاربة نسبياً خلال فصول السنة [21].



الشكل (2): تغيرات درجات الحرارة الشهرية في نبع سوريت.

- **الرقم الهيدروجيني (pH):**

تراوحت قيم الـ pH المياه المدروسة مابين 6.89 في شهر آب و 7.84 في شهر كانون الثاني كما مبين في الشكل (3) ، وهذا يعكس الطبيعة القاعدية الخفيفة للمياه خلال فترة الدراسة باستثناء بعض الأشهر صيفاً والذي يمكن أن يعزى إلى الهطولات المطرية وطبيعة التكشفات الصخرية وسيادة أيونات الكربونات والبيكربونات التي تجتازها المياه عبر الحوامل المائية الجوفية المغذية للنبع، وإن الطبيعة الحمضية الخفيفة للمياه خلال فصل الجفاف بسبب وجود شبكات للصرف الصحي وحفر التفتيش العشوائية المنتشرة في المنطقة وكذلك هناك مطعم يصرف مخلفاته السائلة إلى البحيرة [22].

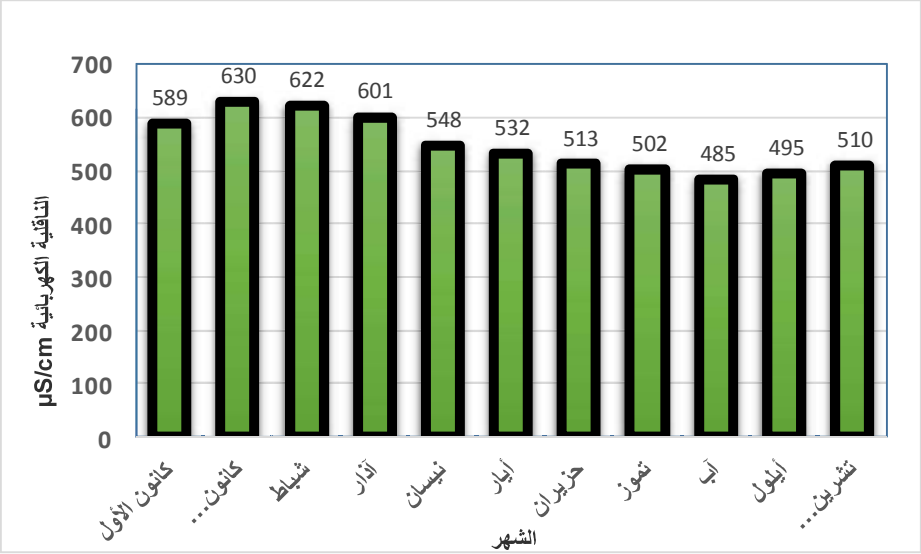


الشكل (3): التغيرات الشهرية لقيم الـ pH في نبع سوريت.

- **الناقلية الكهربائية (E.C) : تقاس بواحدة مايكروسيمنس/سم** $(\mu S/cm)$

تُستخدم قيمة E.C غالباً كقياس غير مباشر للملوحة والمواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS)، تراوحت قيم E.C ما بين $485\mu S/cm$ في شهر آب و $630\mu S/cm$ في شهر كانون الثاني كما يوضح الشكل(4).

يعزى الاختلاف في الناقلية إلى الأمطار التي تعمل على تحفيز عمليات انحلال الصخور الكربوناتية والشوارد والأملاح في منطقة الدراسة [23].



الشكل (4): التغيرات الشهرية للناقلية في نبع سوريت.

2 – دراسة توزع ومصادر بعض المركبات الهيدروكربونية العطرية PAHs في العينات المائية خلال فصول السنة:

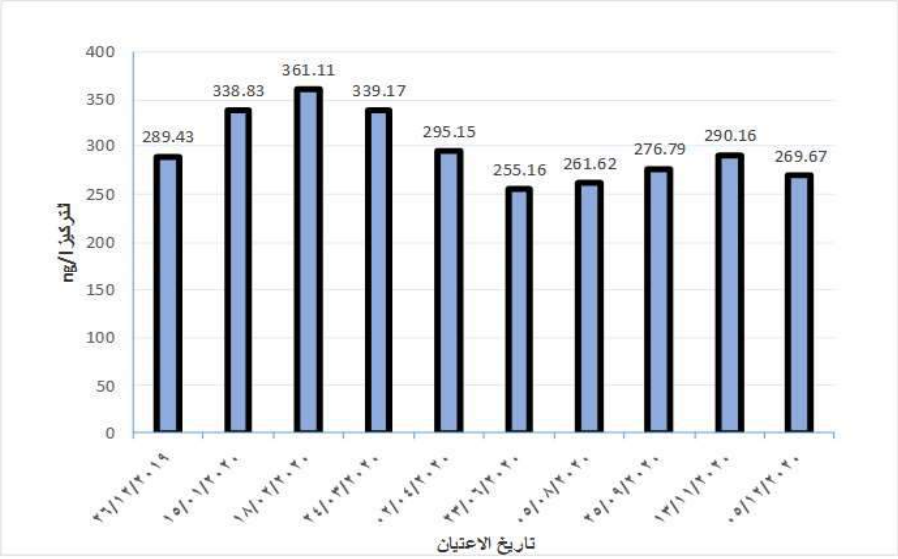
تم تحديد 13 مركب من المركبات العطرية الـ PAHs في مياه نبع سوريت خلال فصول السنة، وكانت أعلى قيمة للتراكيز الإجمالية الوسطية لمركبات PAHs في فصل الشتاء، وقد بلغت 329,8 ng/l ، وكانت أدنى قيمة في فصل الصيف وقد بلغت258,4 ng/l في حين بلغت هذه التراكيز 317,2 ng/l و 278,9 ng/l في فصلي الربيع والخريف على التوالي كما يوضح الجدول (2) والشكلين (5) و(6).

وجدنا أن قيمة هذه التراكيز أكبر من القيمة المسموحة لتراكيز مركبات الـ (PAHs) المساوية (100 ng/l) حسب المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب في عام 2017 [24].

الجدول (2): تراكيز المركبات الهيدروكربونية العطرية PAHs (ng/l) خلال فترة الدراسة.

اسم المركب / تاريخ الاعتيان	26/12/2019	15/01/2020	18/02/2020	24/03/2020	02/04/2020	23/06/2020	05/08/2020	25/09/2020	13/11/2020	05/12/2020
Naphthalene	6.33	10.6	11.2	13.2	9.3	2.3	3.5	4.3	7.5	7.11
Acenaphthylene	11.33	7.2	18.34	15.27	15.73	8.23	7.13	8.3	10.23	9.39
Acenaphthene	18.23	22.48	20.12	18.77	15.22	10.2	6.33	7.98	11.35	15.36
Fluorene	11.23	18.2	17.8	17.49	13.6	10.3	13.11	14.5	12.5	9.23
Phenanthrene	27.3	28.45	35.2	26.5	22.35	19.23	19.8	28.31	25.2	24.51
Anthracene	24.15	22.3	25.1	21.6	27.3	15.3	18.3	17.2	16.3	21.85
Fluoranthene	35.23	32.6	35.1	38.2	35.1	28.3	25.2	23.5	25.3	17.32
Pyrene	19.21	25.6	31.2	29.5	26.3	30.2	27.45	25.3	29.1	22.3
Benzo(a)anthracene	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Chrysene	30.12	51.7	48.83	42.13	40.1	39.5	35.14	51.2	55.3	48.3
Benzo(b)fluoranthene	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzo(k)fluoranthene	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzo(a)Pyrene	14.8	19.3	21.3	17.3	14.2	17.8	13.5	16.8	10.3	12.5
Dibenzo(a,h)anthracene	41.3	38.5	30.1	35.3	25.6	22.4	38.6	32.4	28.33	31.6
Benzo(g,h,i)perylene	43.4	51.3	55.6	48.7	34.2	42.3	50.31	39.6	51.6	43.4
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	6.8	10.6	11.22	15.21	16.15	9.1	3.25	7.4	7.15	6.8
مجموع ΣPAHS	289.43	338.83	361.11	339.17	295.15	255.16	261.62	276.79	290.16	269.67
Fluoranthene/Pyrene	1.84	1.27	1.23	1.36	1.49	0.96	0.91	0.93	0.86	0.77

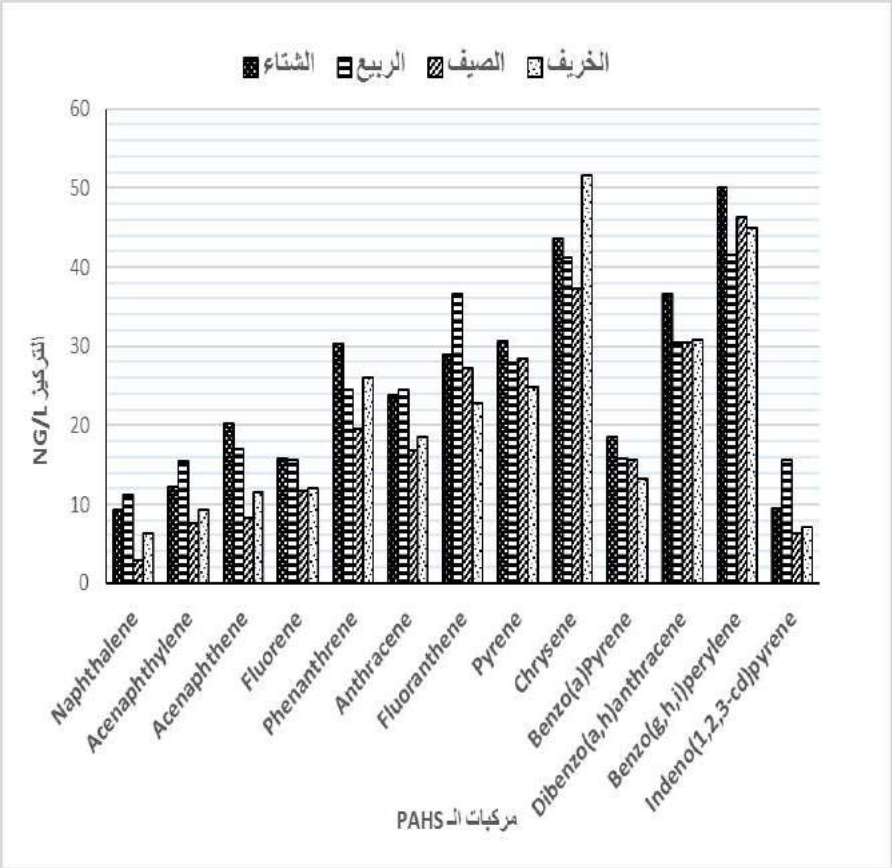
nd: دون عتبة الكشف.



الشكل (5): التراكيز الإجمالية لمركبات PAHs خلال أشهر الدراسة.

الشكل (6): التراكيز الإجمالية الوسطية لمركبات الهيدروكربونية العطرية PAHs خلال فصول السنة.

لقد سجلت مركبات Dibenzo(a,h)anthracene و Benzo(g,h,i)perylene و Benzo(a)Pyrene و Pyrene و Phenanthrene و Acenaphthylene تراكيزاً مرتفعاً في فصل الشتاء، وفي فصل الربيع لقد سجلت مركبات Fluoranthene و Acenaphthylene و Naphthalene و Indeno(1,2,3-cd)pyrene أعلى التراكيز بالمقارنة مع مثيلاتها في بقية الفصول، بينما في فصل الخريف فقد سجل مركب Chrysene أعلى التراكيز مقارنة مع بقية الفصول وفي فصل الصيف فقد كانت تراكيز معظم المركبات أخفض من مثيلاتها في بقية الفصول كما يبين الشكل (7).



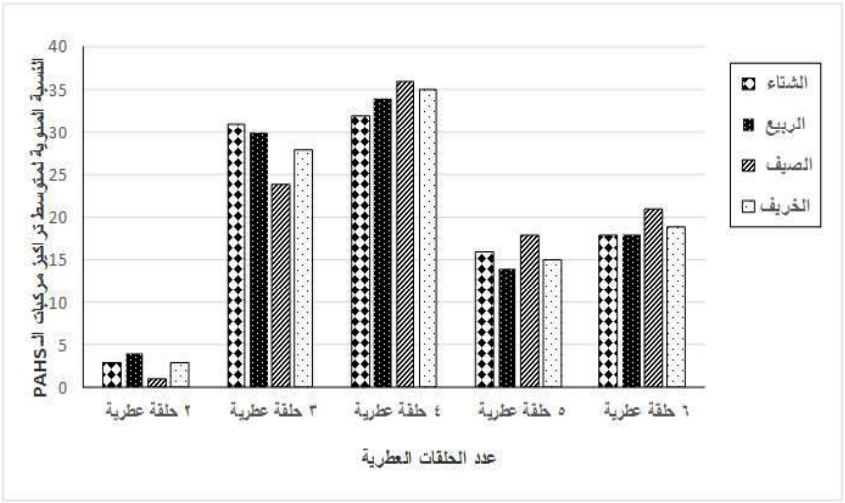
الشكل (7): التركيز الوسطي للمركبات الهيدروكربونية العطرية PAHs خلال فصول السنة.

تم دراسة تراكيز مركبات PAHs الكلية كمجموع كلي لتراكيز مكوناتها الأصلية (2-6) حلقات عطرية، مما يسهل عملية المقارنة وتقود إلى تفسير النتائج وفقاً للكمية الكلية لمركبات PAHs الموجودة في العينات [25].

لقد سجلت أعلى التراكيز في فصل الشتاء وأدناها في فصل الصيف، ويُعزى ذلك إلى الهطولات المطرية التي حدثت في هذا الفصل وانتقالها إلى النبع عبر الحوامل المائية الجوفية المغذية بما تحمله معها من ملوثات، حيث تجرف مياه الأمطار الملوثات من الأراضي الزراعية والغلاف الجوي والغابات ومكبات القمامة وشبكات الصرف الصحي والصناعي المنتشرة في الحوض المغذي للنبع، وتتغلغل هذه الملوثات في جوف الأرض لتصل إلى النبع عبر الحوامل المائية، كما تصل الزيوت ومخلفات المصانع وعوادم السيارات والقطارات المارة بجانب النبع، ويمكن للملوثات الموجودة في الهواء من مصفاة بانياس والمحطة الحرارية كالأبخرة والدخان والرماد المتطاير وهباب الفحم أن تصل إلى النبع [15,16].

يعزى انخفاض تركيز مركبات الـ PAHs في فصل الصيف إلى ضعف غزارة النبع من جهة وبالتالي تقليل كمية الملوثات الواصلة إليه مع الحوامل المائية، ومن جهة أخرى هناك ازدياد في معدلات التفكك الحيوي للمركبات نتيجة ارتفاع درجة الحرارة وازدياد التبخر [12].

عند دراسة تراكيز مركبات PAHs في المياه المدروسة وفقاً لعدد حلقاتها العطرية وجدنا أن مركبات PAHs ذات الوزن الجزيئي العالي (4 حلقات) كانت الأعلى تركيزاً في المياه المدروسة خلال فصول السنة وذلك بسبب التراكيز العالية لمركبات Fluoranthene و Pyrene و Chrysene، ثم تأتي بعدها مركبات PAHs ذات الوزن الجزيئي المنخفض (3 حلقات) كما يبين الشكل (8).



الشكل (8): النسب المئوية للمركبات الهيدروكربونية العطرية PAHS خلال فصول السنة.

تشير عادةً بنية مركبات PAHs الموجودة في العينات إلى المصدر الذي نتجت منه، وتم في هذا البحث تمييز مركبات الـ PAHs الناتجة عن المصدرين الحراري والبترولـــي، ولـــذلك اســـتخدمت نســـبة Fluoranthene إلـــى Pyrene أي (Fluoranthene/Pyrene) من أجل تحديد مصادر مركبات الـ PAHs في المياه المدروسة، فإذا كانت النسبة (Fluoranthene/Pyrene > 1) هذا يرجح المصدر الحراري لهذه المركبات، بينما إذا كانت النسبة (Fluoranthene/Pyrene < 1) فمن المحتمل أن تكون المصادر بترولية [26].

لوحظ من نسبة Fluoranthene إلى Pyrene المبينة في الجدول (1) أن مصادر مركبات PAHs كان مختلطاً بترولياً وحرارياً خلال فصول الدراسة، فقد كانت نسبة (Fluoranthene/Pyrene < 1) في فصلي الصيف والخريف وهذا يرجح المصدر البترولي لمركبات الـ PAHs نتيجة لتأثير مصارف الصرف الصحي والزراعي والصناعي والتسربات البترولية والزيوت وعوادم السيارات والقطارات وحوادث المركبات والناقلات النفطية التي تحمل هذه الملوثات إلى المنطقة المدروسة، وكانت نسبة

(Fluoranthene/Pyrene > 1) في فصلي الشتاء والربيع ومن المحتمل أن تكون مصادر مركبات الـ PAHs حرارية ناجمة عن احتراق الأعشاب والنباتات الخضراء وحرائق الأشجار الحراجية والزيتون والليمون في المناطق الزراعية والجبلية المحيطة بالنبع، والتي تتطاير عبر الرياح وتترسب مع الأمطار وتتغلل في باطن الأرض لتصل إلى الحامل المائي الجوفي المغذي لنبع سوريت.

بمقارنة هذه النتائج مع تراكيز المركبات الهيدروكربونية العطرية في مياه مناطق أخرى في العالم نجد بأن هناك تقارب في التراكيز المسجلة في هذه الدراسة مع التراكيز المسجلة في المياه السطحية لكل من نهر كور (**Kor**) في إيران ونهر ينما (Yinma) في الصين، بينما نلاحظ انخفاضاً كبيراً في التراكيز عن القيم المسجلة في آبار Ile–Oluji في ولاية أوندو وبحيرة لاغوس في نيجيريا ونهر كايوكا (Cauca) في كولومبيا، في حين كانت التراكيز أكبر من القيم المسجلة في مياه الشرب في مدن الصين كما مبين في الجدول(3).

الجدول (3): تراكيز مركبات الـ PAHs في المياه العذبة في مناطق من العالم.

المنطقة	الموقع	التركيز الوسطي لمركبات الـ PAHs	المرجع
نيجيريا	آبار Ile–Oluji القريبة من محطات تعبئة الوقود في ولاية أوندو	31900000 ng/l	[27]
نيجيريا	آبار Ile–Oluji البعيدة عن محطات تعبئة الوقود في ولاية أوندو	120000 ng/l	[27]
نيجيريا	بحيرة Lagos	195000 – 1006000 ng/l	[28]

إيران	نهر Kor	45.4 – 375.1 ng/l	[29]
الصين	نهر Yinma	175 – 325 ng/L	[30]
الصين	مياه الشرب في المدن	69.81–37.93 ng/L	[31]
كولومبيا	نهر Cauca	4476.5 ng/l	[32]

5 – الاستنتاجات والتوصيات:

- **الاستنتاجات:**

1 – تواجد المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات PAHs في نبع سوريت بتراكيز أعلى من القيمة المسموحة لها.

2 – كان التركيز الإجمالي لمركبات الـ (PAHs) مرتفعاً في فصل الشتاء بالمقارنة مع بقية الفصول نتيجة الأمطار التي تحمل معها الملوثات إلى النبع.

3 – التركيز الإجمالي لمركبات الـ PAHs كان منخفضاً في فصل الصيف نتيجة انخفاض غزارة النبع وازدياد عمليات التحلل الحيوي بسبب ارتفاع درجة الحرارة.

4 – سيطرة مركبات الـ PAHs ذات الأوزان الجزيئية المرتفعة (4 حلقات عطرية) في مياه النبع.

5 – كان المصدر المحتمل لمركبات PAHs مختلطاً حرارياً وبترولياً حسب نسبة Fluoranthene إلى Pyrene وذلك بسبب وجود النبع في منطقة زراعية بالدرجة الأولى وبالقرب من خطوط نقل السيارات والمركبات والقطارات.

- **التوصيات:**

1 – اقتراح وحدة معالجة فعالة تضمن الإزالة الكاملة لمركبات الـ PAHS من مصادر المياه وبخاصة المستخدمة لأغراض الشرب.

2 – الحد من وصول مركبات الـ PAHS إلى البيئة المائية من خلال تطبيق القوانين المتعلقة في مجال البيئة.

3– تطبيق مثل هذه الدراسات بشكل دوري على مياه البحيرات والينابيع المستخدمة لأغراض الشرب لتقديم تقرير عن درجة تلوثها.

4 – ضرورة معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي بطريقة فعالة للتقليل من آثارها السلبية على البيئة المائية.

5 – منع مكبات المخلفات العشوائية ونقلها بشكل آمن إلى المطامر الصحية.

6 – وضع التشريعات والقوانين الصارمة للحد من حرائق الغابات والأشجار الحراجية والنباتات في المناطق الزراعية للحد من انتشار الملوثات الناجمة عن احتراقها.

6 – المراجع:

[1] TONGO, I., EZEMONYE, L., AKPEH, K., 2017 - Levels, distribution and characterization of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Ovia river, Southern Nigeria, **Journal of Environmental Chemical Engineering**, Vol. 5, 504-512.

[2] CHEN, M., XU, P., ZENG, G., YANG, C., HUANG, D., ZHANG, J., 2015 - Bioremediation of soils contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons, petroleum, pesticides, chlorophenols and heavymetals by composting: Applications, microbes and future research needs. **Biotechnology Advances** Vol. 33, 745–755.

[3] AGAMUTHU, P., NARAYANAN, K., 2013 – Persistent organic pollutants in solid waste management, **Waste Management & Research**, Vol.31., 967- 968.

[4] TANG, H. P. O., 2013 - Recent development in analysis of persistent organic pollutants under the Stockholm Convention, **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, Vol. 45, 48-66.

[5] LI, G., SHIMIN Wu, S., LIN WANG, L., CASIMIR, C., AKOH, C., C., 2016 -Concentration, dietary exposure and health risk estimation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in youtiao, a Chinese traditional fried food**, Food Control** , Vol. 59., 328- 336.

[6] LIEHR, G. A., 2005, Distribution and Ecotoxilogical Effects of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)in Sediments from the western Baltic Sea. **Dissertation, Rostock**, Germany, 134.

[7] ARIAS, A. H., VAZQUEZ-BOTELLO, A., TOMBESI, N., PONCE-VÉLEZ, G., FREIJE, H., MARCOVECCHIO, J., 2010 - Presence, distribution, and origins of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments from Bahía Blanca estuary, Argentina. **Environmental Monitoring and Assessment**, Vol. 160(1–4), 301–314.

[8] NET, S., DUMOULIN, D., EL-OSMANI, R., RABODONIRINA, S., OUDDANE, B., 2014 -Case study of PAHs, Me-PAHs, PCBs, phthalates and pesticides contamin ation

in the Somme river water, France. **Int. J. Environ. Res**. Vol. 8., 1159–1170.

[9] ASHAYERI, N. Y., KESHAVARZI, B., Moore, F., KERSTEN, M., YAZDI, M., LAHIJANZADEH, A. R., 2018 - Presence of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and surface water from Shadegan wetland–Iran: a focus on source apportionment, human and ecological risk assessment and sediment-water exchange. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Vol. 148, 1054–1066.

[10] HAN, B., LIN, F., DING, Y., ZHENG, L., 2018 - Distribution characteristics, sources, and ecological risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from Haizhou Bay, China. **Human and Ecological Risk Assessment. Int. J.** Vol. 24, 847–858.

[11] AN, N., LIU, S., YIN, Y., CHENG, F., DONG, S., WU, X., 2016 - Spatial distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the reservoir sediments after impoundment of Manwan dam in the middle of Lancang River, China. **Ecotoxicology**, Vol. 25, 1072–1081.

[12] ZAGHDEN, H., KALLEL, M., ELLEUCH., B, OUDOT, J., SALIOT, A., 2007 - Sources and distribution of aliphatic and polyaromatic hydrocarbons in sediments of Sfax, Tunisia, Mediterranean Sea. **Marine Chemistry Tunisia**, Vol.105, 70 – 89.

[13] NEFF, J. M. Bioaccumulation in marine organisms: effect of contaminants from oil well produced water**. Elsevier Science**, 2002, 460.

[14] AZKI, F., ALABDALLA, A., 2013 - New Hydrogeological data of Al-Sin aquifer with the help of geoelectrical prospecting, **Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies**- Basic Sciences Series Vol. (35) No. (3), 97-100. (in Arabic)

[15] Report of the Directorate of Water Resources in Lattakia, 2016, **The relationship between the two springs of Al-Sen and Sureat**. (in Arabic)

[16] CHEIKHO, T., HAJ ISSA, M., DAYOUB, H., 2019 - Study of Some Physical and Chemical Properties of Al-Sen River Waters

in Syrian Coastal Basin**, Syrian Journal of Agricultural Research** – SJAR 6(3): 333-350**.**

[17] Report of a hydrogeological sensory study to protect Al-Sen spring from pollution **,The General Authority for Remote Sensing,** Damascus 2008**.**

[18] Water Balance Project in the Coastal Basin**, Directorate of Water Resources,** Lattakia, 2005**.**

[19] GIACALONE, A., GIANGUZZA, A., MANNINO, M. R., ORECCHIO, S., PIAZZESE, D., 2004 - Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Sediments distribution and Sources of marine coastal lagoons in Messina ,Italy: extraction and GC/MS analysis, distribution and Sources**, Polycyclic Aromatic Compound,** Vol. 24, 135-149.

[20] UNEP, "UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME". Determination of petroleum hydrocarbons in sediments. **Reference Methods for Marine Pollution Studies**, No. 20,1992,78.

[21] KBEBO, I., SAQR, I., AJEEB, SH., 2002- Chemical Quality Monitoring of the Waters of Al Kabeer Al Shamali River and Bello Arn Dam. **Damascus University Journal for agricultural sciences,** 18 (1), 83-115.

[22] HANSEN, P. J., 2002- Effect of high pH on the growth and survival of marine phytoplankton: implications for species succession, Denmark**, AQUATIC MICROBIAL ECOLOGY Aquat Microb Ecol** , Vol. 28: 279–288,

[23] SHRESTHA, A. K., BASNET, N., 2018 - The Correlation and Regression Analysis of Physicochemical Parameters of River Water for the Evaluation of Percentage Contribution to Electrical Conductivity, Hindawi**, Journal of Chemistry**, Volume Article ID 8369613, 9 pages.

[24] The Syrian Arab Standards and Metrology Organization for Drinking Water No 45, 2017.

[25] PENKO, L., 2010, Polycyclic aromatic hydrocarbons in the seawater and sediments of the gulf of Trieste. **Master's thesis, University of Nova Gorica Slovenia**, 71.

[26] TONGO, I., EZEMONYE, L., AKPEH, K., 2017 - Levels, distribution and characterization of Polycyclic Aromatic

Hydrocarbons (PAHs) in Ovia river, Southern Nigeria, **Journal of Environmental Chemical Engineering**, Vol. 5, 504-512.

[27] AKINYEYE, R. O., ADEBAWORE, A. A., AWOKUNMI, E. E., OLANIPEKUN, E. O., 2016 - Evaluation of polycyclic aromatic hydrocarbons in water from hand dug wells at Ile-Oluji, Nigeria. **IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT**) , Vol. 10., PP 112-119.

[28] SOGBANMU, T. O., OSIBONA, A. O., OTITOLOJU A. A., 2019 -Specific polycyclic aromatic hydrocarbons identified as ecological risk factors in the Lagos lagoon, Nigeria, **Environmental Pollution**, 255. 113295.

[29] KAFILZADEH, F., HOUSHANG, A., MALEKPOUR, SH. R., 2011, Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Water and Sediments of the Kor River, Iran, **Middle-East Journal of Scientific Research** 10 (1): 01-07, ISSN 1990-9233

[30] SUN, C., ZHANG, J., MA. Q., YANAN CHEN, Y., JU, H., 2017 - Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in water and sediment from a river basin: sediment–water partitioning, source identification and environmental health risk assessment. **Environ Geochem Health**, Vol. 39, 63–74

[31] ZHANG, Y., ZHANG, L., HUANG, Z., LI, Y., LI, J., WU, N., HE, J., ZHANG, Z., LIU, Y., NIUB, Z., 2019- Pollution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in drinking water of China: Composition, distribution and influencing factors, **Ecotoxicology and Environmental Safety** 177, 108–116.

[32] VILLA, R., S., DUQUE, W., O., PÁEZ, M., SCHUHMACHER, M., 2016 - Presence of PAHs in water and sediments of the Colombian Cauca River during heavy rain episodes, and implications for risk assessment, **Science of the Total Environment**, Vol. 540. 455–465.

الديناميكية الحركية ودورها في تحقيق الزيادة الضمنية للفراغات السكنية

طالبة الدراسات العليا: هبة التتان كلية العمارة – جامعة البعث

اشراف الدكتور: نضال سطوف + د. مؤنس الجرايحي

الملخص:

تطرأ على متطلبات الأسرة في المسكن تغييرات مستمرة بمرور الزمن بفعل تغيير حجمها أو احتياجات أفرادها أو مستوى دخلها وظروفها الاقتصادية، أو نتيجة لتطورات تقنية متزايدة، فتتولد الحاجة لمقابلة هذه المتطلبات، وإجراء تغييرات في عدد غرف المسكن، زيادةً أو نقصاناً، أو في استعمالاتها أو إلى تكييف هذا المسكن مع احتياجاتها المستجدة، وهنا تظهر أهمية تحقيق المرونة تصميمياً بوصفها أفضل حل اقتصادي يخفض من كلفة المسكن ويمكن أكبر عدد من الأسر من امتلاكه عبر توفير كفاءة استغلال فراغاته كلّها، إن إيجاد الحلول التصميمية للفراغ هي رؤية ناتجة عن قدرة وقابلية المصمم على استخدام التصميم من خلال الادراك والتحليل للمشكلات التصميمية. وإيجاد حلول معاصرة تساهم في جعل المساحات الصغيرة والمحدودة تبدو أكبر مما هي عليه دون الحاجة إلى الانتقال لمسكن آخر وبتكاليف مادية زهيدة وذلك بهدف رفع جودة الحياة، وذلك من خلال الاستخدام الأمثل للديناميكية الحركية التي أصبح استخدامها داخل المسكن ضرورة حتمية في جميع عناصر ومفردات التصميم والتقسيم الداخلي وممرات الحركة فتكون أكثر ديناميكية وحركة وقدرة على إضفاء روح الحيوية والانطلاق.

كلمات مفتاحية: الديناميكية، حركة، مرونة، فراغ، مساحات مهدورة، حلول تصميمية، جدران متحركة.

The motion's dynamic and its effect on increasing the implicit for the Residential spaces

Abstract

The living requirements of the family have been facing continuous changes over time as a result of changing its size or the needs of its members or its level of income and economic conditions, or as a result of increasing technological developments, so there is a need to balance these requirements, and making changes in the number of rooms in the house, increase or decrease, or in their uses or to Adapting this housing to its new needs, and here the importance of achieving flexibility in design as the best economic solution that reduces the cost of the house and enables the largest number of families to own it by providing the efficiency of exploiting all its spaces, and finding design solutions for a space is a vision resulting from the ability of the designer to use the design Through awareness and analysis of design problems. And finding contemporary solutions that contribute to making small and limited spaces and making them appear larger than they are without the need to move to another housing at low financial costs, with the aim of raising the quality of life, through the optimal use of the kinematic, which has become an inevitable necessity in all elements and vocabulary of design and division The interior and movement corridors will be more dynamic, moving and able to impart the spirit of vitality and start, this is what we try to reach through research.

Key words:

Dynamic ،movement، flexibility ،space، Space waste، Design solutions، movable walls.

مقدمة البحث:

يعتبر المسكن الركيزة الأساسية في تكوين الأسرة، ويعد حصولها على المسكن المناسب الذي يوفر لها الاحتياجات الوظيفية والمكانة الاجتماعية والراحة النفسية وذلك ضمن مقدرتها المادية من أهم المتطلبات الرئيسية في المجتمعات المعاصرة. وتشير الدراسات إلى أن العديد من الأسر تسكن في مساكن غير ملائمة لاحتياجات الأسرة وأعداد أفرادها من حيث المساحة والتصميم.

لذلك لابد من أخذ الاحتياجات المستقبلية للأسرة بالحسبان لإتاحة الفرصة للتوسع أو التغيير في مختلف فراغات المسكن الذي ينعكس بتعديلات داخلية وخارجية ولا يخالف أنظمة البناء.

من هنا تأتي أهمية مفهوم المرونة التصميمية في المباني السكنية سواء على المستوى الأفقي أو المستوى الشاقولي باستخدام الارتفاع، واعتمادها كمبدأ تصميمي يسهم في تأمين متطلبات التطور المستمر والمتسارع، أي تحقيق مسكن ينمو مع العائلة ويلبي متطلباتها بشكل دائم للقاطن بالاعتماد على العمارة الحركية لإعادة تشكيل البنية الفراغية الداخلية للمسكن بما يتناسب مع المتطلبات الوظيفية والبيئية.

إشكالية البحث:

ظهور أشكال جديدة من المساكن المعاصرة، تنحصر في قوالب تصميمية جامدة تحتوي على العديد من الفراغات بمساحات ضائعة، مما يضطر الساكنين إلى إنفاق الكثير من الجهد والمال عند استعمال مساكنهم، أو مساكن صغيرة لا تلبي احتياجات الأسرة الحالية ولا المستقبلية، نتيجة لعدم الاستخدام الأمثل للحجوم والفراغات، والتي يمكن الوصول إليها بسهولة من خلال عملية التصميم

والتوزيع الحجمي الملائم للفراغات السكنية، من خلال استخدام التقنيات الحديثة في تشكيل الفراغ وتعديله وأسلوب توزيعه، كالاعتماد مثلا على العمارة الحركية التي مزجت ما بين الميكانيكية الحركية وما بين التقنية والتكنولوجيا المتطورة في الوقت الحاضر، بالإضافة إلى التعامل مع الوقت كبعد رابع للعملية التصميمية.

هدف البحث:

رصد طرق توظيف الديناميكية الحركية على المستوى الشاقولي والأفقي في إيجاد حلول تصميمية معاصرة تهدف إلى خلق مساحات إضافية، وتلبية احتياجات الأسرة المتغيرة والوصول إلى الأساليب التقنية الأفضل التي تحقق هذه الغاية.

منهجية البحث: تتضمن منهجين رئيسيين:

المنهج النظري:

- دراسة تقنية الحركة في العمارة والميكانيكية الحركية المرتبطة بالتكنولوجيا المتطورة حالياً.
- استخدام مجموعة من الغرف المتحركة أو الدوارة التي تنسحب وتدور وتغير بالتالي من حجم المسكن لإيجاد مساحة إضافية أو تحقيق متطلبات بيئية أخرى.
- دراسة حركة مجموعة من الجدران لتنظيم المساحة في الشقق الصغيرة حيث يتم خلق مساحات يتم تحويلها بسهولة من خلال لفتات بسيطة، وبذلك نحصل على أعلى عائد ممكن من كل قسم من المنزل لزيادة قيمته وتعظيم فرص استخدام المساحة المتوفرة.

المنهج التحليلي:

يتناول تحليل مجموعة من الأمثلة التي تطرق لها المنهج النظري وتحليل تصاميمها والأسلوب التقني الأفضل في استخدام المستوى الشاقولي والأفقي لتوفير المساحات السكنية الإضافية.

1-الميكانيكية الحركية وارتباطها بالتكنولوجيا المتطورة حالياً:

1-1مفهوم عمارة التكنولوجيا المعاصرة:

هي عبارة عن مدرسة معمارية يعتمد فكر روادها على مقولة أن: "الفن والآلة يخلقان عمارة جميلة " [1]، فهم يؤمنون بالعلم ويعتبرون القرن الحالي هو عصر العلم هذا جانب، أما الجانب الآخر من فكرهم هو إيمانهم بالعمارة المفهومة التي يستطيع الجميع رؤيتها وقراءتها بوضوح، كما يهدفون لبناء عمارة مرنة يمكن تغيير استعمالاتها ووظائفها بسهولة، بحيث تخدم أغراضاً متعددة، بالإضافة إلى تغيير أجزائها عند الحاجة لذلك.

وعلى هذا فإنه بالإمكان التوصل إلى مفهوم ما تعنيه عمارة التكنولوجيا، حيث يمكن تعريفها بأنها "العمارة التي تطبق التكنولوجيا المتاحة في العصر، سواء في إعداد تصاميم ونماذج هذه العمارة أو في طرق وأساليب تنفيذها" [1].

إن عملية التطور التكنولوجي للعمارة أصبحت هامة جداً في عصرنا هذا من حيث الانفتاح على العالم، اكتشاف مواد بناء جديدة عالية الجودة، اكتشاف نظم إنشائية حديثة متعددة ووسائل تنفيذ آلية فائقة السرعة، كل هذا التطور قد أثر على عملية التصميم المعماري. فالتطور التكنولوجي لا يقتصر على مجال أو مجالين من مجالات العمارة ولكن أصبح يشمل كل جوانبها، حيث بدأ المصممون المعماريون والإنشائيون استخدام كل ما هو جديد من تطورات في

مواد البناء ونظم الإنشاء التي أصبحت تلبي كل متطلبات العمارة الحالية، أما وسائل التنفيذ الحديثة فقد أصبحت توفر الوقت والجهد مع تأدية الوظيفة بصورة أفضل. ويمكن تلخيص العلاقة بين العمارة والتكنولوجيا المعاصرة بالمعادلة التالية:

(إنسان + بيئة + تكنولوجيا معاصرة = عمارة ناجحة)[1]

2-1 ثورة التكنولوجيا وتأثيرها على الإنتاج المعماري:

صنعت التكنولوجيا ثورة حقيقية في عالم الهندسة المعمارية، حيث أحدثت تغيرات حقيقية ضمن مشاريع بناء كان تنفيذها يبدو خيالاً قبل عدة عقود. وسرعان ما غيرت بشكل كبير حياة الإنسان مع ارتباطها بمجال المعمار، بداية من المسكن والأماكن العامة مروراً بمقر العمل.

فقد وقع تأثير ثورة التكنولوجيا مباشرة على العمارة من خلال التأثير في أنشطة الإنسان المرتبطة بكل نوع من أنواع المباني لا سيما السكنية منها، فالمتطلبات الوظيفية هي أساس بدء الفكرة التصميمية، وهي في الأساس ناتجة عن الاحتياجات الفعلية لمتطلبات العميل والتي بالتبعية تؤدي إلى إفراز مفردات تصميمية، وهذا ما يسمى بمنهج التصميم البديهي[2].وهنا لابد من الإشارة إلى الفارق بين متطلبات العميل والمتطلبات الوظيفية هو أن متطلبات العميل هي رغبة العميل المعبرة عن احتياجاته، أما المتطلبات الوظيفية فهي ما يجب أن يقوم به النسق البنائي لتلبية احتياجات العميل وفقاً للمخزون العلمي والمعرفي للمعماري في إطار طروحات العصر التقنية، مما يتنج عنه مفردات تصميمية والتي هي الترجمة الفعلية لتلك المتطلبات الوظيفية إلى متغيرات مادية أساسية. لكن في ظل ما تشهده الألفية الثالثة من نقلات مفهومية علمية حدث تغير مقابل

في البنى الأساسية للمتطلبات الوظيفية، فظهرت هناك رؤى ومتطلبات جديدة لها والتي تتحدد فيما يلي:

1-2-1 التحكم في الفراغ:

إن العملية التصميمية تتحرك في مراحل ثلاث: مرحلة جمع بيانات وإحصاءات ثم تحليل هذه البيانات للوصول لمعلومات تساعد في اتخاذ قرارات تؤدي إلى المرحلة الثالثة من طرح البدائل التصميمية ثم تقييم تلك البدائل وإمكانية مراجعة القرارات وهكذا. وكلما تطورت وسائل جمع البيانات وسرعة ودقة جمع تلك البيانات كنتيجة للتقنيات الحديثة أعطت صورة أكثر وضوحاً، وبالتالي يمكن التحكم في جودة الفراغ الداخلي التصميمية في إطار التطويع الإنشائي والعزل عن الفراغ الخارجي في الأماكن والنقاط التي تحتاج ذلك. كذلك من خلال نظم التحكم التي تمكن المبنى من الاستجابة للظروف والعوامل الخارجية.

2-2-1 فعالية التكيف للمنظومة الإنشائية:

اذ يجب أن يقرر المبنى الطريق الأكثر كفاءة للإمداد بالبيئة المناسبة والمريحة والمساعدة على الإنتاج للمستخدمين. بحيث يحقق المبنى من خلال تصميمه وتجهيزاته البيئة المناسبة لأداء الغرض الذي أُنشأ من أجله، كما يتلاءم مع التغير في نوعيات ومتطلبات المستخدمين بطريقة أتوماتيكية، كذلك من الناحية الإنشائية لابد من تحقيق المرونة والمقدرة على التكيف على مسار التغير الزمني مما سوف يدخل بعد جديد وهو إمكانية الفك والتركيب دونما أي تغيير في الكفاءة أو جودة الفراغ الناتج عن ذلك، أي أن النظام الإنشائي عبارة عن وصلات هذه الوصلات يجب أن تسمح بوجود ارتباط فيزيائي في أي مكان لضمان اكتمال عنصر فعالية التكيف للمنظومة الإنشائية.[2]

1-2-3 الجودة العالية والإنتاج المتنوع المكثف:

في ظل عصر ثورة التكنولوجيا يتميز المنتج المعماري بالدقة والجودة العالية، كما أن قلة عدد المكونات وسهولة تركيبها من أهم عوامل اتصاف النظام بهذه الجودة العالية، ويتم ذلك بتصميم مكونات سهلة الارتباط. وهنا لابد من الإشارة إلى أثر الثورة في تكنولوجيا البناء حيث أفرزت العديد من البرامج الإنشائية التي ساعدت في الوصول إلى كيفية يتم من خلالها إنشاء الكتل المعقدة والمركبة في ظل تطويع المواد وتوفر تقنيات التنفيذ في إطار النقلة المفهومية والرقمية لعملية التصميم المعماري ودخول تقنيات الواقع الافتراضي[9].

1-2-4 تغير أنماط المباني في المستقبل:

إن تضمين تكنولوجيا البناء في الأنساق التصميمية مستقبلاً في ظل وجود الجين الرقمي سيعطي قدرة على إنشاء أشكال وأنماط جديدة من المباني، يتوقع لها أن تكون حلولاً لعدد من المشاكل التي نعاني منها في وقتنا الحالي.

1-3 تطور الأسلوب التقني للبناء:

حقق مجال الهندسة المعمارية قفزات واسعة في العقود الأربعة الماضية مدفوعاً بوتيرة تطور سريعة، وحملت تكنولوجيا البناء والتصميم تغيرات طارئة على حياة البشر إذ ظهرت أنماط متعددة مع تطور شكل المباني وتطور أسلوب البناء. وبفضل التصميمات الذكية بات هناك استغلال أفضل لمساحات الغرف والشقق السكنية، بعد أن كانت مهدرة بسبب أخطاء في تصميم الهياكل الأساسية والأعمدة الرافعة.

يرى معماريون أن تطور تكنولوجيا البناء ساهم في صناعة بيوت ومبانٍ أكثر فاعلية، حيث أثر على الفراغ المعماري وتكوين المساحة من حيث الشكل

والحجم، فظهرت الفراغات الواسعة وإمكانية البناء والتوسع الأفقي والشاقولي. ولم يتوقف المجال المعماري عند الاهتمام بتصميم المبنى فقط، بل استغل القدرات التكنولوجية الهائلة في تنفيذ الديكور المناسب من خلال دمج وإفراز مواد وتداخل حجوم ودرجات ألوان غير مسبوقة في تقديم أشكال مميزة توفر الراحة النفسية. وبهذا تكون العمارة قد تأثرت بالتطور التكنولوجي من خلال طرق التصميم والإنشاء ومواد البناء كما يلي:

1-3-1 التطور في مواد البناء:

أتاحت التكنولوجيا إمكانية تحسين خواص بعض المواد، كالخرسانة والخشب والحديد، وهي مواد قديمة وتستخدم منذ مدة طويلة حتى تصبح لهذه المواد استخدامات جديدة، هذا بالإضافة إلى ظهور عدة تطورات ملموسة في مواد البناء منها[5]:

- ظهور العديد من المواد المصنعة منها اللدائن باختلاف تركيباتها وبما يتميز من مرونة في التشكيل والتلوين.
- تطور مادة الزجاج لتظهر أنواع حديثة معالجة ضد الحرارة وعازلة للضوضاء وأنواع ذاتية التنظيف وأنواع أخرى ذكية يمكن التحكم في درجة شفافيتها بالتوصيل بتيار كهربائي خفيف.
- تطوير مواد العزل الصوتي والحراري ليس لضمان بيئة داخلية مريحة فحسب وأيضاً للمحافظة على الطاقة الداخلية للمبنى وهذا بدوره يتماشى مع مبادئ الاستدامة والحفاظ على الطاقة.
- تطوير مواد بناء ذكية وتطوير مجسات حساسة قائمة على استخدام المشغلات الذاتية المصغرة في نظم التحكم والسيطرة.

2-3-1 التطور التكنولوجي في نظم الإنشاء:

تطورت الأنظمة الإنشائية بالشكل الذي يتيح للمعماري إطلاق خياله لابتكار أشكال وفراغات لم تكن متاحة من قبل، حيث أصبح من الممكن له ابتكار الكتل المختلفة وإمكانية تدعيم المنشأ بالأنظمة الإنشائية الحديثة المعتمدة على التداخل بين النظام الهيكلي مع قطاعات الحديد الصلب وظهرت تصميمات حديثة للمباني مثل ناطحات السحاب والصالات المغطاة هائلة الاتساع وغيرها.

3-3-1 التطور التكنولوجي في إعداد التصميمات:

شهدت عملية التصميم طفرة باستخدام الحاسب الآلي وقدراته على دعم التصميمات المعمارية وحساب الأحمال الإنشائية للأشكال المعقدة، وأصبح من المؤكد تأثير ثورة المعلوماتية على أنماط العمارة المعاصرة وعمارة المستقبل وأشكالها وأساليب تنفيذها، بالإضافة إلى ذلك التغيير المتوقع في التصميم الداخلي للمسكن وتشكيل فراغاته المختلفة، فالشكل الذي سيأخذه المسكن المعلوماتي سيختلف عن الشكل المتعارف عليه للمسكن التقليدي.

ونظرا للانتشار المتوقع للتشغيل الآلي للمسكن من خلال مفهوم (العمارة الرقمية) المتداخل مع مفهوم (العمارة الذكية)، فإن المسكن سيتطور من خلال سطح حساس بين الفراغ الداخلي والبيئة الخارجية والمستمد من التقنية المستخدمة في الإنشاء. أما في حال انتشار المساكن الرقمية عن طريق التحكم في جميع الأنشطة الداخلية للمسكن، فإن ذلك سيؤثر على اختيار مواد البناء والأسلوب الإنشائي. كما أن العلاقة بين الإنشاء والعمارة ستتنوع حسب طبيعة كل مبنى على حدا[3].

4-1 أنواع الحركة في عمارة الأبنية السكنية:

يوجد حركة دورانية وحركة خطية وحركة مركبة:

1-4-1 الحركة الانسحابية (الخطية) للعناصر المعمارية: الحركة الخطية وهي الحركة التي تتم من خلال سكة مهيئة للحركة من خلالها ينسحب الجزء المتحرك، ممكن أن تكون هذه الحركة لبعض عناصر المبنى كالجدران الداخلية، أو ممكن أن تكون لجزء أو كتلة من المبنى كما في مبنى Sliding House وهو عبارة عن مبنى خطي منزلق بطول 28 م وعرض 5.8م وارتفاع 7.2م.

الشكل (1) Sliding House

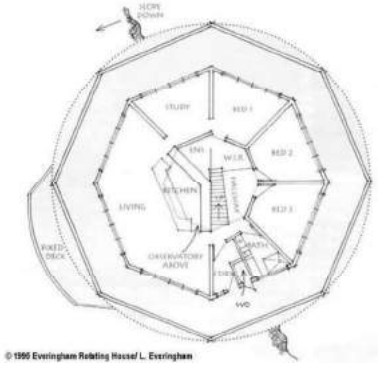
المصدر: [14]

حيث يشكل السقف مع الجدران المتحركة هيكلا عازلا يمر فوق المنزل الرئيسي وملحق الضيوف والزجاج على طول القضبان المثبتة في الارض، مما يخلق مزيجا من الاحتواء ومناطق معيشية خارجية في الهواء الطلق متغيرة بين العناصر الثابتة بالإضافة الى تغيير طرق العرض وظروف الإضاءة والشعور بالإحاطة داخل المنزل وتشكيل فناء بين شرائح المبنى.

يتم تشغيل الحركة بواسطة محركات كهربائية مخفية مدمجة في سمك الجدار. يحتوي كل محرك من المحركات الأربعة المنفصلة على زوج من بطاريات سيارات التيار المستمر والتي يتم شحنها بواسطة التيار الكهربائي أو الألواح الشمسية الكهروضوئية، يتم تعليق مسارات السكك الحديدية في الشرفة الخارجية التي يعتمد عليها التركيب بالكامل. يتم إخفاء غطاء "السكك الحديدية" الذي يبلغ طوله 6 أمتار من خلال مفاصل الرصف بالحجارة والصرف الخطي.

1-4-2 الحركة الدورانية للعناصر المعمارية:

هي الحركة التي تتم من خلال محور دوران ثابت، وممكن أن تكون الحركة الدورانية للمبنى بالكامل، كما في Everingham Rotating House، Australia فهو موجود على منصة فولاذية طولها 78 قدمًا تتيح له الدوران في كلا الاتجاهين بسرعة 525 قدمًا في الساعة. لذلك، يمكنه أن يأخذ جولتين في ساعة واحدة. ولن تشعر أنه يتحرك حتى تركز على جسم ثابت واحد بالخارج. يمكن التحكم في الدوران باستخدام لوحة تعمل باللمس في غرفة الجلوس. مبرمجة لمتابعة حركة الشمس.



الشكل (2)Everingham Rotating House

المصدر:[16]

ممكـن أن تكـون حركـة دورانيـة لجـزء مـن المبنـى كمـا فـي **Quadrant House** يضـم هـذا المنـزل فـي بولنـدا مسـاحة جلـوس متحركـة فـي الهـواء الطلـق تـدور حولهـا أرصـفة مـع غرف على جانبي الحديقة.

الشكل (3) مثال يوضح حركة جزء من المبنى Quadrant House

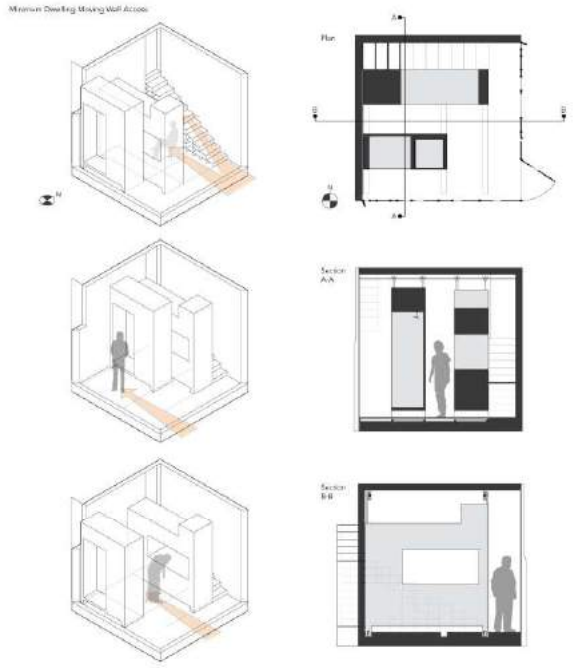
المصدر :[17]

2-الزيادة الضمنية للفراغات السكنية وطرق تحقيقها:

الزيادة الضمنية للفراغ: تعني التوسع بمساحة المسكن ضمن حدود مسقطه فقط وبالإفادة من فراغاته الداخلية، ويتم تحقيق هذه الزيادة بالطرق التالية:

2-1 جدران متحركة:

تطور مفهوم "جدار نشط"، من خلال فكرة أن الجدران ليست مجرد فاصل لقسم المساحة، ولكنها عنصر نشط في المعيشة.



كما في المثال التالي حيث يتكون الحد الأدنى من المسكن من جزأين متحركين من الجدران يحتويان على العديد من الوظائف المنزلية. فالجدار الأساسي يشمل الطعام والنوم والعمل، أما الوظائف الصحية (الاستحمام والمرحاض) تكون بعيدة عن هذا الجدار.

الشكل (4) مثال يوضح حركة الجدران لتشكيل الفراغات

المصدر: [10]

2-2أسقف متحركة هيدروليكية:

السقف المتحرك هو نظام مصمم لتدوير السقف على مسارات إذ يمنح الفرصة لدمج الأماكن الداخلية مع بعضها بالإضافة لدمج الأماكن الداخلية مع الأماكن الخارجية، مما يوسع من المساحة القابلة للاستخدام ويعطي مزيد من المرونة فهو يعتبر حل مثالي لبعض المنازل كما يصنع ليناسب أي مساحة.

الشكل (7) يوضح إمكانية توضع فراغ النوم فوق مساحة العمل أو العكس هذا التصميم يمثل المستقبل. حيث تمت الاستفادة من المستوى الشاقولي بمضاعفة المساحة المتوفرة في الغرفة وذلك باستخدام سقف هيدروليكي متحرك يتغير ارتفاع الفراغ حسب الحاجة إلى استخدام الفراغ للنوم أو العمل مثلاً.

الشكل (5) سقف هيدروليكي

المصدر:[11]

2-3 الحجوم المتداخلة:

في هذا النوع يكون العنصران متقاطعان كل فراغ مع الآخر ولا حاجة للمشاركة بينهما في الخواص البصرية. وتتداخل هذه العناصر بعدة طرق هي:

- أن يكون العنصران متماثلين ويمتزجا ليكونا شكلاً مركباً.
- أن يبتلع أحد الشكلين الآخر داخله تماماً.
- أن يحتفظ كل شكل بخواصه ويتداخل مع الآخر في جزء من حجمه.
- ممكن أن يكون العنصران منفصلان والرابط بينهما عنصر ثالث.

2-4 الأثاث المرن:

يجب أن يحقق الأثاث وعناصره وطريقة توزيعه راحة الشاغلين للفراغات من حيث الكم (المساحة) والكيف (شكل الفراغ وطريقة تصميمه)،

يتم ذلك من خلال ما يلي:

- استخدام الخزن كفواصل بدل من الجدران بين الفراغات التي تخدم وظائف متقاربة مشتركة.
- استغلال ارتفاع الحائط الغير مستخدم للتخزين وذلك باستخدام خزن على محيط الحجرات حيث يمنح طاقة تخزينية كبيرة تستوعب أي احتياجات ممكنة داخل المسكن مثل خلف الأبواب والممرات وخلف قطع الأثاث.

الشكل (6) طرق استغلال المستوى الرأسي في مساحات التخزين للحوائط الغير مستغلة

المصدر: [7]

- وضع قطع الأثاث المتحركة التي يمكن طيها وحفظها في دواليب، كالأسرة والطاولات قابلة للطي وإخراجها لاستخدامها عند الحاجة لها.

الشكل (7) أحد خزن الأسرة والطاولات القابلة للطي

المصدر: [7]

- استغلال المساحات في الجدار حول فتحات الأبواب بوضع الرفوف للتخزين حيث تضيف اللمسة الجمالية للمكان بالإضافة إلى تحقيق الغاية الوظيفية.

الشكل (8) الاستفادة من المستوى الشاقولي فوق الفتحات

المصدر: [7]

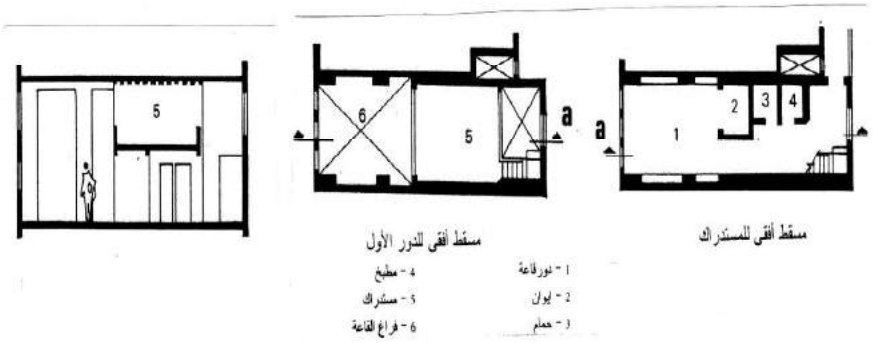
3-البعد الثالث ودوره في العملية التصميمية للفراغ:

إن استخدام البعد الثالث في الفراغ الداخلي من أهم العناصر التي تؤدي إلى الاقتصاد في المساحة من خلال الاستفادة من الارتفاع وعدم اقتصار الاستفادة على المستوى الأفقي، حيث يزداد الاستغلال الانتفاعي للمساحة المتاحة من خلال امتداد العناصر إلى كامل ارتفاع الفراغ مع تخصيص الأجزاء السفلية للاستعمال المتكرر اليومي.

3-1 الفصل الشاقولي للأنشطة:

إن فكرة الفصل الشاقولي اعتمدت على التحليل الفراغي لكل الأنشطة المحتملة في البعد الثالث الذي يحقق عزلاً بصرياً وصوتياً جيداً بفصل الأنشطة العائلية عن الأنشطة الشخصية في مستويين.

وهنا يمكن الرجوع للعمارة الإسلامية في المباني متعددة الاستعمالات كالوكالات، حيث تعتبر وكالة خان الخليلي مثالاً متميزاً للامتداد الشاقولي داخل الفراغ بالإضافة إلى وكالة الغوري التي تتكون فيها الوحدة من ثلاث أدوار بينها سلم داخلي لاستيفاء أنشطة الإقامة والعمل والتجارة.



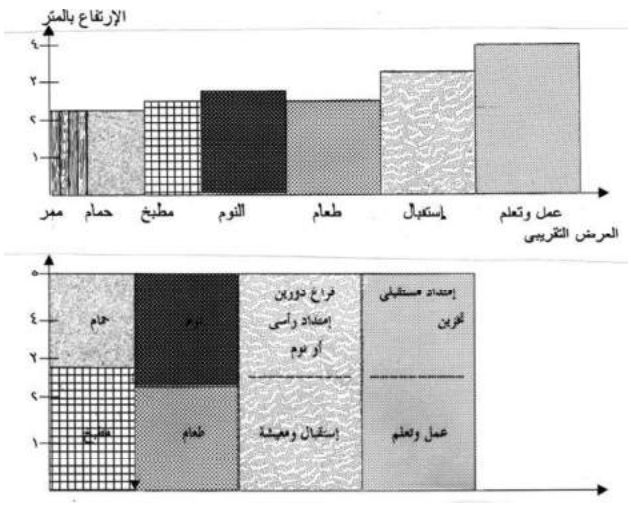
الشكل (9) الاستغلال الراسي للفراغ في العمارة الإسلامية، وكالة خان الخليلي

المصدر :[8]

3-2 زيادة الارتفاع الشاقولي للفراغ ودوره في تأمين مساحة إضافية للمسكن:

إن الارتفاع القياسي 3م يستخدم عادة لكل الطوابق دون الارتباط بوظيفة الفراغ، وهو ما يعتبر إهداراً لقيمة البعد الثالث. فارتفاع الممرات والحمامات يمكن تخفيضه الى 2.2م وهو ما يساوي أعلى ارتفاع لخزن المطبخ، التي يسهل تزويدها بمروحة شفط للتهوية.

بينما يمكن خفض ارتفاع النوم الى 2.4م كالشروط الفندقية كما في الشكل (12) حيث يوضح الارتفاعات المحتملة لكل فراغ ثم إعادة ترتيبها شاقولياً، حيث يمكن الوصول لارتفاع متوسط للمسكن وهو 5م بتجميع الفراغات شاقولياً.



الشكل (10) الارتفاعات المحتملة لكل فراغ ثم إعادة ترتيبها شاقولياً

المصدر :[4]

فمثلاً يجمع الحمام أعلى المطبخ لطبيعتهما الرطبة ولسهولة التغذية والصرف. وفراغات النوم يمكن أن تعلو المعيشة والطعام أو العمل بارتفاع 2.5–2.7 م. ويتضح أن تحليل الوظائف في البعد الثالث وإعادة ترتيب الفراغات شاقولياً قد أدى لخفض ارتفاع الدورين من 6 الى 5 م مع إضافة أنشطة العمل والتعلم في هذه الحدود دون تكلفة إضافية.إن تحليل الوظائف في البعد الثالث وإعادة ترتيب الفراغات شاقولياً يؤدي إلى التقليل من ارتفاع المسكن بمقدار متر تقريباً وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة التوفير في ارتفاع المبنى ككل وبالتالي يمكن الاستفادة من هذا الارتفاع الزائد في إضافة مسكن آخر. لهذا إن الفصل الشاقولي المدمج يتفوق على الفصل الأفقي الوظيفي بثلاث مزايا أساسية:

أولاً: اقتصادياً، وذلك بتوفير مساحة لأنشطة العمل والتعلم تساوي 17% دون زيادة تكلفة المسكن.

ثانياً: اجتماعياً، بفصل فراغات الأنشطة المستحدثة في مستوى خاص، غير مستوى النوم مما يحقق الخصوصية المطلوبة.

ثالثاً: نفسياً، بتوفير الهدوء والسكينة فالفصل الشاقولي يحقق عزلاً صوتياً أفضل كما يعطي إحساساً بالسكن في (فيلا) بما له من مظهر اجتماعي محبب.

3-3 استغلال البعد الرابع في الاقتصاد بالمساحة:

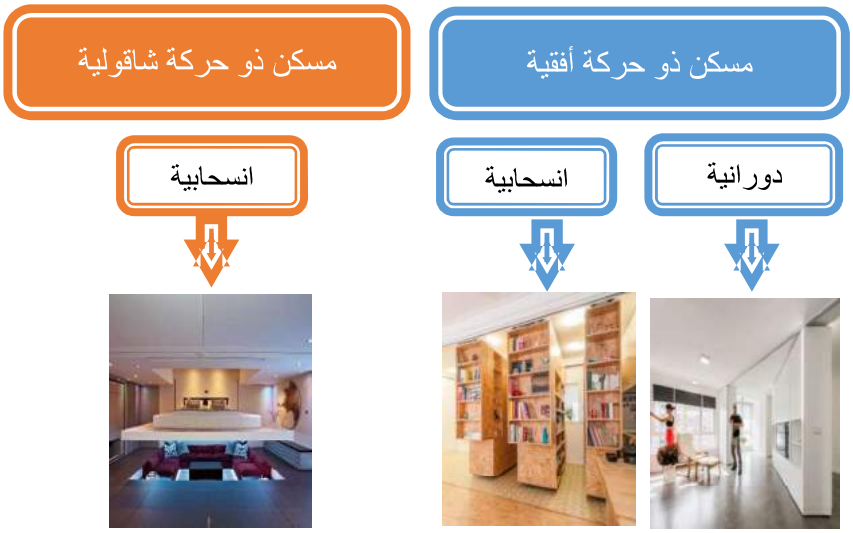
لا يمكن تخيل الفراغ أو الكتلة رباعية الأبعاد، فالزمن عامل غير مادي يمكن لمسه أو رؤيته، ولكنه عنصر يمكن تتبعه من خلال الحركة، والحركة الموضوعية لها صور مختلفة بداية من حركة الفرد داخل الفراغ، مروراً بحركة مكونات المبنى أو حركة تتفاعل مع البيئة الخارجية أو حركة افتراضية الكترونية، نهاية إلى حركة المبنى كلياً، وجاء منح الحركة للفراغ كرد فلسفي للحياة التي تتغير بسرعة كبيرة، وإن هذه التغيرات في مقياس الزمن تتكرر كدقات الساعة. كما تضفي ثنائية (الزمن–المكان) في التصميم الداخلي للفراغ التجدد المستمر بمجرد ملاحظة الحيز المحيط بالساكن، حيث أن البعد الزمني يمكن أن يظهر جلياً من خلال تفاعل الساكن مع الفراغ مولداً حيزاً مختلفاً من خلال مرور الزمن، وإن ربط الزمن مع البعد الثالث للمقياس الداخلي ينتج بعداً مركباً (الفراغ–الزمن)[6] .

لذا يجب عدم إهمال البعد الرابع "الزمن" حيث يمكن الاقتصاد في المساحة بتعدد استخدامات نفس الفراغ في أوقات مختلفة من النهار والليل، إما بتحريك الأثاث أو تحريك بعض العناصر المعمارية وخلق فراغ جديد يؤدي وظيفة جديدة[8].

4 الدراسة التحليلية لأمثلة توضح الديناميكية الحركية ودورها في زيادة الفراغ:

1-4 سبب وآلية اختيار الأمثلة التحليلية:

- سيتم في الدراسة التحليلية اختيار عينة من المساكن العالمية والإقليمية، وتحليل نوع الحركة وآليتها ودورها في تحقيق الزيادة في المساحة والأسباب التي دفعت الى استخدامها لتحقيق الغاية المرجوة منها.
- ثم تحليل الأمثلة تبعاً للمسطرة القياسية التي تم استخلاص محدداتها من الدراسة النظرية والتي تتضمن: نوع الارتفاع (ثابت، متغير)، نوع الحركة، طرق تحقيق الزيادة الضمنية ونسبتها، أسباب تحقيق الزيادة، تحقيق (فصل شاقولي وأفقي للأنشطة، مرونة، راحة إنسانية، استغلال للبعد الرابع).
- اختيار مجموعة من المساكن تعتمد على الحركة في زيادة المساحة وتصنيفها ضمن فئات تبعاً لنوع الحركة وهي كالتالي:



Little big, house استديو مدريد YO-home

- المسطرة القياسية المعتمدة في الدراسة التحليلية:

الجدول (1) المسطرة القياسية المصدر: الباحث

اسم المسكن			
مساحة المسكن			
الارتفاع	ثابت		
	متغير		
نوع الحركة	أفقية	دورانية	
		انسحابية	
	شاقولية	انسحابية	
طرق تحقيق الزيادة	حركة جدران		
	حركة أسقف		
	حركة أثاث		
	حركة حجوم		
نسبة الزيادة	%75		
	%50		
	%25		
أسباب تحقيق الزيادة	زيادة في المساحة		
	اعتبارات مناخية		
	الاحتواء مع الخارج		
فصل للأنشطة	فصل افقي		
	فصل شاقولي		
المرونة			
راحة إنسانية			
البعد الرابع			

4-2 مسكن ذو حركة أفقية (الفئة الأولى):

مسكن ذو حركة أفقية دورانية

4-2-1 مسكن ذو حركة أفقية دورانية:

4-2-1-1 Little big houses البيوت الكبيرة الصغيرة:

الوصف الأساسي للمسكن:

- تبلغ مساحة المسكن 70 مترًا مربعًا.
- الموقع: اسبانيا، أستورياس
- المصمم: شركة PKMN للهندسة المعمارية
- أقسام المسكن: يتألف المسكن من قسم المعيشة النهاري بالإضافة الى المطبخ ومن قسم النوم الليلي كما يحتوي جدار مركزي دوار، يحدد موقعه التصميم الداخلي للمنزل. وهو بمثابة منزل للزوجين، وعند الضرورة، لعائلتهما الممتدة.

الشكل (11) يوضح الجدار الديناميكي

المصدر :[13]

الفكرة من التصميم:

- هي تعظيم الأبعاد المعيشية للممتلكات السكنية الصغيرة، إذ تسمح المساحة المرنة لمجموعة واسعة من الاستخدامات المختلفة فالجدران قابلة للحركة بسهولة.

الحركة وآليتها:

- يتحرك الجدار الديناميكي حركة أفقية دورانية مما يسمح بتحويل المنزل بسهولة، بحيث يمكنه إضافة غرفة نوم واحدة أو غرفتي نوم في أقل من دقيقة.

الشكل (12) غرفة النوم التي شكلها الجدار

المصدر :[13]

- يمكن الاقتصاد في المساحة بتعدد استخدامات نفس الفراغ في أوقات مختلفة من النهار والليل (استغلال البعد الرابع)، وذلك بتحريك الوحدة المركزية الدوارة بالإضافة الى الأثاث المطوي في الجدران وخلق فراغ جديد يؤدي وظيفة جديدة.

الجدول (2) الدراسة التحليلية المصدر: الباحث

اسم المسكن	Little big houses			الخلاصة
مساحة المسكن	70 متر مربع			نلاحظ من الدراسة التحليلية والمسطرة القياسية نجاح الحركة الدورانية للجدار الديناميكي المركزي في تحقيق زيادة المساحة بإضافة غرفة أو أكثر في اقل من دقيقة، واستغلال البعد الرابع (الزمن) وذلك استجابة للمتطلبات الأسرية المختلفة، وتعبر الحركة الدورانية للجدار نقطة مميزة في هذا المسكن.
الارتفاع	ثابت		✓	
	متغير		-	
نوع الحركة	أفقية	دورانية	✓	
		انسحابية	-	
	شاقولية	انسحابية	-	
طرق تحقيق الزيادة	حركة جدران		✓	
	حركة أسقف		-	
	حركة أثاث		✓	
	حركة حجوم		-	
نسبة الزيادة	%75		-	
	%50		✓	
	%25		-	
أسباب تحقيق الزيادة	زيادة في المساحة		✓	
	اعتبارات مناخية		-	
	الاحتواء مع الخارج		-	
فصل للأنشطة	فصل افقي			
	فصل شاقولي		-	
المرونة	✓			
راحة إنسانية	✓			
البعد الرابع	✓			

4-2-2 مسكن ذو حركة أفقية انسحابية:

مسكن ذو حركة أفقية شاقولية

4-2-2-1 استديو مدريد:

الوصف الأساسي للمسكن:

- تبلغ مساحة الاستديو 45 متراً مربعاً.
- الموقع: اسبانيا، مدريد
- المصمم: شركة PKMN للهندسة المعمارية
- أقسام المسكن:

الشكل(13) الجدران الثلاثة الضخمة

المصدر:[12]

المسكن مقسم إلى قسمين: أولهما شقة بها مطبخ مجهز بالكامل وثابت.

وثانيهما، قسم فارغ وثابت ويضم حماماً. ويوجد 3 جدران ضخمة تفصل بين القسمين، مصنوعة من خشب، يحتوي الجدار الأول على كل ما يلزم

للاستديو والمطبخ، بينما يحتوي الجدار الثاني على غرفة النوم من جهة، والمكتبة من جهة أخرى، ويوفر الجدار الثالث حمامًا وغرفة ملابس.

الفكرة من التصميم:

- تشكيل غرف حسب الطلب، بحيث يمكن استخدام جدران الغرفة الواحدة لتشكيل 4 غرف.
- يمكن الاقتصاد في المساحة بتعدد استخدامات نفس الفراغ في أوقات مختلفة من النهار والليل (استغلال البعد الرابع)، وذلك بتحريك الجدران المنزلقة بالإضافة الى الأثاث المطوي فيها وخلق فراغ جديد يؤدي وظيفة جديدة.

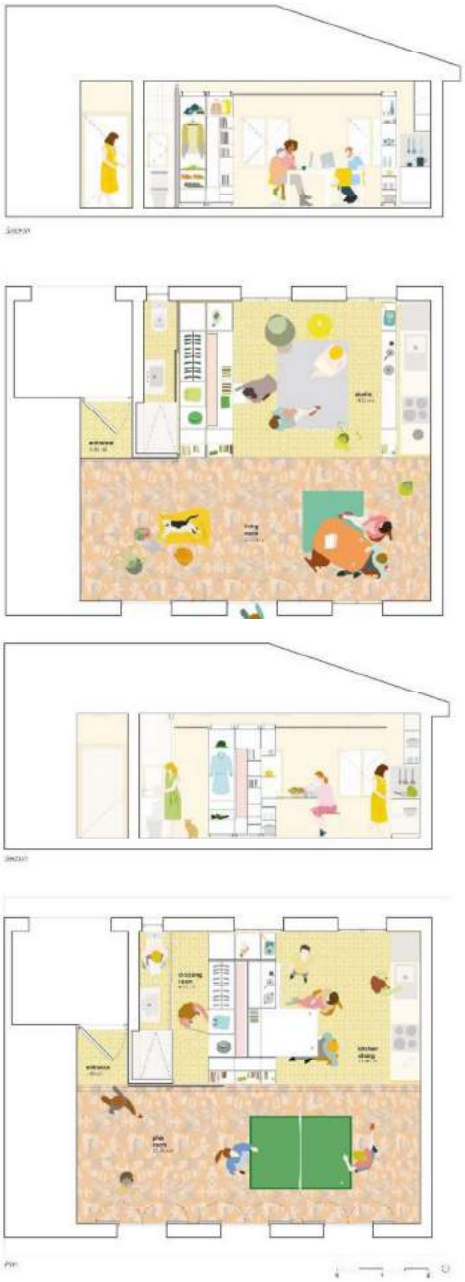
الحركة وآليتها:

- تتحرك الجدران عبر انزلاقها على قضبان معدنية ملتصقة بالسقف العلوي، لتقدر على استيعاب كل ممتلكات المستخدم من الملابس إلى الفراش والأثاث والكتب وغيرها الكثير كما أنها تضم سرير وطاولة المطبخ على جانب الجدار ويمكن طيهما داخله.

الشكل (14) حركة الجدران

المصدر :[12]

- يزن كل جدار ما بين 500 و800 كجم عند ملؤه بالكامل، ولكن بفضل استخدام القضبان الصناعية البسيطة يمكن بسهولة تحريكها بيد واحدة.
- يفتح بين القسمين الأول والثاني، أو بالأحرى بين المطبخ وغرفة النوم. عندما يتم دفع جميع الجدران إلى الجانب، تفتح غرفة ملابس بمساحة 14.8 متر مربع واستوديو يوغا بين الخزانة والأبواب الزجاجية للحمام. يمكن تعديل حجم كل مساحة بسهولة، حسب رغبة العميل، مع شاشة منزلقة لتوفير الخصوصية عند الحاجة. تشكل غرفة المعيشة الثابتة التي تبلغ مساحتها 23.2 مترًا مربعًا حوالي نصف المنزل، مقابل مساحات الخدمة.



الشكل(15) يوضح حركة الجدار وكيفية

تغير توزيع الفراغات

المصدر:[12]

الجدول (3) الدراسة التحليلية المصدر: الباحث

اسم المسكن	استديو مدريد			الخلاصة
مساحة المسكن	45متر مربع			نلاحظ من الدراسة التحليلية والمسطرة القياسية نجاح الجدران الثلاثة الضخمة بما تحتويه من اثاث مطوي في إعادة تشكيل الغرف حسب الطلب من خلال الحركة الانسحابية الافقية لهذه الجدران واستغلال البعد الرابع في الاقتصاد بالمساحة مما جعل هذه الحركة الافقية مميزة في هذا المسكن
الارتفاع	ثابت		✓	
	متغير		-	
نوع الحركة	أفقية	دورانية	-	
		انسحابية	✓	
	شاقولية	انسحابية	-	
طرق تحقيق الزيادة	حركة جدران		✓	
	حركة أسقف		-	
	حركة أثاث		✓	
	حركة حجوم		-	
نسبة الزيادة	%75		✓	
	%50		-	
	%25		-	
أسباب تحقيق الزيادة	زيادة في المساحة		✓	
	اعتبارات مناخية		-	
	الاحتواء مع الخارج		-	
فصل للأنشطة	فصل أفقي		✓	
	فصل شاقولي		-	
المرونة	✓			
راحة إنسانية	✓			
البعد الرابع	✓			

4-3 مسكن ذو حركة شاقولية (الفئة الثانية):

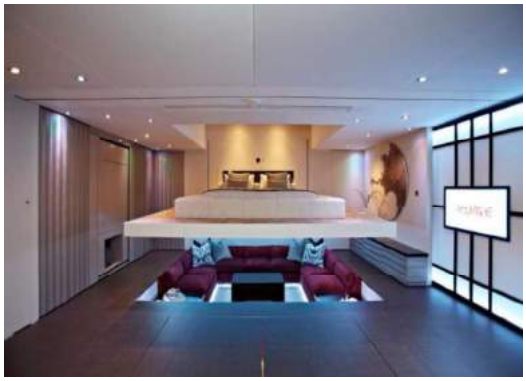
مسكن ذو حركة انسحابيه

4-3-1 مسكن ذو حركة شاقولية انسحابية:

4-3-1-1 YO-Home :

الوصف الأساسي للمسكن:

- مساحة المسكن: 40 متر مربع
- الموقع: لندن، المملكة المتحدة
- المصمم: سيمون وودروف
- اقسام المسكن:
  - غرفة معيشة غارقة في الصالة.
  - غرفة نوم ترتفع فوق غرفة المعيشة.
  - وبار إفطار ينزلق من جدار المطبخ.
  - بالإضافة الى غرفة طعام يمكن طيها في الأرض.



الشكل(16) غرفة المعيشة مع النوم

المصدر[15]

الشكل(17) بار الإفطار
المصدر[15]

الشكل(18) غرفة الطعام
المصدر[15]

الشكل(19) غرفة الطعام التي يمكن طيها
المصدر[15]

- ومكتب يتحول الى سرير إضافي.

الشكل(20) يوضح المكتب الذي يتحول لسرير
المصدر[15]

11

الشكل(21) غرفة المعيشة وفوقها النوم

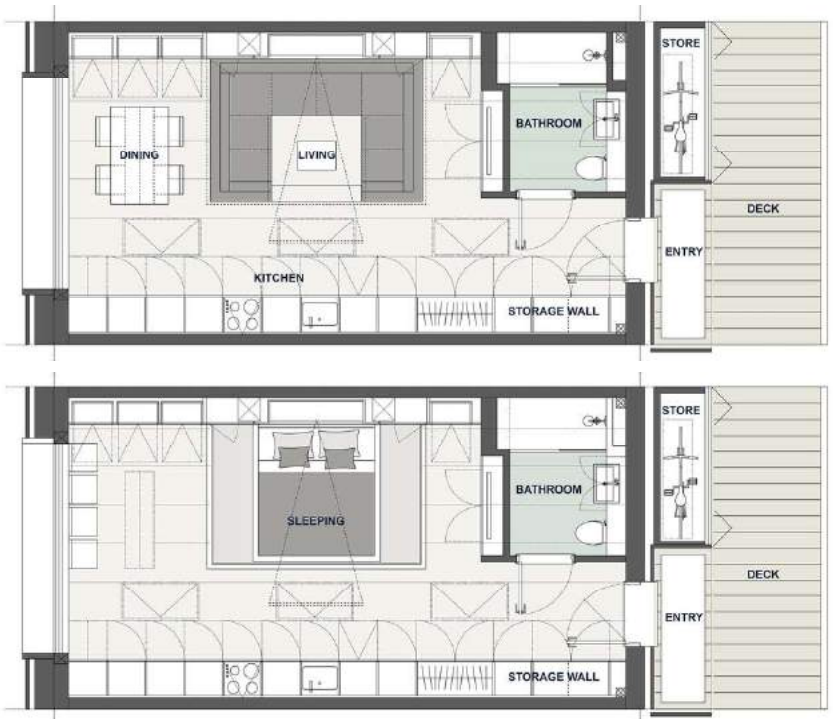
المصدر[15]

الفكرة من التصميم:

- إعادة التفكير في الشقة الحضرية وإنشاء مساحة إضافية عن طريق إخفاء الغرف عندما لا تكون قيد الاستخدام. المثال الأكثر دراماتيكية هو "سرير المصعد" الذي يرتفع إلى السقف ليكشف عن غرفة معيشة غارقة تحتها.

الحركة وآليتها:

- يحتوي المسكن على اثني عشر جزءًا ميكانيكيًا متحركًا، تعتمد الأجزاء المتحركة على ثروة التكنولوجيا الهندسية المأخوذة من مجالات متنوعة مثل تصميم اليخوت والسيارات، وآليات الإنتاج المسرحي، مما يسمح بتحويل مساحة تبلغ 40 مترًا مربعًا إلى ما يبدو وكأنه منزل أكبر بكثير.

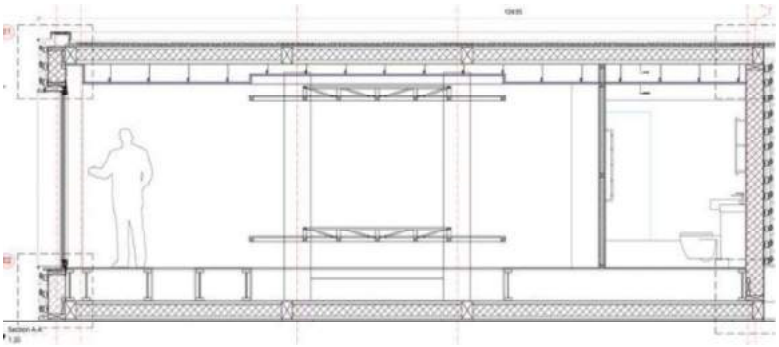


الشكل(22) المسقط النهاري

المصدر [15]

الشكل(23) المسقط الليلي

المصدر [15]



الشكل(24) مقطع السرير مع السقف المتحرك

المصدر [15]

الجدول (4) الدراسة التحليلية المصدر: الباحث

اسم المسكن	Yo home			الخلاصة
مساحة المسكن	40متر مربع			نلاحظ من الدراسة التحليلية والمسطرة القياسية ان الحركة الشاقولية في منزل YO Home. تشكل نقطة مميزة اذ تسمح بفصل شاقولي لغرفة النوم عن بقية فعاليات المنزل، وإنشاء مساحة
الارتفاع	ثابت		-	
	متغير		✓	
نوع الحركة	أفقية	دورانية	-	
		انسحابية	-	
	شاقولية	انسحابية	✓	
طرق تحقيق الزيادة	حركة جدران		✓	
	حركة أسقف		✓	
	حركة أثاث		✓	
	حركة حجوم		-	
نسبة الزيادة	%75		✓	
	%50		-	
	%25		-	
أسباب تحقيق الزيادة	زيادة في المساحة		✓	
	اعتبارات مناخية		-	

فصل للأنشطة	الاحتواء مع الخارج	-	إضافية عن طريق إخفاء الغرف عندما لا تكون قيد الاستخدام.
	فصل أفقي	-	
	فصل شاقولي	✓	
المرونة	✓		
راحة إنسانية	✓		
البعد الرابع	✓		

يمكن تلخيص الدراسة التحليل للأمثلة السابقة بجدول مشترك يوضح أهم نتائج الدراسة بالشكل التالي:

الجدول (5) الدراسة التحليلية المصدر: الباحث

اسم المسكن			Little big houses	استديو مدريد	Yo home
مساحة المسكن			70 متر مربع	45متر مربع	40متر مربع
الارتفاع	ثابت		✓	✓	-
	متغير		-	-	✓
نوع الحركة	أفقية	دورانية	✓	-	-
		انسحابية	-	✓	-
	شاقولية	انسحابية	-	-	✓
طرق تحقيق الزيادة	حركة جدران		✓	✓	✓
	حركة أسقف		-	-	✓
	حركة أثاث		✓	✓	✓
	حركة حجوم		-	-	-
نسبة الزيادة	%75		-	✓	✓
	%50		✓	-	-
	%25		-	-	-
أسباب تحقيق الزيادة	زيادة في المساحة		✓	✓	✓
	اعتبارات مناخية		-	-	-

فصل للأنشطة	الاحتواء مع الخارج	-	-	-
	فصل افقي		✓	-
	فصل شاقولي	-	-	✓
المرونة		✓	✓	✓
راحة إنسانية		✓	✓	✓
البعد الرابع		✓	✓	✓

النتائج:

- يقع مفهوم الديناميكية الحركية في قلب العملية التصميمية فالبنية التشكيلية للتصميم ماهي إلا خطوط ديناميكية ينتج عنها الشكل النهائي للتصميم.
- هناك علاقة متبادلة بين التطور التكنولوجي وتحقيق ديناميكية التصميم حيث أتاحت الفرصة للمصممين لإنتاج تصميمات غير محدودة تتطور دائماً بتطور التكنولوجيا وتحقق رغبات المستخدمين الحالية والمستقبلية.
- للديناميكية الحركية أنواع عديدة منها الأفقية والشاقولية، الدورانية والانسحابية وكل منها له دور في زيادة مساحة المسكن.
- يجب استغلال الحيز في المسكن بأساليب مبتكرة من خلال الاستفادة من مرونة وسرعة تبديل الفراغات تبعاً لاحتياجاتهم أو لاعتبارات مناخية وغيرها.
- يجب الاستفادة من الاتجاهات الحديثة في تصميم الفراغات السكنية الصغيرة لتحقيق الزيادة الضمنية للمسكن.
- ومن أهم تلك الاتجاهات: الأثاث المرن متعدد الاستخدام وتوظيف القواطع المتحركة في الفراغ والأسقف الهيدروليكية.
- إن توفير المساحات يجب ألا يهمل البعد الرابع وهو الزمن حيث يمكن تعدد استخدام الفراغ في أوقات مختلفة.

- ساهمت الديناميكية الحركية في إعادة التفكير في الشقة الحضرية وإنشاء مساحة إضافية عن طريق إخفاء الغرف عندما لا تكون قيد الاستخدام، والاقتصاد بالمساحة وذلك باستخدام نفس الفراغ لأكثر من وظيفة، إذ تعتبر الحركة نقطة مميزة وهامة في زيادة مساحة المسكن الضمنية.

المراجع:

[1] Al-KHALIDI.W, 2009- Analytical study of the impact of contemporary building technology on the architectural character of residential buildings. Faculty of Architecture, Islamic University, Gaza. [In Arabic].

[2] AL-MUQADDAM.A, 2007- Architecture and Architectural Design in the Era of the Digital Revolution. The 9th Al-Azhar International Engineering ConferenceK, Faculty of Engineering, Al-Azhar University, Egypt. [In Arabic].

[3] BHAMAM.A, 2003- Handbook of Affordable Housing, King Abdullah Institute for Research and Consulting Studies. Riyadh. [In Arabic].

[4] IBRAHIM.N, 2013- Home Design for Work and Distance Learning, Faculty of Architecture, Zagazig University, Egypt. [In Arabic].

[5] Jencks. C, 1971- Architecture 2000, Predictions and Methods, Studio Vista London.

[6] MAHMOUD.W,1995- The Dualization of Time and Space in Interior Design, Department of Interior Design and Furniture, College of Applied Arts, Helwan University, Egypt. [In Arabic].

[7] NQITI.N, 2016- Design Solutions for Employing the Vertical Level in the Interior Spaces of the Dormitory, King Abdulaziz University, Riyadh. [In Arabic].

[8] RAAFAT. A, 1996- Trilogy of Architectural Creativity, Environment and Space, Inter Consult, Egypt, p. 187. [In Arabic].

[9] YOUSSEF.A, 2007- Architecture Beyond the Digital Revolution - A Dialectical Vision Towards a New Dimension for the Future of Architectural Design and Building Technology, The Third International Conference of the Arab Society for Computer Aided Design, Alexandria, Egypt. [In Arabic].

[10]http://www.ekhanginkim.com/venice-beach

[11] https://brightside.me/creativity-home/22-space-saving-ideas- to-make-any-small-apartment-feel-cozier-691460/

[12] https://lite.almasryalyoum.com/box/29013/

[13] https://www.designboom.com/architecture/pkmn-architectures-casa-mje-house-pequenas-grandes-casas-spain-/asturias-10-04-2015

[14] https://www.dezeen.com/2009/01/19/sliding-house-by-drmm-2/

[15] https://www.dezeen.com/2016/07/12/yo-home-sushi-yotel-simon-woodroffe-glenn-howells-architects-manchester-/england-uk

[16] https://www.dezeen.com/2019/05/21/quadrant-house-robert-koniecznys-moving-terrance/

[17] https://www.mgsarchitecture.in/architecture-design/projects/446-everingham-rotating-house-australia.html

معايرة الحلقة الهستيرية لجدار قص من الخرسانة المسلحة باستخدام نموذج مكونات العناصر المحدودة المستمرة ونموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات

م. رانيه الأحمر[1] ، أ.د. ميادة الأحمد الكوسا [2] ، د.م. أمجد الحلواني[3]

الملخص:

يتطلب تحليل الاستجابة للمنشآت من الخرسانة المسلحة والمعرضة لحركات زلزالية قوية نماذج مواد قادرة على محاكاة التشوه الدوري والضرر بشكل واقعي. يقدم هذا البحث نتائج دراسة للسلوك اللاخطي لجدار قص من الخرسانة المسلحة والمعرض لتحميل دوري. حيث تم معايرة الحلقة الهستيرية الناتجة عن تجربة لجدار قص خرساني مسلح معرض لتحميل دوري مع النتائج التحليلية باستخدام نموذج مكونات العناصر المحدودة المستمرة بالاعتماد على برنامج ABAQUS، كما تم إعادة معايرته باستخدام نموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات بالاعتماد على برنامج OpenSees. وتم تقديم مناقشة تفصيلية حول إمكانيات النمذجة للبرنامجين في محاكاة السلوك المعقد لجدار القص.

كلمات مفتاحية: الحلقة الهستيرية، تحميل دوري، الضرر، نموذج مكونات العناصر المحدودة المستمرة، نموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات، جدار قص خرساني مسلح.

[1] طالبة دكتوراه في قسم الهندسة الإنشائية الزلزالية في المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية – جامعة دمشق.

[2] أستاذة في قسم الهندسة الإنشائية ونائب العميد للشؤون العلمية في كلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق.

[3] مدرّس في قسم الهندسة الإنشائية الزلزالية في المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية – جامعة دمشق.

Calibration of the hysterical loop of a reinforced concrete shear wall using Continuum Finite Element Components Model and Multi-layer shell element model

Eng. Rania Al-Ahmar[1], Prof. Mayada Al Ahmad Al Kousa[2], Dr. Amjad Al-Helwani[3]

ABSTRACT:

The response analysis of reinforced concrete structures subjected to strong earthquake motions requires material models that are able to simulate cyclic deformation and damage realistically. This paper presents the results of a study of the nonlinear behavior of a reinforced concrete shear wall subjected to cyclic loading. The hysterical loop resulting from an experiment of a reinforced concrete shear wall exposed to a cyclic load was calibrated with the analytical results using the continuum finite element components model based on ABAQUS program, and it was re-calibrated using the multi-layer shell element model based on OpenSees program. A detailed discussion is provided on the modeling capabilities of the two software in simulate the complex behavior of the shear wall.

Keywords: hysterical loop, cyclic load, damage, continuum finite element components model, multi-layer shell element model, RC shear wall.

[1] PhD student in the Structural Earthquake Engineering Department of the Higher Institute of Earthquake Studies and Research (HIESR)- Damascus University.

[2] Professor in the Structural Engineering Department and Vice Dean for Scientific Affairs at the Civil Engineering Faculty- Damascus University.

[3] Lecturer in the Structural Earthquake Engineering Department of the Higher Institute of Earthquake Studies and Research (HIESR)- Damascus University.

1. مقدمة:

تُستخدم جدران القص الخرسانية المسلحة على نطاق واسع في الجمل الإنشائية متعددة الطوابق وذلك في البلدان النشطة زلزالياً [1]، حيث تُستخدم كعناصر إنشائية أساسية في التصميم الزلزالي للمباني وذلك نظراً لصلابتها العالية ومقاومتها للأحمال الجانبية [2]. يتأثر الأداء الزلزالي للمبنى بشكل كبير بالسلوك غير المرن لجدار القص الذي يتحمل جزءاً كبيراً من القوى الجانبية. تم إجراء العديد من الأبحاث (تحليلية وتجريبية) لدراسة سلوك جدران القص من الخرسانة المسلحة [5,4,3]. وبالرغم من أن دراسة الاستجابة اللامرنة لجدار القص بطريقة تجريبية يعطي نتائج أكثر موثوقية، إلا أنه ليس بالخيار القابل للتطبيق في الحالات العامة. يمكن أن توفر نماذج FEM المفصلة أيضاً تقديراً موثوقاً للاستجابات اللامرنة لجدران القص. ومع ذلك فإن تطبيق تحليل FEM المفصل يقتصر على مستويات العناصر بسبب الوقت والجهد الكبير المبذول لأداء النمذجة والتحليل [6]. لذلك تعتبر النمذجة المناسبة لجدران القص مهمة جداً لكل من التحليلات الخطية واللاخطية لمنشآت الأبنية [1]. وقد تغيرت نماذج جدران القص خلال العقدين الماضيين حيث انتقلت تقنيات التحليل الزلزالي من التحليل الستاتيكي الخطي إلى التحليل الديناميكي اللاخطي مما يتطلب منهجيات للنمذجة لتكون أكثر محاكاة للواقع. فاتسعت الطرق المختلفة لنمذجة جدران القص من النماذج الكبيرة macro models مثل عناصر (عمود–جائز) المعدّلة إلى النماذج الدقيقة micro models مثل نماذج العناصر المحدودة ثلاثية الأبعاد. ولكي تكون تقنية النمذجة مناسبة يجب أن تحقق الأمور التالية: (أن تكون قادرة على التنبؤ بالاستجابة غير المرنة، دمج خصائص المواد الهامة، محاكاة الميزة السلوكية: تراكب الوصلة وانزلاق القضبان، تمثيل انتقال المحور المحايد، تصلب الشد، التفاعل بين أفعال القص والعزم) [7].

وبما أن المحاكاة العددية أصبحت على نحو متزايد طريقة فعالة وأداة قوية لأبحاث الهندسة الزلزالية المعتمدة على الأداء، كما أن توقع الاستجابة اللامرنة لأحد أهم العناصر الإنشائية المقاومة للقوى الزلزالية وهي جدران القص الخرسانية المسلحة والجمل الجدارية يتطلب نماذجاً تحليلية دقيقة وفعالة بحيث تتضمن الخصائص الهامة للمواد وميزات الاستجابة

السلوكية، فقد عمل العديد من الباحثين على دراسة ومعايرة وتطوير لطرق النمذجة لجدران القص الخرسانية المسلحة.

إن العمل الذي قام به كل من (Lu et al., 2015) [8] يطوِّر نموذجاً جديداً لعنصر جدار القص ونماذج المواد التأسيسية المرتبطة به وهو نموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات وذلك بالاعتماد على كود OpenSees، حيث تم في هذا العمل محاكاة العديد من جدران القص بأنواع مختلفة من المقاطع، بالإضافة إلى مبنى يبلغ ارتفاعه 141.8 م بجملة أنبوبية مع إطارات محيطية، ومبنى شاهق الارتفاع (برج شنغهاي بارتفاع يصل إلى 632 م)، تم التحقق من دقة وموثوقية نموذج العنصر المقترح وطرق التحليل المستخدمة من خلال المقارنة مع البيانات التجريبية المتاحة ومع النتائج التحليلية التي تم الحصول عليها باستخدام برنامج MSC.MARC.

كما قام كل من (Jeong and Jang, 2016) [2] بتطوير طريقة للنمذجة باستخدام عناصر الألياف والنوابض لالتقاط الاستجابات اللامرنة لجدار قص خرساني مسلح، بحيث تعكس كل من عناصر الألياف والنابض لسلوكيات الانحناء والقص لجدار القص على التوالي، تم إنشاء عناصر الألياف عن طريق إدخال بيانات المقطع وخصائص المواد، وتم تحديد بارامترات نابض القص التي تمثل تدهور الصلابة والمقاومة بالإضافة إلى التضيق والانزلاق بالاعتماد على نتائج التحليل من نموذج طريقة العناصر المحدودة التفصيلي (FEM)، وتم التحقق من قابلية تطبيق طريقة النمذجة المقترحة بإجراء تحليلات ديناميكية لامرنة لمباني مرجعية مع نسب أبعاد مختلفة لجدران القص.

وأكَّد البحث الذي تم من قبل (Esmaeiltabar et al., 2019) [9] على تأثير سلوك المادة وتقنية النمذجة التحليلية على دقة وكفاءة النماذج، حيث تم فحص الإجراءات الأكثر شيوعاً لنمذجة جدران القص الإنشائية لتحديد مقدرة هذه التقنيات. فتم التحقق أولاً من صحة نموذج الألياف التحليلي وذلك من خلال منحنيات الدفع الدوري التي تم الحصول عليها من نتائج الاختبار الدوري، هذا النموذج عبارة عن عنصر عمود- جائز لاخطي وحيد يتم إسناده لمقطع الجدار بالكامل، فتطابقت منحنيات الدفع التحليلية بشكل مقبول مع نتائج الاختبار عندما تم أخذ نموذج المواد التفصيلي مثل تأثير Bauschinger وتصلب الشد

والإغلاق التدريجي للفجوة بالاعتبار. تم بعد ذلك تقييم النماذج التحليلية المختلفة من خلال بعض التحليلات الديناميكية اللاخطية، حيث تم استخدام ثلاثة نماذج من العناصر الخطية الشاقولية المتعددة (MVLEM) والتي هي نماذج مبسطة تعتمد على عدد من عناصر النوابض المحورية المتوازية أو عناصر شبكية بمقاطع ألياف مع نابض واحد للقص، فأعطى نموذج (MVLEM–AS بنوابض محورية) بالرغم من بساطته التقريب الأفضل لنموذج الألياف، كما أنه تطلب جهد حسابي أقل وذلك مقارنة مع نموذجي (MVLEM) الآخرين.

2. هدف البحث:

يهدف البحث إلى مقارنة السلوك اللاخطي لجدار قص من الخرسانة المسلحة من خلال الحلقة الهيستيرية باستخدام منهجيتين من المنهجيات المتبعة لنمذجة جدران القص من البيتون المسلح وهما: نموذج مكونات العناصر المحدودة المستمرة ونموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات وذلك بالاعتماد على برنامجي ABAQUS و OpenSees على التوالي، وذلك لمعرفة كفاءة كل من المنهجيتين وقدرتهما على محاكاة السلوك المعقد لجدران القص والحصول على سلوك التضيق والتليين في المنحني الهستيري للقوة الجانبية (القص القاعدي) مقابل الانتقال الجانبي لأعلى جدار القص المعرض لاختبار حمل دوري.

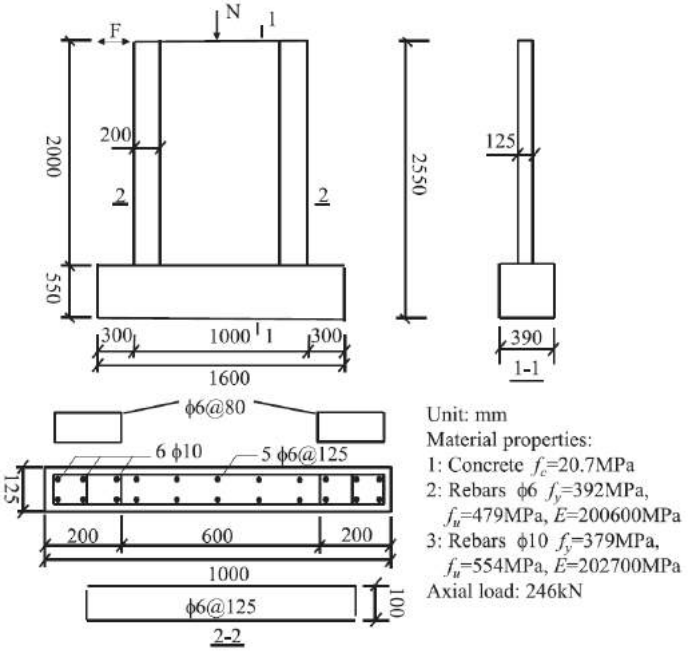
3. مواد وطرق البحث:

تم الاعتماد على المنهج التحليلي في البحث من خلال النمذجة باستخدام البرامج الحاسوبية ABAQUS و OpenSees، ومقارنة النتائج التي تم الوصول إليها مع نتائج اختبار تجريبي (Lu et al., 2010) [10]. حيث تم اختيار منهجيتين من المنهجيات المتبعة في نمذجة جدران القص الخرسانية المسلحة وذلك من أجل الحصول على السلوك اللاخطي للجدار ممثلاً بالحلقة الهيستيرية.

1.3 توصيف جدار القص المُختبر تجريبياً:

تم الاعتماد على جدار القص الخرساني المسلح الذي تم اختباره تجريبياً كما هو معطى في قاعدة بيانات NEEShub شبكة لمحاكاة الهندسة الزلزالية (Lu et al., 2010) [10]، وذلك من أجل معايرة النماذج التحليلية المستخدمة معه. يبين الشكل رقم (1) توصيفاً

لنموذج جدار القص المختبر تجريبياً من حيث الأبعاد وتفاصيل التسليح ومقاومات المواد المستخدمة.



الشكل (1): أبعاد النموذج المختبر SW1–1 وتفاصيل تسليحه. [10]

2.3 المنهجيات المعتمدة في النمذجة اللاخطية لجدار القص:

1.2.3 نموذج مكونات العناصر المحدودة المستمرة:

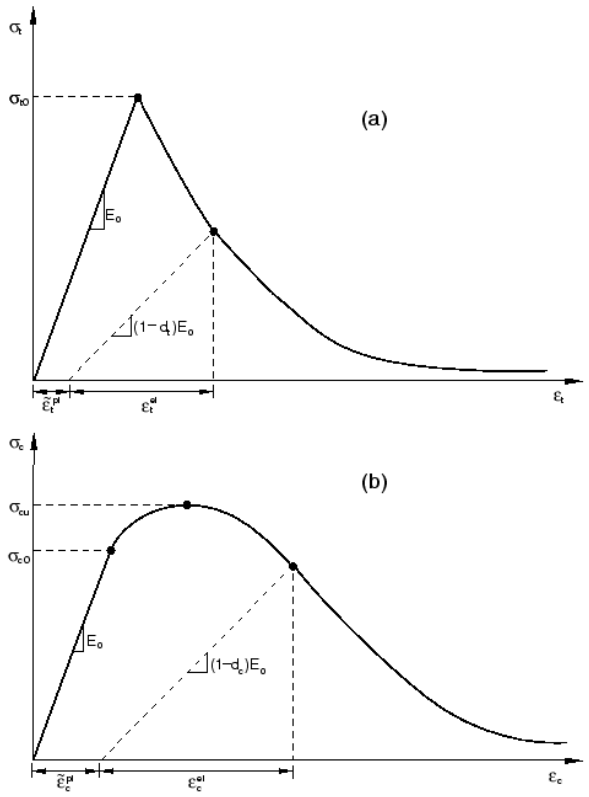
Continuum Finite Element Components Model

يتم نمذجة جدار القص في نموذج مكونات العناصر المحدودة المستمرة باستخدام عناصر مستمرة مكونة من عناصر صلبة solid elements لاخطية موجودة في العديد من برمجيات تحليل العناصر المحدودة المتقدمة مثل:ANSYS, ABAQUS وغيرهم. تقدم العناصر المستمرة تفوقاً في النمذجة الدقيقة لتفاصيل التسليح والخرسانة [11]. يمكن تعريف التسليح في ثلاثة اتجاهات مختلفة. يعتمد نموذج اللدونة للخرسانة على نظرية تدفق اللدونة ومعيار Von Mises للتلدن والتصلب متماثل الخواص وقانون التدفق المرتبط به. يمكن للعناصر المستمرة أن تلتقط استجابات السلوك الهامة مثل: التفاعل بين الانعطاف والقوى المحورية، وتشوه القص اللامرن، تأثير تطويق التسليح على سلوك الخرسانة، وتليين الضغط

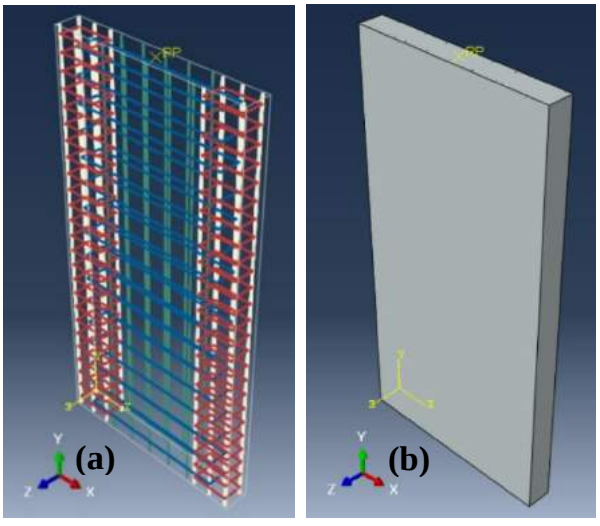
وتقسية الشد للخرسانة [12]. على الرغم من أن نماذج العناصر المستمرة تتطلب كميات أكبر من بارامترات الإدخال إلا أنها فعالة جداً في تحليل عنصر واحد أو أكثر من العناصر الخرسانية المسلحة. من ناحية أخرى، لا يزال نموذج العناصر المستمرة غير قابل للتطبيق عملياً من أجل تحليل وتصميم منشأ المبنى بالحجم الكامل [1].

تم الاعتماد ضمن هذا البحث على برنامج Abaqus/CAE 6.14-1 من أجل النمذجة وفق هذه الطريقة. حيث تم تعريف ونمذجة الأجزاء Parts من خلال رسم جدار القص الخرساني كعنصر صلب ثلاثي الأبعاد Solid، ورسم قضبان التسليح الطولية والعرضية كأسلاك Wire. تم تعريف المواد Materials باستخدام النموذج مرن- لدن من أجل تعريف مواد التسليح الطولي والعرضي للجدار، وباستخدام النموذج اللدن- المتضرر للخرسانة Concrete Damaged Plasticity "CDP" من أجل تعريف مادة الخرسانة، حيث يوجد آليتان للضرر وهما: تشقق البيتون تحت تأثير الشد tensile cracking وتهشم البيتون تحت تأثير الضغط compressive crushing، ويتم تخفيض صلابة المادة باستخدام معاملين منفصلين للضرر أحدهما للشد والآخر للضغط. يبين الشكل (2) استجابة البيتون للأحمال المحورية على الشد (a) والضغط (b) [13].

كانت المقاطع المستخدمة من نوع الجوائز الشبكية Truss لقضبان التسليح والأساور، ومن النوع الصلب Solid للجزء الخرساني من الجدار. تم تجميع أجزاء النموذج Assembly التي تم تعريفها سابقاً وهي الجزء الخرساني وقضبان التسليح الطولية والعرضية ضمن نموذج مُجَمَّع واحد، وتقسيمها باستخدام الأمر Mesh. يوضح الشكل (3) تجميع جدار القص الخرساني ومايحتوي بداخله من تسليح طولي وعرضي في برنامج Abaqus. تم اعتماد نوعين من القيود Constraints على نموذج جدار القص المدروس وهما: قيد جسم صلب Rigid Body من أجل ربط السطح العلوي للجدار بالنقطة المرجعية RP التي يتم إسناد الأحمال المركزة إليها، وقيد منطقة مطمورة Embedded region من أجل الربط بين منطقة الخرسانة الحاوية على التسليح Host region وبين التسليح المطمور ضمنها Embedded region ويشمل كامل التسليح الطولي والعرضي والأساور.

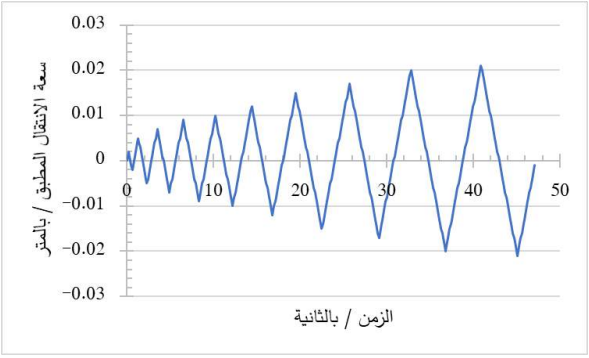


الشكل (2): استجابة البيتون للأحمال المحورية على: (a) الشد، (b) الضغط. [13]



الشكل (3): تجميع أجزاء جدار القص ضمن نموذج واحد في برنامج Abaqus: (a) قضبان التسليح الشاقولي والأفقي ضمن النموذج، (b) الخرسانة الحاوية على قضبان التسليح.

تم تطبيق الشروط المحيطية من وثاقات أسفل الجدار في الخطوة الافتراضية initial واستمر تطبيقه ضمن باقي الخطوات Step−1 (من النوع الستاتيكي العام Static, General وتعطى مدة الزمن فيها 1 ثانية) و Step−2 (من النوع الستاتيكي العام Static, General وتعطى مدة الزمن فيها 48.1 ثانية)، بينما تم تطبيق الحمل الشاقولي أعلى الجدار في الخطوة Step−1 واستمر تطبيقه ضمن الخطوة Step−2، أما الانتقال الأفقي الدوري المطبق أعلى الجدار فقد تم تطبيقه في الخطوة Step−2. ويبين الشكل (4) شكل الحمل الدوري المطبق أعلى الجدار المدروس وهو عبارة عن انتقال دوري تتغير سعته مع الزمن.



الشكل (4): شكل الانتقال الدوري المطبق أعلى الجدار المدروس.

2.2.3 نموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات:

Multi−Layer Shell Element Model

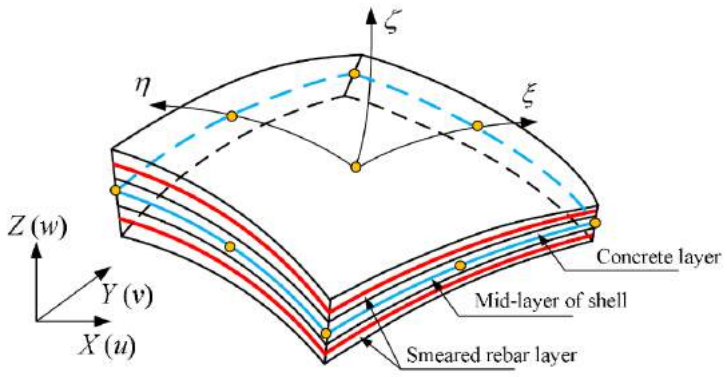
تم الاعتماد في هذا البحث على برنامج OpenSees من أجل النمذجة وفق هذه الطريقة. إن برنامج OpenSees (Open System for Earthquake Engineering النظام المفتوح لمحاكاة الهندسة الزلزالية) هو برنامج مفتوح المصدر للعناصر المحدودة (FE) من أجل المحاكاة العددية.

1) صياغة عنصر القشرة متعددة الطبقات:

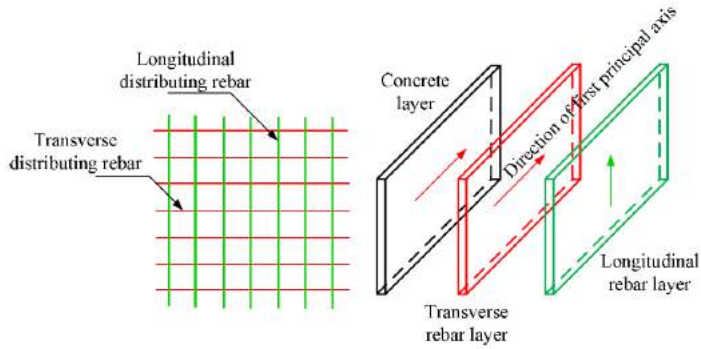
(a) الخلفية النظرية لنموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات:

يتم تنفيذ مقطع متكامل مركب/ متعدد الطبقات لكل نقطة من نقاط التكامل داخل المستوي لحساب السلوك اللاخطي للخرسانة المسلحة، أي أن هذا العنصر يُبَسط السلوك اللاخطي ثلاثي الأبعاد لجدران القص إلى حالة قشرة عن طريق تقسيمها إلى عدة طبقات مرتبطة

كلياً في اتجاه السماكة. يمكن إسناد سماكات وخصائص مواد مختلفة لكل طبقة وفقاً لحجم الجدار وتوزيع قضبان التسليح كما هو موضح في الشكل (a–5). يتم تمييز القضبان في طبقة أو عدة طبقات متباينة الخواص وفقاً لاتجاهها وموقعها الفيزيائي كما هو موضح في الشكل (b–5). يتم في البداية حساب الانحناء والتشوهات المحورية للطبقة الوسطى، ومن ثم يتم الحصول على تشوهات كل طبقة بناءً على فرضية المقطع المستوي. يتم حساب الإجهادات لكل نقطة من نقاط التكامل على كل طبقة وفقاً للنموذج التكويني للطبقة الموافقة. أخيراً يتم حساب القوى الداخلية باستخدام طريقة التكامل العددي [14].



(a) عنصر القشرة متعددة الطبقات



(b) توزيع طبقات القضبان

الشكل (5): مبدأ عنصر القشرة متعددة الطبقات [15]

(b) النموذج التكويني للمواد متعددة الأبعاد:

يعتمد النموذج التحليلي المقترح للخرسانة على ميكانيكا الضرر damage mechanism ونموذج التشقق المميز Smeared crack model، والذي هو نموذج يتمتع باستقرار

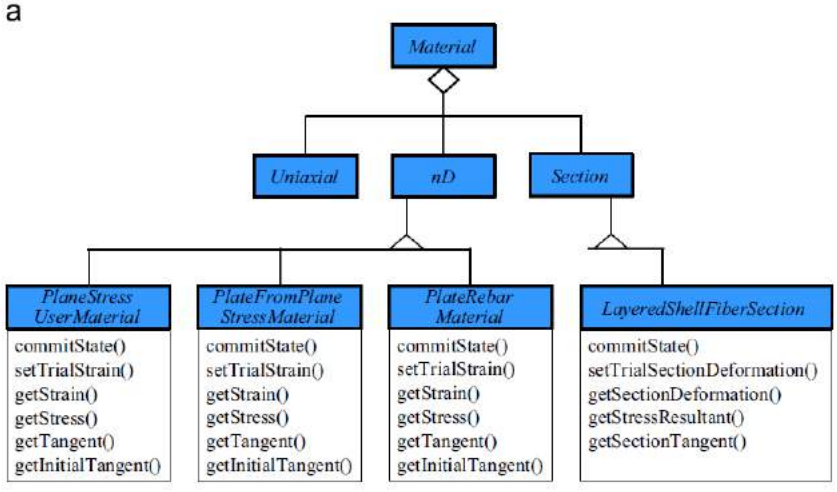
حسابي كبير وصياغة بسيطة [15]. يتم التعبير عن المعادلات التكوينية (المعادلة 1) للخرسانة على النحو التالي: $\sigma_c' = \begin{bmatrix} 1-D_1 & \\ & 1-D_2 \end{bmatrix} D_e \varepsilon_c'$ .....(1)

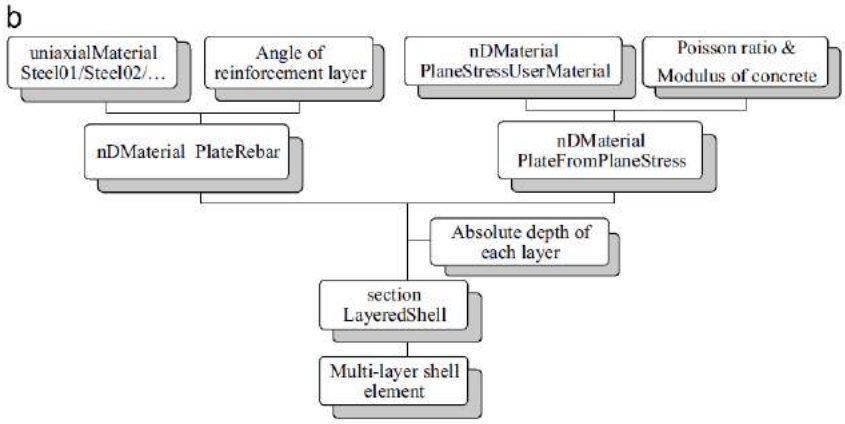
حيث $\varepsilon_c', \sigma_c'$ هي الإجهادات والتشوهات على التوالي في جملة إحداثيات الإجهادات الرئيسية، و D_2, D_1 هي بارامترات الضرر للشد والضغط على التوالي. تم تنفيذ منحني تطور الضرر تحت تأثير الشد والضغط والموصى به من قبل (Løland, 1980) [16] و(Mazars, 1986) [17] على التوالي وذلك من أجل حساب معاملات الضرر.

2) تطبيق نموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات في برنامج OpenSees:

يتم تطبيق عنصر القشرة متعددة الطبقات الذي يشتمل على نماذج تكوينية لمواد ثنائية الأبعاد في إصدارات برنامج OpenSees كما هو موضح في الشكل (6–a). ويوضح الشكل (6–b) الإجراء العام لتعريف عنصر القشرة متعددة الطبقات، وترد نصوص أسطر الأوامر المقابلة في الفقرات اللاحقة. تم في هذا البحث إجراء معايرة ومقارنة للحلقة الهستيرية الناتجة عن نموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات مع النتائج التحليلية للمرجع (Lu et al., 2015) [8] و(Lu, 2015) [18]، ومع نتائج الاختبار التجريبي (Lu et al., 2010) [10] وذلك باستخدام برنامج OpenSees بإصداره 3.1.0.

a





الشكل (6): الإطار العام لعنصر القشرة متعددة الطبقات في OpenSees:

(أ) فئات المواد و (ب) الإجراء العام لتعريف عنصر القشرة متعددة الطبقات. [8]

(a) أسطر الأوامر لتنفيذ عنصر القشرة متعددة الطبقات في OpenSees:

1) إنشاء نموذج الخرسانة متعددة الأبعاد: بإدخال مادة الخرسانة ثنائية الأبعاد إلى النموذج من خلال أسطر الأوامر التالية: [8] , [19]

nDmaterial PlaneStressUserMaterial $matTag 40 7 $fc $ft $fcu $epsc0 $epscu $epstu $stc

$matTag	علامة عدد صحيح لتحديد المادة
$fc	مقاومة ضغط الخرسانة عند 28 يوم (موجبة)
$ft	مقاومة الشد للخرسانة (موجبة)
$fcu	مقاومة كسر الخرسانة (سالبة)
$epsc0	تشوه الخرسانة عند المقاومة العظمى (سالب)
$epscu	تشوه الخرسانة عند مقاومة الكسر (سالب)
$epstu	تشوه الشد الحدي (موجب)
$stc	عامل احتفاظ القص

nDmaterial PlateFromPlaneStress $newmatTag $matTag $OutofPlaneModulus

$newmatTag	علامة عدد صحيح جديدة لتحديد المادة المستنبطة من مادة المستخدم ذات الإجهاد المستوي PlaneStressUserMaterial المحددة مسبقاً
$matTag	علامة عدد صحيح لتحديد مادة PlaneStressUserMaterial
$OutofPlaneModulus	معامل القص لخارج المستوي

2) تعريف مادة التسليح متعددة الأبعاد: وذلك بإدخال مادة فولاذ التسليح لعنصر القشرة متعددة الطبقات إلى النموذج من خلال سطر الأوامر التالي: [8] , [19]

nDmaterial PlateRebar $newmatTag $matTag $sita

$newmatTag	علامة عدد صحيح جديدة لتحديد المادة المستنبطة من مادة تسليح أحادية المحور محددة مسبقاً
$matTag	علامة عدد صحيح لتحديد مادة التسليح أحادية المحور
$sita	تحديد زاوية طبقة التسليح: 90° (تسليح طولي)، 0° (تسليح عرضي)

3) تعريف مقطع عنصر القشرة متعددة الطبقات: متضمناً الخرسانة متعددة الأبعاد ومواد التسليح والسماكات المقابلة من خلال سطر الأوامر التالي: [8] , [19]

section LayeredShell $sectionTag $nLayers $matTag1 $thickness1...$matTagn $thicknessn

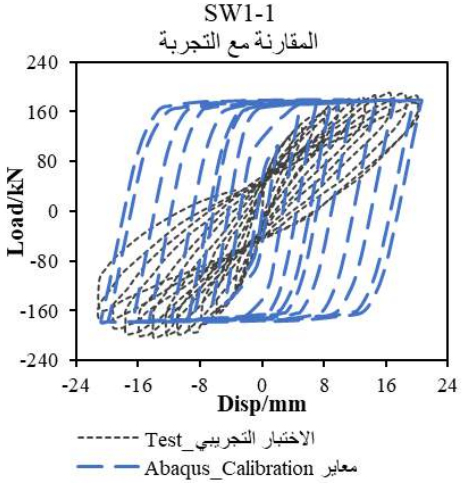
$sectionTag	علامة فريدة بين المقاطع
$nLayers	العدد الكلي للطبقات
$matTag1	علامة المادة للطبقة الأولى
$thickness1	سماكة الطبقة الأولى
….	
$matTagn	علامة المادة للطبقة الأخيرة
$thicknessn	سماكة الطبقة الأخيرة

تم إسناد مقاطع من نوع ShellNLDKGQ إلى كل من العناصر المحيطية وعناصر جسد الجدار. يأخذ عنصر "ShellNLDKGQ" بعين الاعتبار اللاخطية الهندسية للتشوهات الكبيرة باستخدام صياغة لاغرانج المحدَّثة [20].

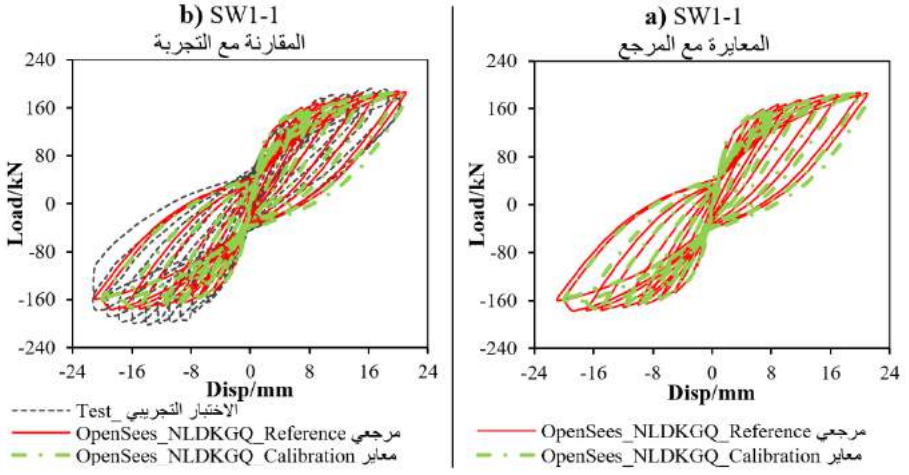
4. النتائج ومناقشتها:

تبين الأشكال (7) و (8) معايرة الحلقة الهستيرية الناتجة عن كل نموذج تحليلي مستخدم لوحده مع نتائج الاختبار التجريبي لجدار القص الخرساني المسلح المعرض لحمل دوري والمبين سابقاً في الشكل رقم (1). حيث يبين الشكل (7) معايرة ومقارنة الحلقة الهستيرية الناتجة عن نموذج مكونات العناصر المحدودة المستمرة باستخدام برنامج Abaqus مع التجربة، نلاحظ من الشكل (7) عدم قدرة النموذج التحليلي على محاكاة التضيق الحاصل

في الحلقة الهستيرية. بينما يبين الشكل (8) معايرة ومقارنة الحلقة الهستيرية الناتجة عن نموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات باستخدام برنامج OpenSees، حيث يظهر الشكل (8–a) نتائج المعايرة مع النموذج التحليلي للمرجع [8] و[18]، بينما يظهر الشكل (8–b) نتائج المقارنة مع التجربة [10] حيث نلاحظ من الشكل قدرة النموذج التحليلي (لكل من المعايرة والمرجع) على محاكاة التضيق الحاصل في الحلقة الهستيرية.



الشكل (7): معايرة ومقارنة الحلقة الهستيرية باستخدام برنامج Abaqus مع التجربة.



الشكل (8): معايرة ومقارنة الحلقة الهستيرية باستخدام برنامج OpenSees:
(a) المعايرة مع المرجع، (b) المقارنة مع التجربة.

كما يبين الجدول (1) قيم الفروق للقيم الأعظمية بإشارة موجبة (max) وبإشارة سالبة (min) للقوى والانتقالات الجانبية الناتجة عن نموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات باستخدام برنامج OpenSees (حسب نتائج المقالة المرجع وبعد إجراء المعايرة). حيث نلاحظ من الشكل (a–8) والجدول (1) وجود تطابق كبير بين نتائج المعايرة مع النتائج المعروضة في المقالة المرجع، فقد كانت أكبر نسبة لنقصان الانتقال الأعظمي بإشارة سالبة (min) في النموذج المعاير عن المرجع بحدود 4.71% فقط في حين لم تتعدَ الزيادة عن النموذج المرجع للقيم العظمى بإشارة موجبة (max) عن 0.08%، بينما لم يتعدَ النقصان في قيم القوى الجانبية العظمى بإشارة سالبة (min) النسبة 1.32% في حين كانت نسبة النقصان عن النموذج المرجع للقيم العظمى الموجبة (max) بحدود 0.51% فقط.

الجدول (1): الفروق للقيم الأعظمية الموجبة والسالبة للقوى والانتقالات الجانبية الناتجة عن نموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات باستخدام برنامج OpenSees (حسب نتائج المرجع وبعد المعايرة).

		U1 (mm)	RF1 (kN)	ΔU1(%) (الفرق عن المرجع)	ΔRF1(%) (الفرق عن المرجع)
OpenSees (مرجع)	min	-20.99	-176.42	0.00	0.00
	max	20.98	186.17	0.00	0.00
OpenSees (معاير)	min	-20.00	-174.10	-4.71	-1.32
	max	21.00	185.23	0.08	-0.51

ويبين الجدول (2) قيم الفروق للقيم الأعظمية بإشارة موجبة (max) وبإشارة سالبة (min) للقوى والانتقالات الجانبية الناتجة عن جميع النماذج التحليلية المستخدمة في هذا البحث مع نتائج الاختبار التجريبي. حيث كانت أكبر نسبة لنقصان الانتقال الأعظمي السالب عن التجربة هي لنموذج OpenSees المعاير بحدود 5.88% فقط، بينما كانت أصغر نسبة لنقصان الانتقال الأعظمي السالب (min) عن التجربة هي لنموذج OpenSees المرجع بحدود 1.23% ، في حين كانت نسبة هذا النقصان 1.80% من أجل نموذج Abaqus. أما من أجل الفرق في القوى الجانبية فكانت أكبر نسبة لنقصان القوة الجانبية العظمى السالبة (min) عن التجربة هي لنموذج OpenSees المعاير حيث كانت النسبة 13.80% ، بينما كانت أصغر نسبة لنقصان هذه القوة عن التجربة 1.80% من أجل

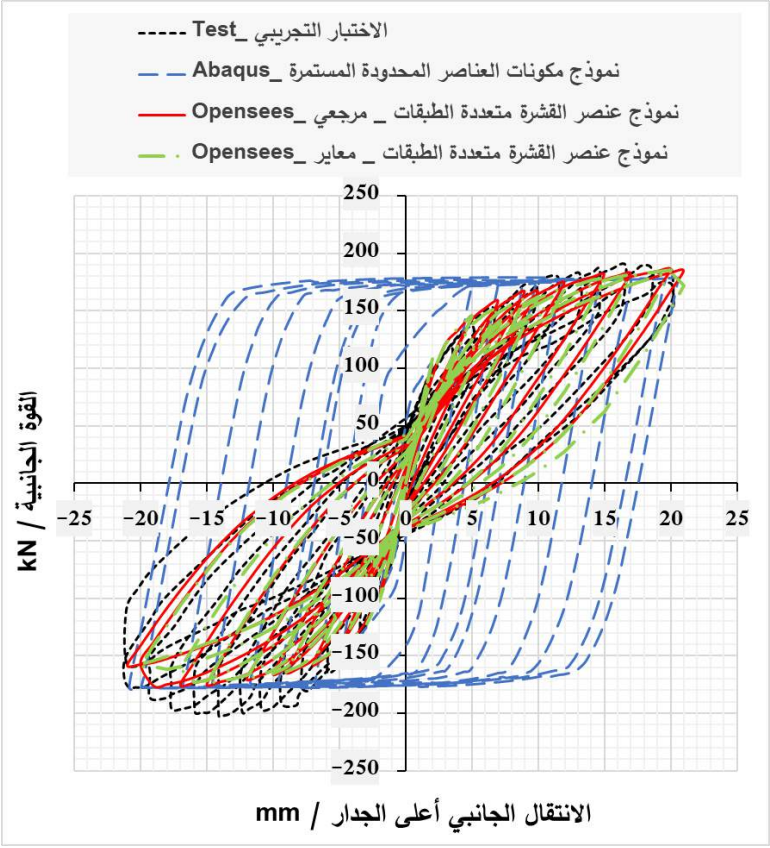
نموذج Abaqus، في حين كانت هذه النسبة مساوية إلى 12.65% من أجل نموذج OpenSees المرجع. كما نلاحظ أن نسبة نقصان القوى الجانبية الأعظمية بإشارة موجبة (max) عن قيم الاختبار التجريبي كانت بحدود (1.83%, 2.33%, 5.48%) لكل من نموذج Abaqus ونموذج OpenSees المعاير والمرجع على التوالي، في حين كانت نسبة زيادة الانتقالات الجانبية العظمى الموجبة (max) لكل من نموذج Abaqus ونموذج OpenSees المرجع والمعاير بحدود (4.07%, 3.99%, 1.97%) على التوالي.

الجدول (2): الفروق للقيم الأعظمية الموجبة والسالبة للقوى والانتقالات الجانبية الناتجة عن جميع النماذج التحليلية المستخدمة مع نتائج التجربة.

		U1 (mm)	RF1 (kN)	ΔU1(%) (الفرق عن التجربة)	ΔRF1(%) (الفرق عن التجربة)
Test	min	-21.25	-201.98	0.00	0.00
	max	20.18	189.65	0.00	0.00
Abaqus	min	-20.87	-178.17	-1.80	-11.79
	max	20.58	179.25	1.97	-5.48
OpenSees (مرجع)	min	-20.99	-176.42	-1.23	-12.65
	max	20.98	186.17	3.99	-1.83
OpenSees (معاير)	min	-20.00	-174.10	-5.88	-13.80
	max	21.00	185.23	4.07	-2.33

يبين الشكل (9) الجمع بين معايرة الحلقة الهستيرية الناتجة عن جميع النماذج التحليلية المستخدمة في البحث وهي كل من نموذج مكونات العناصر المحدودة المستمرة باستخدام برنامج ABAQUS ونموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات باستخدام برنامج OpenSees (حسب نتائج المرجع وبعد المعايرة) وذلك مع الحلقة الهستيرية الناتجة عن الاختبار التجريبي لجدار القص الخرساني المسلح المعرض لحمل دوري والمبين في الشكل رقم (1) وذلك من أجل المقارنة بين كفاءة وقدرة النماذج المستخدمة في البحث على محاكاة الحلقة الهستيرية الناتجة عن التجربة. حيث نلاحظ من الشكل (9) ومن الجدول (2) قدرة كل من نموذج مكونات العناصر المحدودة المستمرة باستخدام برنامج ABAQUS ونموذج عنصر القشرة

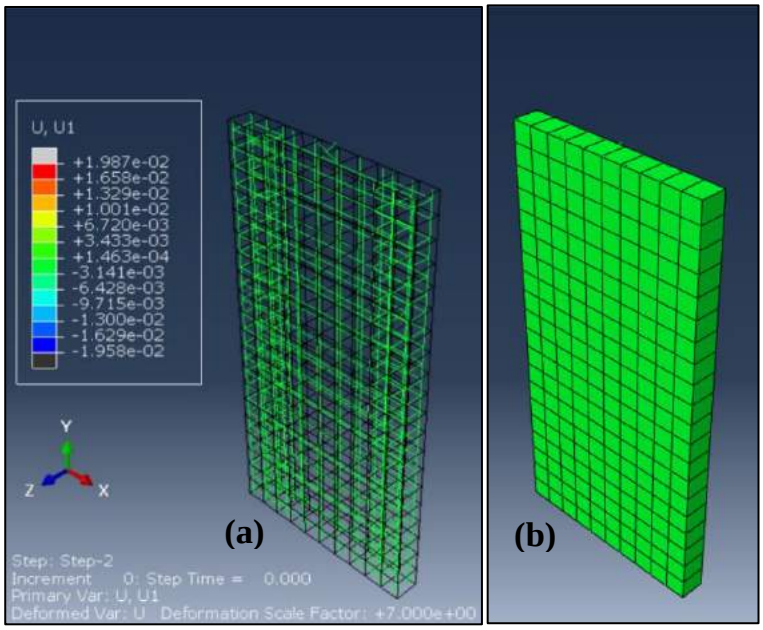
متعددة الطبقات باستخدام برنامج OpenSees على محاكاة القيم الأعظمية للقوة الجانبية والانتقال الجانبي لأعلى الجدار. كما نلاحظ من الشكل (9) أن نموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات باستخدام برنامج OpenSees كان أكثر قدرة وكفاءة على محاكاة الحلقة الهستيرية لجدار القص المدروس من نموذج مكونات العناصر المحدودة المستمرة باستخدام برنامج ABAQUS مقارنة مع التجربة، حيث بقيت قيم الصلابة شبه ثابتة ضمن نموذج ABAQUS الذي لم يتمكن من محاكاة التضيق الحاصل في الحلقة الهيستيرية لجدار القص الخرساني المسلح مما يؤدي إلى قيم مبالغ فيها من أجل تبديد الطاقة.



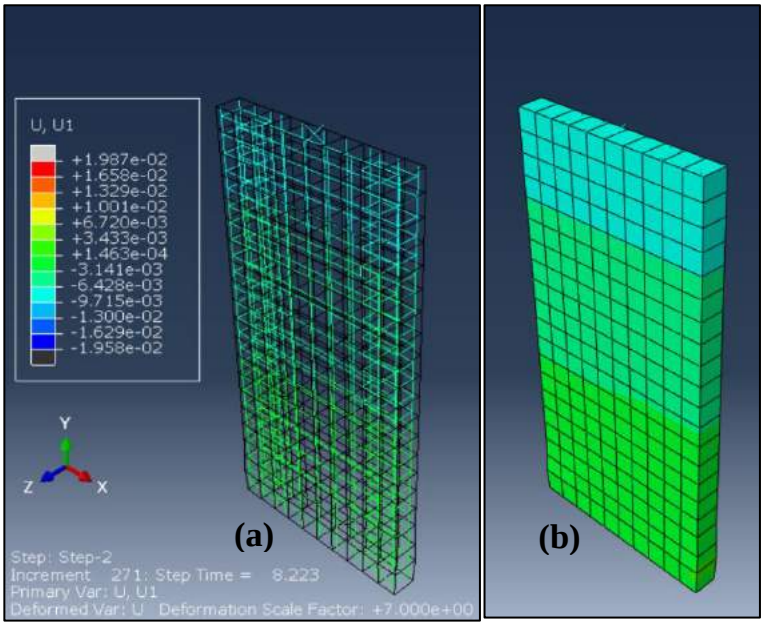
الشكل (9): معايرة الحلقة الهستيرية الناتجة عن جميع النماذج التحليلية المستخدمة مع التجربة.

توضح الأشكال (من 10 إلى 17) قيم الانتقالات الجانبية وشكل التشوه الذي يحصل لجدار القص الخرساني المسلح باستخدام برنامج ABAQUS وذلك لكل من البيتون والتسليح

الموجود ضمنه، وذلك لمرحلة الخطوة الثانية Step-2 من التحليل عند تعرض الجدار للحمل الدوري بدءاً من الزمن 0.00 ثانية وحتى نهاية التحميل عند 48.10 ثانية. تم تكبير مقياس التشوه 7 مرات لإظهار التشوه بشكل أفضل. تبين الأشكال (من 10 إلى 17) ازدياد التضخم أو التفلطح في أسفل جدار القص وهي منطقة تشكل المفصل اللدن وذلك مع الاقتراب من الزمن 8 ثانية وحتى نهاية التحميل حيث يأخذ جدار القص عندها شكل التشوه النهائي، كما تظهر هذه الأشكال استطالة جدار القص مع ازدياد التحميل وذلك نتيجة استطالة وتلدن القضبان الطولية.

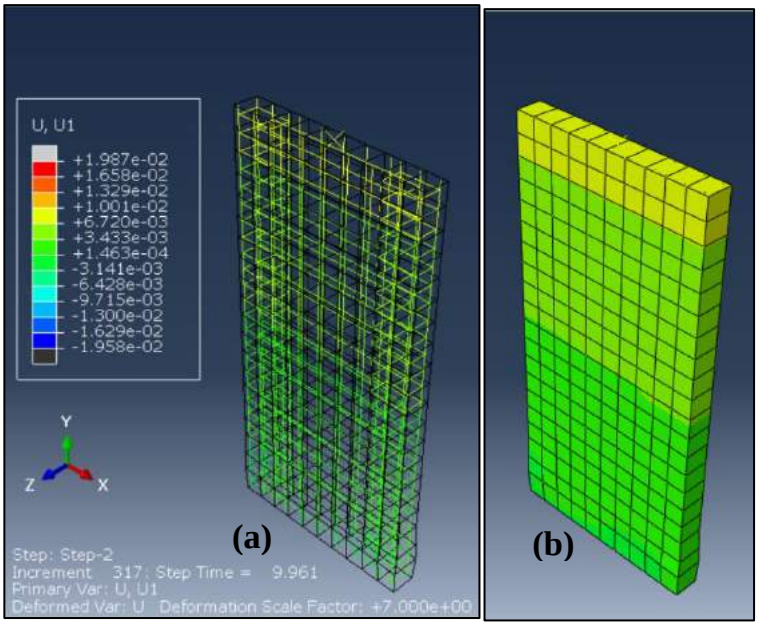


الشكل (10): الانتقال الجانبي وشكل التشوه لجدار القص المدروس عند الزمن 0.00 ثانية:
(a) قضبان التسليح الشاقولي والأفقي ضمن الخرسانة، (b) الخرسانة الحاوية على قضبان التسليح.



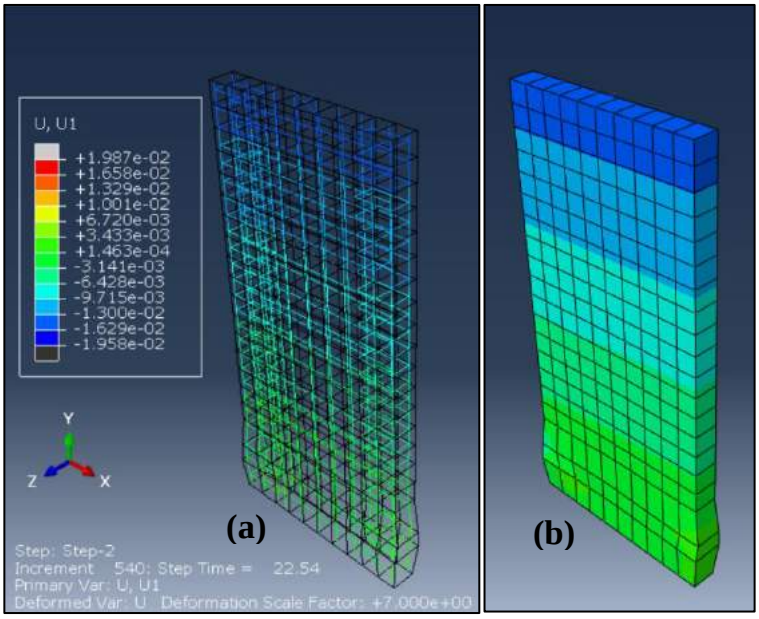
الشكل (11): الانتقال الجانبي وشكل التشوه لجدار القص المدروس عند الزمن 8.223 ثانية:

(a) قضبان التسليح الشاقولي والأفقي ضمن الخرسانة، (b) الخرسانة الحاوية على قضبان التسليح.

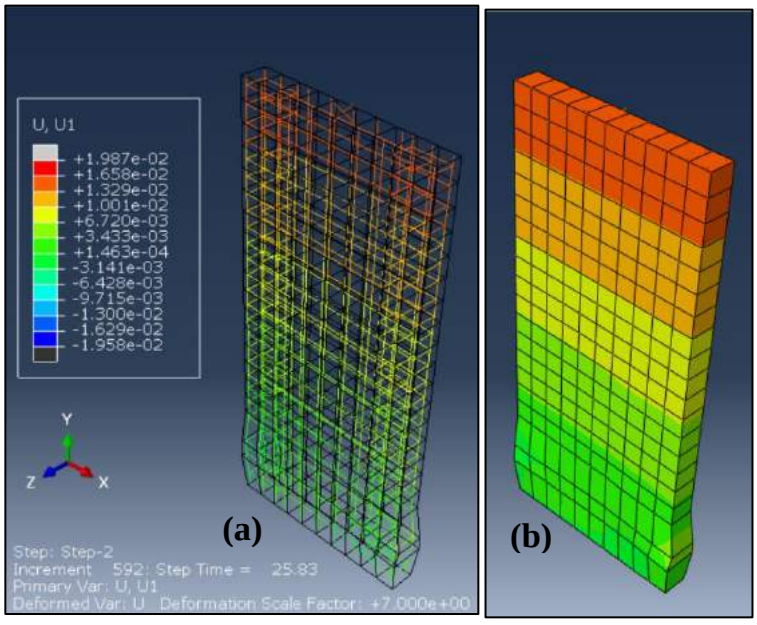


الشكل (12): الانتقال الجانبي وشكل التشوه لجدار القص المدروس عند الزمن 9.961 ثانية:

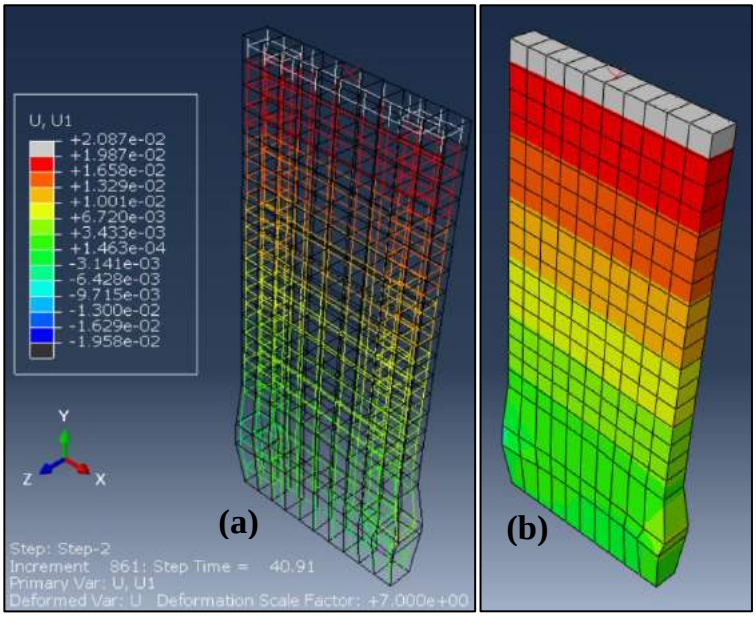
(a) قضبان التسليح الشاقولي والأفقي ضمن الخرسانة، (b) الخرسانة الحاوية على قضبان التسليح.



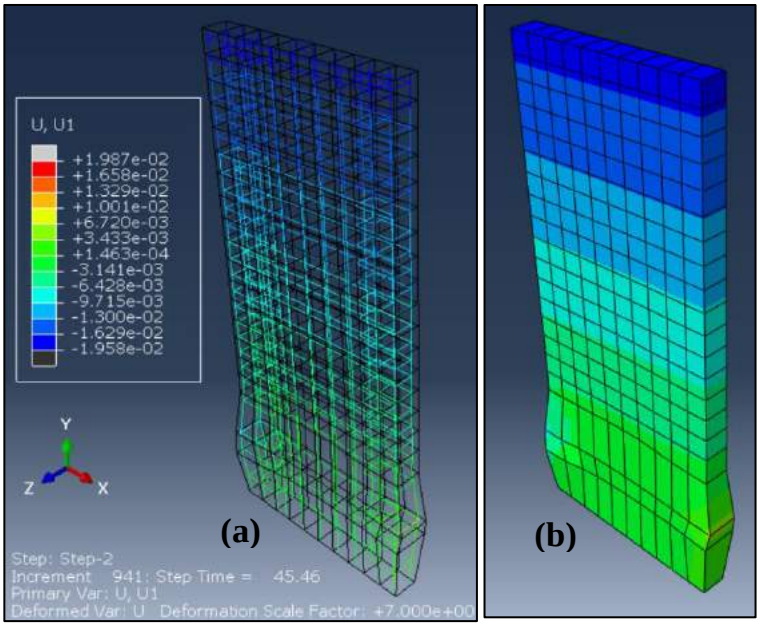
الشكل (13): الانتقال الجانبي وشكل التشوه لجدار القص المدروس عند الزمن 22.54 ثانية:
(a) قضبان التسليح الشاقولي والأفقي ضمن الخرسانة، (b) الخرسانة الحاوية على قضبان التسليح.



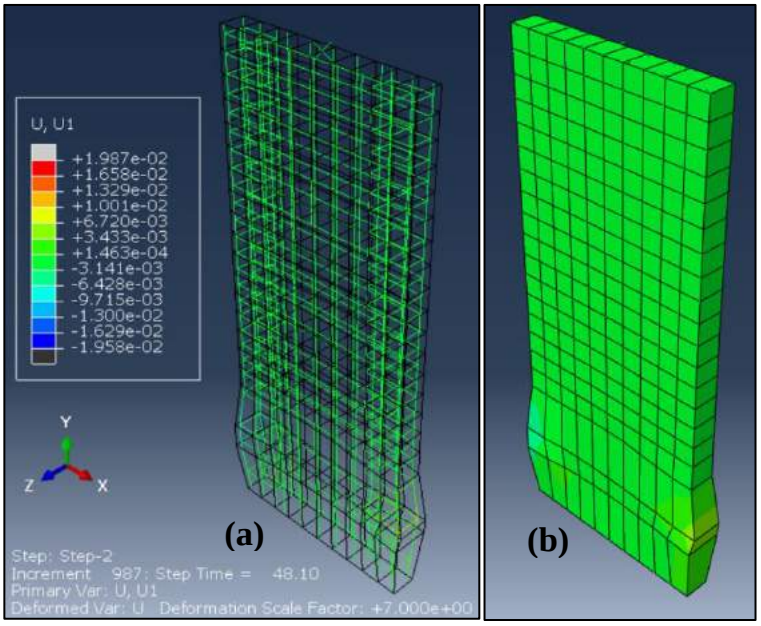
الشكل (14): الانتقال الجانبي وشكل التشوه لجدار القص المدروس عند الزمن 25.83 ثانية:
(a) قضبان التسليح الشاقولي والأفقي ضمن الخرسانة، (b) الخرسانة الحاوية على قضبان التسليح.



الشكل (15): الانتقال الجانبي وشكل التشوه لجدار القص المدروس عند الزمن 40.91 ثانية:
(a) قضبان التسليح الشاقولي والأفقي ضمن الخرسانة، (b) الخرسانة الحاوية على قضبان التسليح.



الشكل (16): الانتقال الجانبي وشكل التشوه لجدار القص المدروس عند الزمن 45.46 ثانية:
(a) قضبان التسليح الشاقولي والأفقي ضمن الخرسانة، (b) الخرسانة الحاوية على قضبان التسليح.



الشكل (17): الانتقال الجانبي وشكل التشوه لجدار القص المدروس عند الزمن 48.10 ثانية:
(a) قضبان التسليح الشاقولي والأفقي ضمن الخرسانة، (b) الخرسانة الحاوية على قضبان التسليح.

5. الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- إن نموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات Multi-Layer Shell Element Model باستخدام برنامج OpenSees أعطى فعالية عالية من حيث تمثيل ومحاكاة السلوك اللاخطي المعقد لجدران القص الخرسانية المسلحة والممثل بالحلقة الهيستيرية للتحميل الدوري، وذلك لأن هذا النموذج يمكنه محاكاة والتقاط الانعطاف المزدوج في/ وخارج المستوي بالإضافة إلى القص المباشر في المستوي والسلوك المترابط بين القص والانعطاف لجدران القص من الخرسانة المسلحة.
- إن نموذج مكونات العناصر المحدودة المستمرة Continuum Finite Element Components Model باستخدام برنامج ABAQUS لم يستطع محاكاة التضيق الذي يحصل في الحلقة الهيستيرية لجدار القص الخرساني المسلح حيث لم يتمكن النموذج اللدن – المتضرر للخرسانة "CDP" المستخدم من محاكاة

الضرر الحاصل في البيتون بشكل دقيق مما أدى إلى قيم مبالغ فيها لتبديد الطاقة والمتمثلة بمساحة الحلقة الهستيرية مقارنة مع التجربة (الواقع).

- قدرة كل من نموذج مكونات العناصر المحدودة المستمرة Continuum Finite Element Components Model باستخدام برنامج ABAQUS ونموذج عنصر القشرة متعددة الطبقات Multi-Layer Shell Element Model باستخدام برنامج OpenSees على محاكاة القيم الأعظمية الموجبة والسالبة للقوة الجانبية (القص القاعدي) والانتقال الجانبي لأعلى الجدار.

التوصيات:

- العمل على تحسين قصور نموذج مكونات العناصر المحدودة المستمرة Continuum Finite Element Components Model باستخدام برنامج Abaqus في محاكاة التضيق بالحلقة الهيستيرية من خلال تحسين النموذج اللدن-المتضرر للخرسانة "CDP" المستخدم أو من خلال إدخال ميكانيزم الكسر Fracture Mechanics للنموذج.

6. المراجع:

[1] Fahjan, Y. M., Kubin J. and Tan M. T. (2010). "Nonlinear Analysis Methods for Reinforced Concrete Buildings with Shear walls", **The 14th European Conference on Earthquake Engineering**, Vol 5, pp. 3380-3387, 30 August - 3 September, 2010, Ohrid, Republic of Macedonia.

[2] Jeong, S. H. and Jang, W.S. (2016). "1951. Modeling of RC shear walls using shear spring and fiber elements for seismic performance assessment", **© JVE International LTD. Journal of Vibroengineering**, Vol. 18, Issue 2. ISSN 1392-8716, pp. 1052-1059.

[3] Kabeyasawa, T., Shiohara, H., Otani, S. and Aoyama, H. (1983). "Analysis of the full-scale seven-story reinforced concrete test structure", **Journal of the Faculty of Engineering**, The University of Tokyo, Vol. 37, Issue 2, pp. 431-478.

[4] Linde, P. and Bachmann, H. (1994). "Dynamic modelling and design of earthquake-resistant walls", **Earthquake Engineering and Structural Dynamics**, Vol. 23, Issue 12, p. 1331-1350.

[5] Vulcano, A. and Bertero, V. (1987). "Analytical Modeling for Predicting the Lateral Response of RC Shear Wall: Evaluation of Their Reliability", **Earthquake Engineering Research Center EERC**, Report No. UBC/EERC-87/19.

[6] Ji, J., Elnashai, A. S. and Kuchma D. A. (2007). "Seismic Fragility Assessment for Reinforced Concrete High-Rise Buildings", Report 07-14, **Mid-America Earthquake Center**, University of Illinois at Urbana-Champaign.

[7] FPrimeC. (2016, July 29). Major Techniques for Modeling Shear Walls. Retrieved from **FPrimeC Solutions Inc.**: https://www.fprimec.com/modeling-shear-walls/

[8] Lu, X.Z., Xie L.L., Guan, H., Huang, Y.L., and Lu, X. (2015). "A shear wall element for nonlinear seismic analysis of super-tall buildings using OpenSees", **Finite Elements in Analysis & Design**, Vol 98, pp. 14-25.

[9] Esmaeiltabar, P., Vaseghi, J. and Khosravi, H. (2019). "Nonlinear macro modeling of slender reinforced concrete shear walls", **Structural Concrete**, pp. 1–12. https://doi.org/10.1002/suco.201800206

[10] Lu, X.L., Zhou, Y., Yang, J., Qian, J., Song, C. and Wang, Y. (2010). "Shear wall database", **Network for Earthquake Engineering Simulation (Database) NEEShub Database**.

[11] Nicolae, I. and Reynouard, J.M., (2000). "Nonlinear analysis of reinforced concrete shear wall under earthquake loading", **Journal of Earthquake Engineering**, Vol. 4, No. 2, pp. 183- 213.

[12] Spacone E and El-Tawil S (2004). "Nonlinear analysis of steel-concrete composite structures: state of-the-art", **ASCE Journal of Structural Engineering**, Vol. 130, No. 2, pp. 159-168.

[13] ABAQUS (2014)- Analysis User's Manual, Version 6.14, **Dassault Systemes Simulia, Inc**.

[14] Guan, H. and Loo, Y.C. (1997). "Layered Finite Element Method in Cracking and Failure Analysis of Beams and Beam-Column-Slab Connections", **Structural Engineering and Mechanics - An International Journal**, 5 (5), pp.645-662.

[15] Xie. L.L., Lu, X., Lu X.Z., Huang, Y. and Ye, L., (2014). "Multi-Layer Shell Element for Shear Walls in OpenSees", Conference Paper, **Computing in Civil and Building Engineering** ©ASCE 2014.

[16] Løland, K. E. (1980). "Continuous damage model for load-response estimation of concrete." **Cement and Concrete Research**, 10(3), 395-402.

[17] Mazars, J. (1986). "A description of micro-and macro-scale damage of concrete structures." **Engineering Fracture Mechanics**, 25(5), 729-737.

[18] Lu, X.Z. (2015). Examples of NLDKGQ element in OpenSees. Retrieved from **Xin-Zheng LU's Personal Homepage**: http://www.luxinzheng.net/download/OpenSEES/Examples_of_NLDKGQ_element.htm

[19] Lu, X.Z. (2015). A multi-layer shell element for shear walls based on OpenSEES--THUShell. Retrieved from **Xin-Zheng LU's Personal Homepage**: http://www.luxinzheng.net/download/OpenSEES/En_THUShell_OpenSEES.htm

[20] Opensees. (2015, May 28). ShellNLDKGQ. Retrieved from **Command_Manual**: https://opensees.berkeley.edu/wiki/index.php/ShellNLDKGQ