مجلة جامعة البعث

سلسلة علوم الهندسة المدنية والمعمارية

مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 45 . العدد 2

1444 هـ - 2023 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

أ. د. محمود حديد	**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 . حمص . جامعة البعث . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : 2138071 31 963 ++

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

. 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
دراسة تجريبية لعقدة جائز – عمود بيتونية طرفية مدعمة بالفيروسمنت	م. حيدر الخضور د.إحسان الطرشة د.سليمان العامودي	38-11
أثر التطور التكنولوجي على تصميم أبنية المكتبات	م. رؤى قلفة د.طالب ديوب	90-39
مساهمة في دراسة تأثير بعض العوامل على سلوك الأبنية الحاوية على جدران قص بيتونية	د .فدوى عيسى	110-91
دراسة تأثير استخدام البيتون المنتج من حصويات معاد تدويرها ضمن البلاطات المصمتة العاملة باتجاه واحد على مخططات حمولة- سهم	وسام الديب د.عصام ملحم	134-111
دراسة إمكانية استخدام الرمل السيليسي(القرواني) كرمل قياسي في تحديد ماركة الإسمنت	د .مروان الخوري	162-135

دراسة تجريبية لعقدة جائز – عمود بيتونية طرفية مدعمة بالفيروسمنت

طالب دراسات عليا (دكتوراه) المهندس: حيدر احمد الخضور– قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث.

بإشراف: الدكتور المهندس إحسان الطرشة أستاذ في قسم الهندسة الانشائية – كلية الهندسة المدنية –جامعة البعث (مشرفاً أساسياً).

الدكتور المهندس سليمان العامودي أستاذ مساعد في قسم الهندسة الانشائية – كلية الهندسة المدنية –جامعة البعث (مشرفاً مشاركاً).

الملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة فعالية الفيروسمنت في تدعيم عقدة جائز – عمود بيتونية طرفية وزيادة قدرة تحمل تلك العقدة وتحسين سلوكها، وذلك عن طريق المقارنة تجريبياً بين سلوك العقد البيتونية غير المصممة وفق الكودات الزلزالية، والعقد البيتونية المصممة وفق الكودات الزلزالية، والعقد غير المصممة المدعمة بالفيروسمنت على الأوجه الخارجية للعقدة. وقد تمت دراسة وتجريب عينتين من كل نموذج للعقد المدروسة وكانت النتيجة أنه : زيادة في قدرة تحمل العقد المصممة زلزالياً بمقدار 10% ، وزيادة في قدرة تحمل العقد غير المصممة المدعمة بالفيروسمنت بمقدار 19% بالمقارنة مع العقد البيتونية غير المصممة زلزالياً، إضافة إلى ذلك تحسن في سلوك العقد المصممة زلزالياً والعقد المدعمة بالفيروسمنت فقد انتقلت الشقوق من العقدة إلى الجائز وحدث الانهيار في الجائز.

الكلمات المفتاحية : إطار، جائز ، عمود ، عقدة ، بيتون ، فيروسمنت ، تقوية.

Experimental study of external beam column joint strengthened with ferrocement

Abstract

This paper aims to study the effectiveness of ferrocement in strengthening external beam- column joint for increasing the capacity of that joint and improving its behavior, by comparing the experimental behavior of concrete joints that are not designed according to the seismic codes, and concrete joints designed according to the seismic codes, and the undesigned joints supported by ferrocement on the external sides of the joint, two samples of each knot model have been studied and tested,

The result was: an increase in the bearing capacity of the seismically designed joints by 10%, and an increase in the bearing capacity of the non-designed supported joints by ferrocement joints by 19% compared to the non-seismically designed concrete joints. In addition, there is an improvement in the behavior of the seismically designed and supported joints by ferrocement. The cracks have moved from the joint to the beam and collapse occurred in the beam

Key worlds: frame, beam, column, joint, concrete, ferrocement, strengthening.

1- مقدمة:

تفتقر غالبية المباني الخرسانية المسلحة التقليدية، الموجودة في جميع أنحاء الشرق الأوسط إلى التطويق الكافي في منطقة العقد البيتونية، أو بعبارة أخرى تكون مقاومة القص في العقد منخفضة، والسبب في ذلك أنه تم إنشاؤها قبل إدخال كودات الزلازل للأبنية، لذلك نجد أن العقد في المباني النمطية التي شيدت قبل إصدار الكودات الزلزالية تعاني من نقص فولاذ التسليح الكافي لمقاومة الاستجابة الديناميكية، ففي هذه العقد لا يمتد التسليح المستمر مثل أساور العمود في منطقة العقد. وقد أظهر نمط انهيار العقد في المباني التي تعرضت لزلازل كبيرة أن تسليح القص غير الكافي أو عدم وجود ارتباط مشترك في العقد البيتونية وخاصة الخارجية كانت الأسباب الرئيسية لانهيار تلك العقد.

في السنوات الأخيرة كان هناك اهتماماً كبيراً بالأداء الزلزالي للعقد البيتونية، وقد أجريت العديد من الأبحاث للتحقيق من السلوك التجريبي والنظري ونمذجة العقد الركنية والخارجية في ظروف تحميل مختلفة، وذلك لأنه عند حدوث الزلزال تكون العقد البيتونية عادة معرضة للتحميل الدوري العكسي الشديد وتصبح أضعف الروابط في النظام الهيكلي، ويؤثر ذلك على الاستجابة الكلية للمبنى المكون من إطارات مقاومة للعزم. لذلك فإن المهندسين والمستثمرين والمالكين بدأوا يفكرون في طريقة تدعيم هذه الهياكل القائمة لتحمل أحمال الزلزال بشكلٍ آمن لتوفير السلامة لشاغلي المبنى وحماية استثماراتهم. فقد كان هناك حاجة لتقنية تدعيم صديقة للبيئة واقتصادية لزيادة مقاومة القص في الهياكل القائمة لتكون قادرة على تحمل الزلازل المستقبلية المحتملة.

2- أهمية البحث:

تشكل عقد الإطارت البيتونية المسلحة مناطق حرجة لما تتعرض له من قوى وجهود نتيجة تعرضها لحمولات زلازلية، وبالتالي يتوجب الاهتمام بدراستها وتصميمها وإعداد التفصيلات التنفيذية لضمان جودة تنفيذها، ونظراً لاحتمال انهيار الأبنية نتيجة انهيار العقد بتأثير قوى القص واجهادات القص القطرية، وخاصة في العقد المنفذة بدون تسليح عرضي (علماً أن جميع كودات البناء توصي بضرورة ذلك)، فالتصميم الصحيح للعقدة

يحقق سلوكاً مرناً لهذه العقد عند وصول العناصر المتصلة بها إلى قدرة تحملها الأعظمية، ويضمن تشكل المفاصل اللدنة خارج منطقة العقد. طورت العديد من تقنيات تقوية وتدعيم العقد البيتونية خلال العقود الماضية، وكان هدفها الأساسي الوصول لأفضل تقنية لتقوية العقد البيتونية والتي تحقق سهولة التنفيذ وأداءً فعالاً، وكلفة اقتصادية مجدية وحلاً مربحاً، بالإضافة لضمان العمل المشترك وعدم انفصال التدعيم عن البيتون في مراحل مبكرة من التحميل. ومن هنا تم التفكير باستخدام الفيروسمنت لتدعيم العقد البيتونية نظراً لسهولة تنفيذه وكلفته الاقتصادية المنخفضة مقارنتاً بالطرق السابقة المستخدمة في التدعيم كالتدعيم بالألياف الكربونية وغيرها من الطرق الآخرى.

3- الهدف من البحث:

يهدف البحث إلى التحقق من فعالية التدعيم بالفيروسمنت على الأوجه الخارجية لعقدة جائز – عمود بيتونية طرفية في زيادة قدرة تحمل تلك العقدة، وتحسين سلوكها، وفي نقل المفصل اللدن بعيداً عن وجه العمود، من خلال دارسة تجريبية لسلوك ستة نماذج لتلك العقد البيتونية تحت تأثير حمولة استاتيكية مطبقة عند نهاية الجائز.

4- لمحة نظرية عن الفيروسمنت: اكتشف الفيروسمنت من قبل جوزيف لامبوت (Joseph Lambot) في عام 1848 حيث استخدمه لصناعة المراكب باعتباره شكلاً أولياً من أشكال البيتون المسلح حيث حصل على براءة الاختراع الفرنسية والبلجيكية لهذه المادة عام 1856 وبقيت إحدى مراكبه المصنوعة من الفيروسمنت معروضة في متحف (Brignoles) في فرنسا [1].

لم يجد الفيروسمنت قبولاً واسعاً حتى أوائل الستينات من القرن الماضي حيث أبحر أحد اليخوت التي صنعت من الفيروسمنت في نيوزيلندا عام 1965 حول العالم بدون أي أضرار جدَية، بالرغم من أنه صدم من قبل قارب ذي هيكل فولاذي، ومنذ ذلك الحين بدأ حول العالم نشاطاً متزايداً للبناء باستخدام مادة الفيروسمنت بما فيها البلدان المتقدمة

والنامية على حد سواء، حيث تعددت طرق الاستفادة من مواصفات هذه المادة لتتعدى بناء القوارب، فاستخدمت في بناء السقوف والأنابيب وخزانات المياه وغيرها الكثير [1].

قامت الأكاديمية الوطنية للعلوم في الولايات المتحدة الأمريكية (USNAS) خلال مؤتمرها حول العلوم والتقنيات الدولية المتطورة عام 1972 بتأسيس لجنة خاصة حول استخدام تقنية الفيروسمنت في الدول النامية، وفي العام 1975 شكل معهد البيتون الأمريكي اللجنة رقم (549) لوضع التوصيات الأساسية لتطوير تقنية الفيروسمنت، وفي العام 1976 تأسس المركز الدولي لمعلومات الفيروسمنت (IFIC) في معهد التكنولوجيا الآسيوي في بانكوك – تايلاند والممول من قبل الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية وحكومة نيوزيلاند ومركز بحوث التنمية الدولية في كندا باعتباره مركزاً لتبادل المعلومات حول تقنيات الفيروسمنت ونشرها في مجلة خاصة حملت اسم (Ferrocement).

وفي عام 1979 أسس الاتحاد الدولي لمخابر بحث وتجريب المواد والمنشآت والذي يرمز له اختصاراً بالاسم (RILEM) اللجنة التأسيسية لتقييم طرق اختبار الفيروسمنت رقم (48–FC).

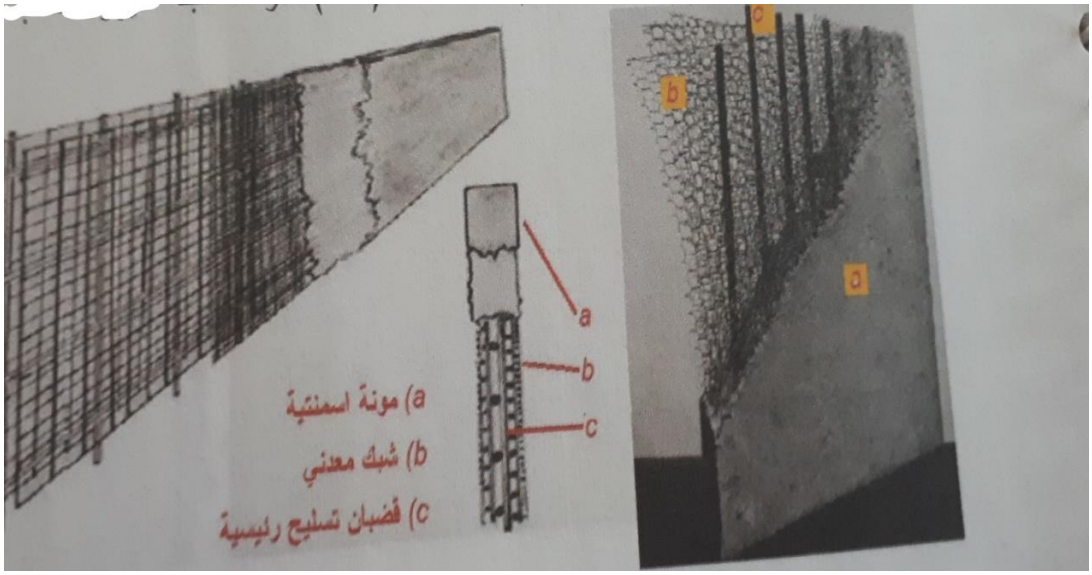
أصدرت لجنة معهد البيتون الأمريكي (ACI) تقريرها الإرشادي عام 1997 بالرقم (ACI–549R,97) حول التطبيقات العملية لمونة الفيروسمنت وصدر تقرير آخر عام 2001 بالرقم (ACI–549R,2001).

تعريف الفيروسمنت:

ينسب تطوير وتعريف المادة المسماة بالفيروسمنت للباحث بيير لويجي نيرفي وذلك في السنوات 1942 – 1943. حيث عرف الفيروسمنت بأنه "نوع من أنواع البنية البيتونية المسلحة الرقيقة والتي يستخدم فيها كميات كبيرة من الشبكات ذات الأقطار الصغيرة والموزعة بشكل موحّد في كافة أنحاء المقطع العرضي لتحمل الشد كبديل عن استخدام التسليح الفولاذي ذي القطر الكبير، كما تستعمل المونة الإسمنتية المصنوعة من الرمل والاسمنت البورتلاندي كمادة رابطة تعمل على الضغط بدلاً من البيتون" [1].

يعرف تقرير لجنة معهد البيتون الأمريكي (ACI) المنشور عام 1980 الفيروسمنت بأنه "نوع رقيق من صفائح البيتون المسلح، ويتكون بشكلٍ عام من مونة إسمنتية مائية مسلحة بطبقات متقاربة ومستمرة من شبك سلكي ذي أسلاك صغيرة المقطع نسبياً، وهي تقنية غير تقليدية لتسليح البيتون، وتصنع هذه الشبكات إما من مادة معدنية أو أي مادة أخرى مناسبة" [5].

يعرف تقرير لجنة معهد البيتون الأمريكي (ACI) المنشور عام 1993 الفيروسمنت بأنه "شكل من أشكال الاستعمال للبيتون المسلح باستخدام طبقات متعددة ومتقاربة من الشبك و/أو قضبان ذات أقطار صغيرة والمغلّفة بشكلٍ كامل بالمونة الإسمنتية، والشبك الفولاذي هو النوع الأكثر شيوعاً لتسليحها بالإضافة لإمكانية دمج المواد الأخرى مثل الألياف الصناعية أو الطبيعية أو العضوية المختارة مع الشبكة المعدنية" [2]. وهو التعريف الرسمي للفيروسمنت حتى هذا اليوم. يبين الشكل (1) مكونات طبقة الفيروسمنت بشكل عام.



الشكل (1) مقطع نموذجي لمكونات طبقة الفيروسمنت.

مكونات الفيروسمنت:

يتألف الفيروسمنت من أربع مواد أساسية هي:

الرمل: يمكن استخدام الرمل الطبيعي المغسول والنظيف المجهز والذي يمر من المنخل رقم 8 أو بقياس (2.36 mm) وفقاً لاشتراطات ASTM ، و يبين الجدول (1) التدرج الحبي القياسي للرمل المستخدم في الفيروسمنت وفقاً لتوصيات لجنة معهد البيتون الأمريكي [2].

الجدول (1) التدرج الحبي القياسي للرمل المستخدم في الفيروسمنت [2]

قياس فتحة المنخل	النسبة الوزنية المئوية المارة تكاملياً %
No . 8 (2.36 mm)	80-100
No . 16 (1.18 mm)	50-85
No . 30 (0.60 mm)	25-60
No . 50 (0.30 mm)	10-30
No . 100 (0.15 mm)	2-10

الماء: يستخدم الماء النظيف والخالي من الكبريتات والكلوريديات والمواد العضوية حتى لا يؤثر على جودة المونة باعتبارها تشكل أكثر من 95 % من حجم الفيروسمنت ويجب أن يكون $PH \geq 7$ كي يعدل PH المونة.

الإسمنت: يستخدم عادة الإسمنت البورتلاندي العادي، ويجب أن يكون جديداً وخالي من الكتل، وأن يخزن في ظروف جافة لأقصر مدة ممكنة.

الشبك المعدني: الشبك المعدني هو تسليح الفيروسمنت ويتكون عادة من طبقة أو عدة طبقات من الشبك السلكي المصنع من أسلاك مفردة متقاربة ومغلفة بالزنك لمنع تآكلها، ويجب أن يكون الشبك نظيفاً وخالياً من المواد المؤذية مثل (الغبار، الصدأ، الدهانات،

المواد والمشتقات النفطية)، والشبك المعدني قد يكون من النوع الملحوم أو المحاك أو الموسع [2].

5- الدراسات المرجعية: سوف نستعرض بعض الدراسات المرجعية حول تدعيم العقد بالفيروسمنت.

1- إستخدام الفيروسمنت في إصلاح وتقوية العقد الركنية المعرضة لانتقالات التحميل الدوري[7]:

"Using Ferrocement in Repair and Strengthening of Corner BeamColumn Joints subjected to Displacement Cyclic Loading"

فقد قام الباحثون Ashraf El-Abd, Ibrahim Shabaan, Osama A. Seoud عام 2005 بدراسة لاستخدام الفيروسمنت في إصلاح وتقوية العقد الركنية المعرضة لانتقالات التحميل الدوري.

وقد توصلوا إلى ما يلي : كفاءة الفيروسمنت في تقوية وإصلاح العقد الخرسانية المسلحة فقد تبين أن التدعيم باستخدام الفيروسمنت سيزيد بشكل كبير من قدرة التحمل، وكذلك قدرة امتصاص الطاقة في العقدة. ستعوض طبقات الفيروسمنت عن تسليح القص الغير موجود في منطقة العقدة وبالتالي فإن استخدام طبقات الفيروسمنت في تدعيم العقد التي لا تحتوي تسليح قص سيعزز سلوك هذه العقد ويقلل من تعرضها للانهيار عند تعرضها للتحميل الزلزالي.

2- السلوك الإنشائي للعقد البيتونية المدعمة بصفائح الفيروسمنت [8]:

"STRUCTURAL BEHAVIOUR OF BEAM COLUMN JOINT RETROFITTED WITH FERROCEMENT LAMINATES"

فقد قام الباحثان B. Venkatesana, R. Ilangovanb عام 2016 بدراسة السلوك الإنشائي لعقدة عمود جائز المدعمة بصفائح الفيروسمنت.

الاستنتاجات التي توصلوا لها على أساس العمل التجريبي المكثف والتحليل العددي باستخدام برنامج Ansys. 1- يحسن التدعيم بالفيروسمنت من قدرة العقدة غير المسلحة على القص في منطقة العقدة على تبديد الطاقة.

2- يمكن استخدام الفيروسمنت بكفاءة من أجل التدعيم الزلزالي لعقدة عمود جائز المسلحة.

3- قدرة التحمل في العينة المدعمة تزيد بنسبة % 66 عن تلك الموجودة في العينة المرجعية غير المدعمة.

4- تم إجراء فحص تجريبي وأظهرت نتائج الاختبار أن السلوك الهيكلي لنموذج عقدة الجائز العمود الخارجية كان مشابهًا للسلوك التحليلي المتوقع.

3- السلوك التجريبي للعقد البيتونية الخارجية المدعمة بطبقات الفيروسمنت تحت تأثير الحمولات الدورية [9]:

"Experimental behavior of full-scale exterior beam-column space joints retroftted by ferrocement layers under cyclic loading"

فقد قام الباحثانIbrahim G. Shaabana, Osama A. Seoudb عام 2017 بدراسة السلوك التجريبي لعقد العمود الجائز الخارجية المدعمة بطبقات الفيروسمنت تحت التحميل الدوري.

الاستنتاجات التي توصلا لها على أساس العمل التجريبي:

1- العينات ذات تسليح القص السليم للعقد وفقاً ل [ACI 318] قدرة كافية على التحمل وتأخر انتشار الشقوق وتغيير وضع نمط تشقق القص المرن بالقرب من وجه العقدة مقارنةً مع العينات المسلحة تقليدياً.

2- أظهرت العقد التي تم تدعيمها بطبقات الفيروسمنت قدرة تحمل نهائية أعلى وانتقالاً نهائياً أعلى وقاومت عدداً أكبر من الحمولات الدورية حتى الفشل، وهذا يدل على ليونة أفضل ولم يكن هناك ضرراً كبيراً كالذي تم ملاحظته بالنسبة للعينات المسلحة تقليدياً قبل التدعيم.

6- خواص المواد المستخدمة في البحث:

استخدمت الحصويات الخشنة المكسرة ذات المنشأ الدولوميتي ومصدرها مقالع حسياء قرب مدينة حمص، والمقاس الاعتباري الأعظمي لها يساوي 20mm حيث استخدم أربعة أصناف من المواد الحصوية الداخلة في تركيب الخلطة البيتونية، واستخدم

الرمل القرواني الأبيض النظيف وهو يمر من المنخل 4.75، وأجريت لهذا الرمل تجربة المكافئ الرملي لتحديد صلاحية هذا الرمل للاستخدام في منشآت البيتون المسلح.

الاسمنت المستخدم : الاسمنت البورتلاندي العادي من الصنف 32.5 بعيار $400Kg/m^3$.

تصميم الخلطة البيتونية : أجريت تجربة التحليل الحبي للحصويات المكونة للخلطة البيتونية المستخدمة في العقد بالطريقة الوزنية، ويبين الجدول (2) التركيب الوزني ونسب المواد المستخدمة في الخلطة البيتونية.

الجدول (2) التركيب الوزني ونسب المواد المستخدمة في الخلطة البيتونية.

المادة	إسمنت	رمل	رمل مكسر	بحص	زرادة	ماء
كمية المواد Kg/m^3	400	250	500	585	535	220
نسبة المواد مقارنة مع الاسمنت	1	0.625	1.25	1.46	1.337	0.55

ويبين الجدول (3) نتائج اختبارات الضغط للعينات الأسطوانية ذات القطر 150 mm والارتفاع 300 mm بعمر 28 يوم.

الجدول (3) نتائج اختبارات الضغط للعينات الأسطوانية بعمر28 يوم

رقم العينة	الحمولة (kN)	المقاومة (MPa)
1	398	22.53
2	386	21.85
3	393	22.25

وبالتالي تكون المقاومة الأسطوانية الوسطية للبيتون على الضغط بعمر 28 يوم 22.21 MPa .

المونة الاسمنتية المستخدمة في الفيروسمنت:

تتكون من الإسمنت البورتلادي العادي ومن ذات الرمل المستخدم في الخلطة، ونسبة الرمل للاسمنت في المونة (2:1) وكانت نسبة الماء إلى الإسمنت 0.5.

الشبك المعدني : استخدمت طبقة واحدة من الشبك الفولاذي من النوع الملحوم، قطر سلكه 2.5 mm وبفتحة مربعة أبعادها(25*25 mm) .

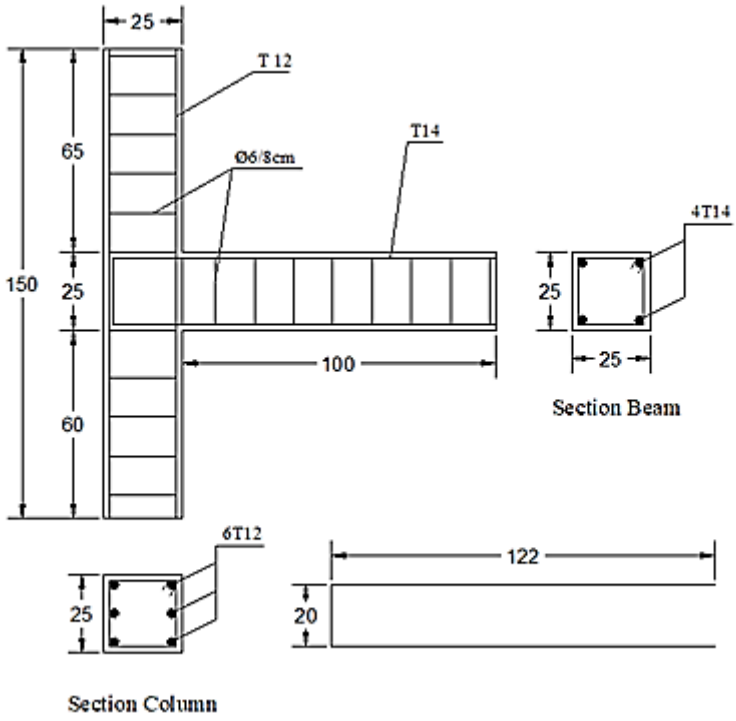
7- النماذج المدروسة في البحث:

يشمل البحث التجريبي تحضير ستة نماذج لعقدة جائز عمود بيتونية طرفية حيث تم صب عينتين لكل نموذج مدروس وترك النموذج الأول والنموذج الثاني للمقارنة، أحداهما بدون تسليح قص في منطقة العقدة (النموذج R1) والثاني مع تسليح قص في منطقة العقدة (النموذج R2) كما هو موضح بالشكل (2) والشكل (3) بالترتيب، ونموذج مطابق لنموذج المقارنة (R1) قمنا بتقويته بالفيروسمنت (النموذج F1) كما هو موضح بالشكل (4) (علماً أن جميع الأبعاد بواحدة cm)، وتم اختبار النماذج الستة

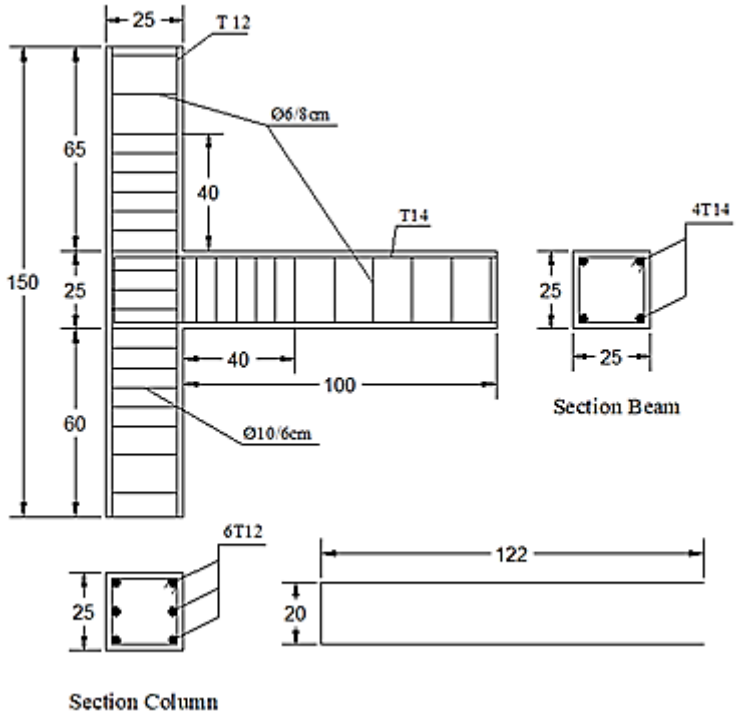
الموضحة في الجدول (4) ودارسة مساهمة التدعيم بالفيروسمنت في زيادة قدرة تحمل العقدة البيتونية وتحسين سلوكها ونقل المفصل اللدن بعيداً عن وجه العمود. ويبين الشكل (5) الجهاز المخبري المستخدم وتوضع العقدة ضمن الجهاز. ويبين الشكل (6) طريقة إستناد العقدة والقوة المطبقة عند طرف الجائز.

الجدول (4) وصف النماذج المدروسة في البحث

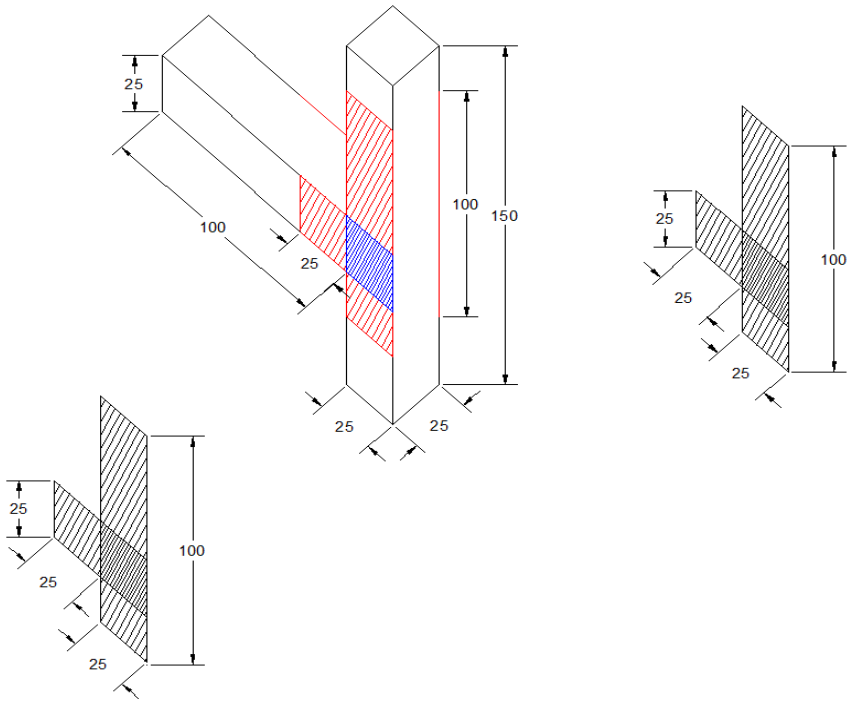
النموذج المدروس	الوصف
R11	العينة الأولى من النموذج الأول (بدون تسليح قص في منطقة العقدة)
R12	العينة الثانية من النموذج الأول (بدون تسليح قص في منطقة العقدة)
R21	العينة الأولى من النموذج الثاني (مع تسليح قص في منطقة العقدة)
R22	العينة الثانية من النموذج الثاني (مع تسليح قص في منطقة العقدة)
F11	العينة الأولى من النموذج المدعم بالفيروسمنت
F12	العينة الثانية من النموذج المدعم بالفيروسمنت



الشكل (2) نموذج المقارنة الأول R1

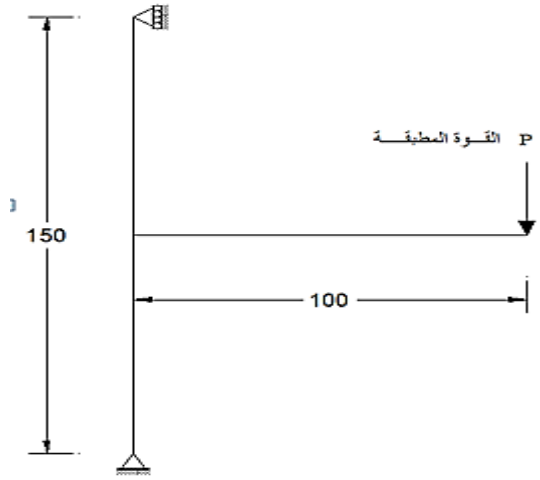


الشكل (3) نموذج المقارنة الثاني R2



الشكل (4) أسلوب التدعيم F1

الشكل (5) الجهاز المخبري المستخدم في تجريب العقد وتوضع العقدة ضمن الجهاز.



الشكل (6) طريقة إستناد العقدة والقوة المطبقة عند طرف الجائز.

8- نتائج البحث ومناقشتها:

قمنا بتسجيل الانتقال الشاقولي في نهاية الجائز ورسم مخططات العلاقة بين الحمولة والانتقال لجميع النماذج التجريبية، بالاضافة إلى ملاحظة انتشار الشقوق والحمولات الموافقة لها والحمولة الموافقة لحدوث الشق الأول لجميع النماذج.

8-1 انتشار الشقوق : توضح الأشكال (7,8,9,10,11,12) انتشار الشقوق في النماذج التجريبية الستة، وقد حصل الشق الأول عند حمولة 8 kN في العينات غير المصممة وعند حمولة 9Kn في العينات المصممة زلزالياً أما في العينات غير المصممة والمدعمة بالفيروسمنت فقد حصل الشق الأول عند حمولة 12 kN ، ويبين الشكل (13) تطور وانتتشار الشقوق في النموذج R11 وتطور وانتتشار الشقوق في النموذج F11 ونلاحظ تحسن في سلوك العقد المدعمة بالفيروسمنت مقارنتاً بالعقد غير المصممة زلزالياً فقد انتقلت الشقوق من العقدة إلى الجائز وحدث الانهيار في الجائز.

الشكل (7) انتشار الشقوق للنموذج R11

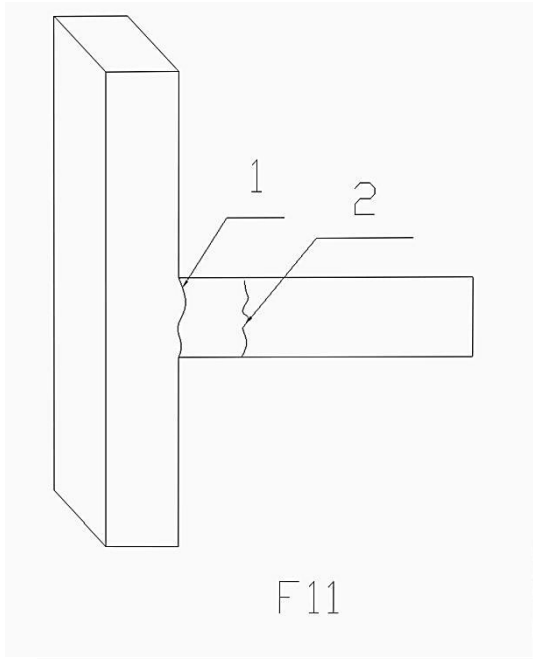
الشكل (8) انتشار الشقوق للنموذج R12

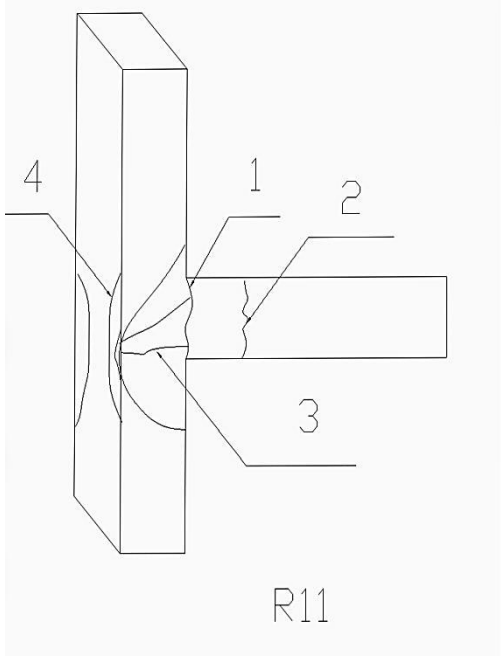
الشكل (9) انتشار الشقوق للنموذج R21

الشكل (10) انتشار الشقوق للنموذج R22

الشكل (11) انتشار الشقوق للنموذج F11

الشكل (12) انتشار الشقوق للنموذج F12

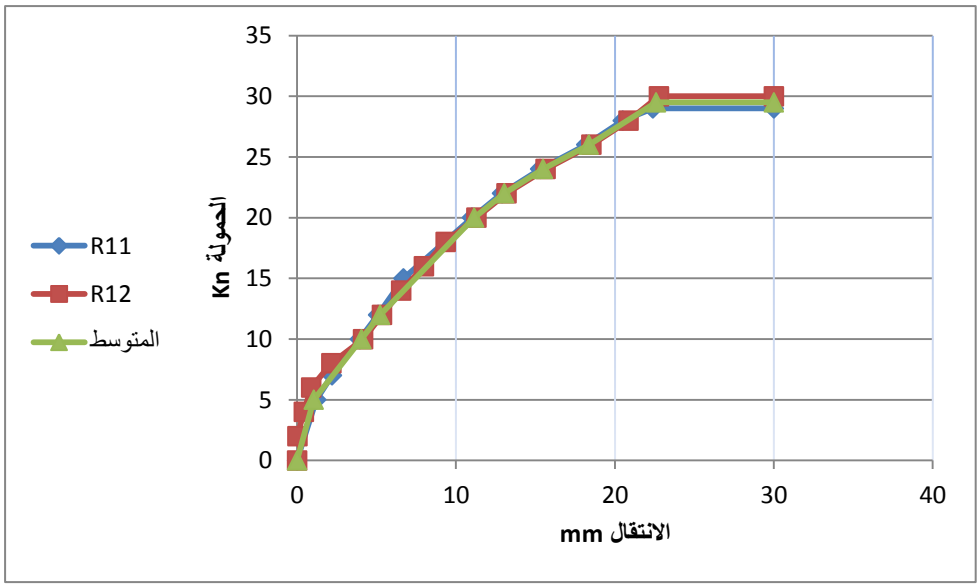




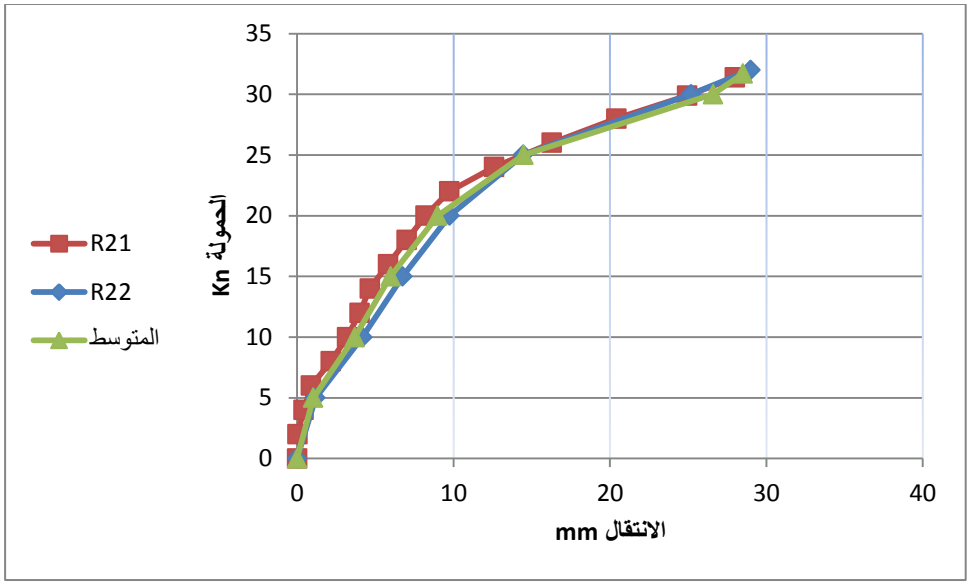
الشكل (13) تطور وانتشار الشقوق في النموذجين R11 و F11

نلاحظ من الشكل (13) بقاء منطقة العقدة سليمة في العينات المدعمة بدون حصول أي تخريب أو شقوق وهذا يؤكد فعالية التدعيم في حماية العقدة وتأمين نموذج انهيار أكثر أماناً في المنشآت البيتونية.

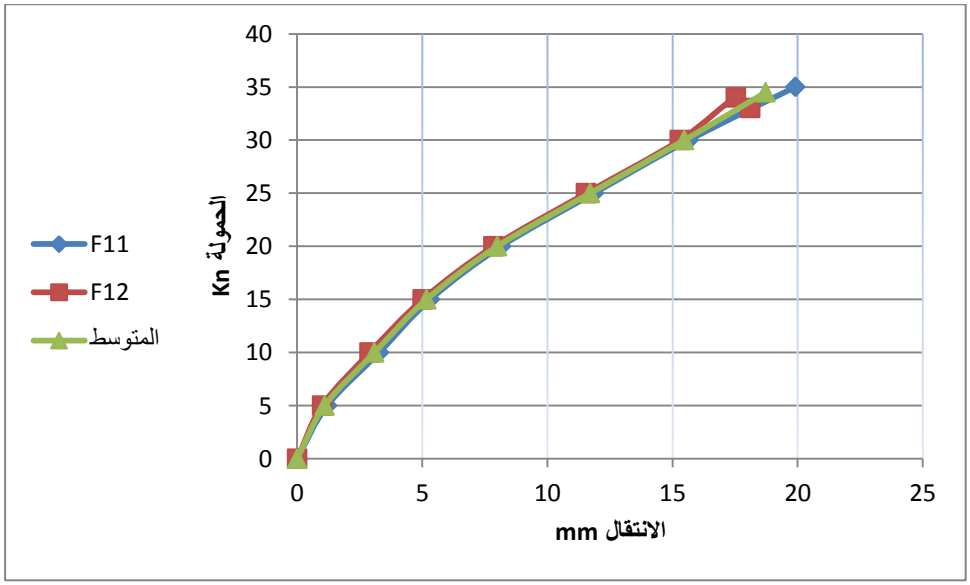
2-8 – مخططات العلاقة بين الحمولة والانتقال: قمنا برسم مخطط العلاقة بين الحمولة والانتقال للنماذج التجريبية الستة والمتوسط لكل عينتين من نفس النموذج كما هو موضح في الأشكال التالية (14,15,16) :



الشكل (14) مخطط العلاقة بين الحمولة والانتقال للعينتين R11 –R12 و المتوسط بينهما



الشكل (15) مخطط العلاقة بين الحمولة والانتقال للعينتين R21– R22 والمتوسط بينهما



الشكل (16) مخطط العلاقة بين الحمولة والانتقال للعينتين F11– F12 والمتوسط بينهما

ويظهر واضحاً التحسن في قدرة تحمل العينات المصممة زلزالياً والعينات المدعمة بالفيروسمنت مقارنتاً بالعينات غير المصممة زلزالياً، وقمنا بنتيجة البحث بقياس الحمولة الأعظمية والانتقال الموافق للنماذج التجريبية المدروسة كما هو موضح بالجدول (5).

الجدول (5) الحمولات الأعظمية والانتقال الموافق للنماذج المدروسة

النموذج التجريبي	الحمولة الأعظمية kN	الانتقال الموافق mm
R11	28.0	30.00
R12	30.0	30.00
الوسطي بين R11 و R12	29.0	30.00
R21	31.4	28.00
R22	32.0	29.00
الوسطي بين R21 و R22	31.7	28.50
F11	34.0	17.53
F12	35.0	19.91
الوسطي بين F11 و F12	34.5	18.72

نلاحظ من الجدول السابق زيادة في قدرة تحمل العقد المصممة زلزالياً بمقدار 10% ، وزيادة في قدرة تحمل العقد غير المصممة المدعمة بالفيروسمنت بمقدار 19% بالمقارنة مع العقد البيتونية غير المصممة زلزالياً.

9 – الاستنتاجات:

1- حققت تقنية التدعيم المدروسة زيادة في قدرة تحمل العقدة البيتونية بمقدار 19% بالنسبة للنموذج غير الحاوي على تسليح قص ضمن العقدة (غير المصممة زلزالياً).

2- زاد التدعيم من صلابة العقد وانخفضت قيمة السهم عند نهاية الجائز بمقدار 60% بالنسبة للنموذج غير الحاوي على تسليح قص ضمن العقدة (غير المصممة زلزالياً).

3- حققت طريقة التدعيم المدروسة انتقال المفصل اللدن بعيداً عن العقدة بما يؤمن آلية انهيار أكثر أماناً في المنشأت البيتونية.

4- عدم حصول أي انفصال لطبقة التدعيم عن البيتون حتى الوصل إلى الحمولة الأعظمية، وبالتالي فعالية التدعيم بالفيروسمنت في تدعيم العقد في المنشأت البيتونية.

10- المراجع:

1-S. P. Shah ,"Ferrocement in construction". University Of Illinois At Chicago Circle (1981): 296-273.

2- ACI Committee 549 (ACI 549.1R-93),"Guide for the Design, Construction,and Repair of Ferrocement",(1993).

3- Navships 0982-019-1010,(1972)."U.S. Navy Ferro-Cement Boat Building Manual"Naval Ship Systems Command Washington, D.C.1972

4- B. Kondraivendhan and Bulu Pradhan.(2009)."Effect of ferrocement confinement on behavior of concrete" Construction and Building Materials, vol.23,no.3,pp.1218-1222,2009.

5- Mile Bezbradica, "Analysis Of Ferrocement And Textile Reinforced Concrete For Shell Structures ", Department Of Construction Sciences Division Of Structural Mechanics Isrn Lutvdg/Tvsm-15/5207-Se (1-65) Issn 0281-6679.

6- Ornela Lalaj, Yavuz Yardim, Salih Yilmaz, "Design Recent perspectives for ferrocement" Research on Engineering Structures & Materials. Vol. 1 Iss.1 (2015) 11-23.

7- El-Abd, Ashraf, Ibrahim Shabaan, and Osama A. Seoud. "Using Ferr**oc**ement in Repair and Strengthening of Corner Beam-Column Joints subjected to Displacement Cyclic Loading."

8- Venkatesan, B., and R. Ilangovan. "Structural behaviour of beam column joint retrofitted with Ferrocement laminates." Int J Adv Engg Tech/Vol. VII/Issue II/April-June 1272 (2016): 1280.

9- Shaaban, Ibrahim G., and Osama A. Seoud. "Experimental behavior of full-scale exterior beam-column space joints retrofitted by ferrocement layers under cyclic loading." Case studies in construction materials 8 (2018): 61-78.

أثر التطور التكنولوجي على تصميم أبنية المكتبات

كلية الهندسة المعمارية \ قسم التصميم المعماري

تقديم :رؤى مروان قلفه باشراف د.م طالب ديوب

ملخص البحث:

يتناول هذا البحث التغيرات التي طرأت على أبنية المكتبات خلال الحقب التاريخية المتلاحقة وصولا الى عصر الثورة الرقمية والتطور التكنولوجي وظهور ما يعرف بالعمارة الرقمية، وما رافقها من تغيرات شكلية وإنشائية ووظيفية على بنية التصميم، وظهور الوسائل والتقنيات التكنولوجية الحديثة والذكاء الصناعي والتكنولوجيا المساعدة والتي انعكست بدورها على المتطلبات الوظيفية والتصميمية للمكتبات وأسلوب تقديم المعلومة فيها، وبالتالي فقد ظهرت نظرة متجددة للمكتبات باعتبارها المكان الثالث في المدينة بعد المنزل والعمل حيث تجاوزت مرحلة ان المكتبة فراغاً لتخزين المعلومات وأصبحت مكاناً للالتقاء الناس والتفاعل ونقطة لتبادل المعلومات.

وفي هذا الإطار يقدم البحث تعريفاً بالتكنولوجيا المعاصرة ومجالات تأثيرها على التشكيل المعماري الخارجي للمكتبة وتصميم فراغاتها الداخلية وعلى وظيفة المبنى واداءه، وعلاقتها في تحسين أداء المبنى وتعزيز كفاءته وتأمين راحة الزوار، وما نتج عنها من تغيرات وظيفية وتصميمية في عمارة المكتبات وذلك من خلال القاء الضوء على تجارب بعض المكتبات العالمية والعربية سواء قائمة تم تحديثها واضافة التكنولوجيا اليها، أو مكتبات تم انشائها حديثاً متكاملة تكنولوجياً، ودراستها وتحليلها و الاستفادة من هذه التجارب في مجال تحسين المكتبات المحلية القائمة والمستقبلية.

الكلمات المفتاحية: التطور التكنولوجي، مكتبات، تقنيات، كتب، مطالعة، تشكيل، وظيفة.

The Impact of Technological Developments on Libraries Design

Research Summary

This research examines the changes that have taken place in library buildings during the successive historical era down to the era of digital revolution and technological development and the emergence of what is known as digital architecture. And accompanying formal, structural and functional changes in the design structure, The emergence of modern technological means and technologies, industrial intelligence and assistive technology, which in turn reflected the functional and design requirements of libraries and the method of providing information in them And so a renewed view of libraries emerged as the third place in the city after home and work where the library went beyond a vacuum to store information and became a place of people's encounter and interaction and a point of information exchange. In this context, the research provides an introduction to contemporary technology and its areas of influence on the exterior architecture of the library and the design of its internal spaces and on the function and performance of the building and its relationship in improving the performance of the building, enhancing its efficiency and ensuring

the comfort of visitors, The resulting functional and design changes in the library architecture by highlighting the experiences of some international and Arab libraries whether a list has been updated and technology added to it or newly established libraries that are technologically integrated, studied, analyzed and used to improve existing and future local libraries.

Key Words: Technological Development – Library – Technologies- Books- Reading – formation – Function.

أثر التطور التكنولوجي في تصميم أبنية المكتبات

مقدمة البحث:

تعيش البشرية حاليا عصر تكنولوجيا المعلومات بجميع صورها وتأثيراتها في كل جوانب حياتنا اليومية حيث تترك أثرا عميقا على نواحي الفكر الإنساني بما في ذلك الفكر المعماري، الذي يتأثر بما حوله من متغيرات سواء ثقافية، دينية، وبيئية، وتكنولوجية، لكن التكنولوجيا المعاصرة هي العنصر الرئيسي في احداث العديد من هذه التغيرات.
حيث تمثل التكنولوجيا احدى أهم أسباب التحول في مسار العمارة خصوصاً بعد الثورة الصناعية وما بعد الصناعية اذ قادت لابتكار تقنيات مادية وفكرية حولت العمارة من مسارها الكلاسيكي الى التحويلي الصناعي أولاً والرقمي المعلوماتي ثانياً كما ساعد استحداث مواد جديدة كالحديد والبلاتينيوم والسيليكون والمواد النانوية الجديدة الى إمكانية تصنيع اعمال مغايرة تحول بموجبها المنجز الثقافي الى رؤى متألقة بحيث أصبحت موقع اعجاب وتداول وانتشار على المستوى المعرفي والمادي بالعمارة.

أهمية البحث:

ان تطور التكنولوجيا ودخولنا عالم الرقميات أدى الى تطور المكتبات بشكل كبير فلم تعد المكتبة مخزنا عاماً للكتب بل أصبحت فراغاً تعايشياً وتفاعلياً للعديد من الفعاليات المجتمعية ومركزاً متكاملاً للتكنولوجيا للتعلم مدى الحياة، حيث أسهمت التكنولوجيا بشكل كبير في الحفاظ على أهمية المكتبة كبناء قائم وتعزيز دورها في عصر اتجه فيه القارء الى الانترنت والمكتبة الرقمية نظراً لما توفره من سهوله وراحة، لذلك كان من الضروري دمج أحدث التقنيات والتكنولوجيات الحديثة في تصميم المكتبة سواء في التصميم والشكل الخارجي او في الفراغات الداخلية أو في مجال تحقيق الوظائف مما أثر في تحسين أدائها فيما يتعلق بجذب المرتادين والقراء من جميع الأعمار ومساعدتهم في التعلّم الحديث وتعزيز التفاعل الاجتماعي إضافة الى وظيفة الإعارة والمطالعة.

وبالتالي تأتي أهمية البحث كونه يسلط الضوء على أهم التقنيات والتكنولوجيا الحديثة المستخدمة في الناحية الانشائية والتشكيل والوظيفة ودراسة مدى تأثيرها على تصميم أبنية المكتبات وإمكانية الاستفادة من نتائج الدراسة في تحسين المكتبات القائمة والمستقبلية.

هدف البحث:

دراسة تأثير التكنولوجيا والتقنيات الحديثة في الشكل الخارجي للمكتبة وفراغاتها الداخلية، وبيان دورها في تحقيق وظائف المكتبة للحفاظ على أهمية وجودها وتعزيز كفاءتها.

منهجية البحث:

تعتمد منهجين رئيسيين:

1.المنهج النظري: وتتضمن دراسة التطور التاريخي لتصميم أبنية المكتبات وصولاً إلى المكتبات المعاصرة، مع دراسة الأسس والمعايير العامة المتبعة عند تصميم هذه المكتبات، بالإضافة الى دراسة تطور التكنولوجيا في العمارة حتى ظهور عصر المعلومات والثورة الرقمية وتأثيرها على أبنية المكتبات.

2.المنهج التحليلي: وتتضمن تحليل عدد من المكتبات العالمية والعربية بنموذجين، منها جديدة صممت خصيصاً لتكون متكاملة معمارياً وتكنولوجياً، وقائمة تمت إضافة التكنولوجيا اليها وتحديثها، ودراستها للوصول الى مدى

تأثير التكنولوجيا والتقنيات الحديثة على التصميم الخارجي والداخلي وأداءها لوظائفها للاستفادة من هذه التجارب العالمية والمحلية في تحسين أداء مكتباتنا الحالية القائمة أو المستقبلية.

1. التكنولوجيا في العمارة:

منذ أن وجد الإنسان على الأرض وهو في رحلة كفاح دائم لتلبية احتياجاته وتهيئة سبل معيشته، وتفاعل طوال هذه الرحلة مع ما يحيط من مواد وعناصر كانت في حالة تداخل وعدم تجانس، اعتمد فيها جيا في الفصل بين هذه المواد وإعادة تنظيمها وترتيبها بالصورة التي تلبي رغباته وتخدم تطلعاته، وهكذا ارتبطت التكنولوجيا بالتاريخ الإنساني وأصبحت الفرع الرئيسي والهام في النشاط الإنساني.[4]

فعلى صعيد العمارة يمثل تكوين المبنى وشكله الخارجي نوع التقنية المعتمدة ويعبر عن طريقة ونظام الانشاء، ويعتمد على الإمكانات التكنولوجية المتاحة التي تحول الأفكار الى مادة ملموسه وتنقل الفكرة التصميمية الى الآخرين بالإضافة الى كون أساليب التكنولوجيا تلبي المتطلبات الوظيفية والنفعية التي تجري ضمن فراغات المبنى وفقاً لاحتياجات مستخدميه، كمثال على ذلك مبنى متحف جوجنهايم في اسبانيا الشكل(1).

الشكل (1): متحف جوجنهايم المصدر:[1]

وقد أثرت تقنيات الحاسوب على الأعمال المعمارية عامة مع بداية القرن الحادي والعشرين، فزاد من ابداع المعماري، بدءاً من الفكرة الأولية للعملية التصميمية، وحتى الانتهاء من كافة مراحل التصميم وصولاً الى الشكل النهائي للمنشأة، من خلال برامج التصميم المتنوعة والبرامج التكاملية أو التفاعلية.

تأثير التطور التكنولوجي في العمارة:

في نهايات القرن العشرين شهدت العمارة تغيرات على كافة المستويات وقد دعمت الطفرة الصناعية والتكنولوجية هذا التغير، وتأثرت العمارة بهذا التطور التكنولوجي يشمل التغيير مكونات العمارة الرئيسية الثالث الوظيفة والشكل والإنشاء.

1-1 تأثير التطور التكنولوجي على الوظيفة التصميمة:

لقد أثرت الثورة الرقمية وعالم الاتصالات تأثيراً كبيراً على الفراغات الوظيفية بالمباني من خلال تغيير البعد المكاني وتغير الشروط المكانية لأداء بعض الوظائف، لهذا ستختلف بالتبعية احتياجات المستخدمين للمسطحات وسوف تسود اللامركزية في مراكز الإنتاج والعمل. حتى أن فراغات المعيشة بدأت تتأثر في هيئتها الهندسية باختلاف أساليب التسلية والتعليم والعمل والمعاملات المصرفية والكثير من الأنشطة الاجتماعية .فعلى سبيل المثال حدث بالفعل تغير في أنماط وأنواع الفراغات للمنشآت العامة مثل المكتبات والبنوك وأماكن التسوق فتغيرت صالات المطالعة بالمكتبات من فراغات كبيرة تحوي أرففاً ضخمة للكتب وطاولات وكراسي للجلوس لقراءة الكتب فتغيرت الى صالات مطالعة تحوي أجهزة كمبيوتر مخزن عليها جميع الكتب بالمكتبة في صورة الكترونية يسهل تصفحها والتنقل بينها .كما سنشهد إضافات لبرامج المشاريع الكبرى مثل دمج مراكز الاتصالات ببرامج مشاريع المطارات، وستصبح الفنادق أماكن للعمل والاجتماعات، فتتقلص أنشطة هنا وتزداد أخرى هناك. كما ستضاف مشاريع مستجدة ما كانت موجودة من قبل على المستوى العمراني.

إن التدخل التكنولوجي والرقمي في الأنشطة الإنسانية غيَر من خصائصها وسماتها من حيث الموقع المكاني في مجالات العمل والتعليم، بالإضافة الى تغير نوعية وكفاءة الخدمات الصحية والثقافية والترفيهية وأساليب إدارتها مما سيؤثر حتماً في شكل المدينة من تمركز وعدم تمركز، أو بعبارة أخرى إعادة انتشار لمكونات المدينة بحيث تتمركز

بعض الأنشطة وتنتشر بعضها .والأنشطة الإنسانية التي ستنتشر معتمدة على قدرة سكان المدينة على القيام بها بالإمكانيات المتاحة للتكنلوجيا الحديثة تتمثل في التجمعات السكنية التي ستظهر وكأنها مغلقة(communities Gated) ،وأما أماكن العمل فستبتعد إداراتها عن مواقع الإنتاج فيها، وسيمكن القيام ببعض هذه الأنشطة في حيز فراغي غير مادي اسماه خبراء التخطيط بالـ City Cyber المدينة ذات التحكم الأوتوماتيكي .أي أنه يمكن توقع إعادة لترتيب توزيع نسب وكثافات استخدامات الأراضي للمدينة وما يترتب على ذلك من تغيرات جذرية في خدمات البنية الأساسية وخاصة الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات.[5]

حيث أن دخول عالم التكنولوجيا أثر على النمط الوظيفي للمباني، ويتمثل هذا التغيير من خلال محورين:

الأول: تداخل الوظائف في المباني بحيث يمكن أن تجتمع وظائف عديدة ومتنوعة تحت سقف واحد وفي مبنى واحد، وهي ما يمكن أن تتقارب في هيئتها ومفهومها مع المنشآت متعددة الوظائف المنشآت العمالقة.

الثاني: إلغاء بعض الوظائف وبالتالي إلغاء بعض الفراغات التي كانت تقوم بهذه الوظائف في أنماط المباني التقليدية، بل قد يصل إلى إلغاء مباني بكاملها بسبب إلغاء وظيفتها في المجتمع.

1-1-1 المنشآت المتعددة الوظائف – المنشآت العمالقة:

وهي المنشآت التي تحتوي على أكثر من وظيفة أو نشاط في وقت واحد داخل مبنى عملاق واحد، أو تلك التي يسميها رواد فكر مجموعة (Archigram) بالمنشآت العمالقة، وهي المباني التي تحتوي على كل أو جزء من نشاط مدينة كاملة، ويمكن للمبنى الواحد أن يحتوي على مجاورة سكنية أو حي سكني كامل .و يعتبر من رواد ذلك التوجه من المعماريين المعاصرين، المعماري الياباني(Isozaki Arata)، والذي اقترح فكرة تكوين

مجتمع متكامل عبارة عن نواة حضرية تحتوي على مجمع المنشآت الخدمية من المستشفى والمعامل والمكاتب ومركز الخدمات الاجتماعية والمركز التجاري وصالة الاجتماعات وغيرها من خدمات .وكل هذه الأشياء متواجدة داخل مبنى واحد وتحت سقف واحد، وقد أخذ في الاعتبار نظم الخدمات المختلفة مثل نظام المدرسة ونظام المكتبة ونظام التحكم في التلوث ونظام الخدمات الفنية وغيرها، وبذلك فقد صنف ثالثة أنظمة لعمل المدينة التحكم والخدمات والمعلومات، ويرتبط المركز بالمجاورات السكنية عن طريق شبكة مولدات خاصة بإنتاج الطاقة الشكل(2).

الشكل (2): مشروع حياة المدينة بمدينة ميلانو الإيطالية المصدر: [2]

2-1-1 إلغاء بعض الفراغات التقليدية:

أدت الحياة الجديدة في عصر تقنية المعلومات اللاهث إلى تراجع أواصر العلاقات الاجتماعية بين الناس. ومن هنا، يتوقع أن تلغى بعض الفراغات الوظيفية التي كان

عمادها هو تلك العالقات في المباني السكنية، وقد ألغيت بالفعل حالياً الاجتماعية. ومن أمثلة تلك الفراغات قاعات وفراغات استقبال الضيوف في كثير من المساكن بسبب التقارب الذي أحدثته وسائل الاتصالات المتطورة وبشكل خاص الهاتف وشبكة الإنترنت وتطبيقاتها وغيرها كما يتوقع أن تلغى بعض الفراغات الأخرى من المباني كصالات التعامل مع الجمهور في المباني الإدارية والبنوك وغيرها بسبب الامكانات الهائلة التي ستتيحها شبكات المعلومات من إمكانية الحصول على الخدمات الإدارية ومعرفة حركة الأرصدة في البنوك من دون الحاجة للتحرك من أمام الحاسب الآلي في محل السكن أو محل العمل، وهو الأمر الذي بدأ في كثير من الدول باتباع نظم الحكومة الإلكترونية وتطبيقاتها في مجالات تقديم الخدمات للمواطنين.[5]

1-2 تأثير التطور التكنولوجي على الناحية الانشائية:

1-2-1 التطور في مواد البناء: أتاحت التكنولوجيا إمكانية تحسين خواص بعض المواد كالخرسانة المسلحة أو الخشب أو الحديد وهي مواد قديمة وتستخدم منذ مدة طويلة حتى تصبح لهذه المواد استخدامات جديدة، هذا بالإضافة الى ظهور عدة تطورات ملموسة في مواد البناء وظهور العديد من المواد المصنعة مثل اللدائن(Plastics) باختلاف تركيباتها وبما تتميز به من مرونة في التشكيل والتلوين.

- تطوير مادة الزجاج Glass لتظهر أنواع حديثة معالجة ضد الحرارة وعازلة للضوضاء وأنواع ذاتية التنظيف وأنواع أخرى ذكية(Glass Smart) يمكن التحكم في درجة شفافيتها واعتامها بالتوصيل بتيار كهرباء خفيف.
- تطوير مواد العزل الحراري والصوتي(materials insulation thermal and acoustic) ليس لضمان للمحافظة على الطاقة الداخلية للمبنى وهذا بدوره يتماشى مع مبادئ بيئة داخلية مريحة فحسب وايضاً الاستدامة(Sustainability) والحفاظ على الطاقة.

- تطوير مواد بناء ذكية(materials Smart) وتطوير مجسات حساسة Sensors قائمة على استخدام المشغلات الذاتية المصغرة في نظم التحكم والسيطرة، وهي تشمل على تكنولوجيا الاستخدام الكفء للطاقة من خلال التحكم في أنظمة تكييف الهواء والإضاءة والتدفئة والتبريد في نقاط استراتيجية كما يمكن التحكم في الطاقة من خلال استخدام مجسات تقوم بتغذية مستمرة للمعلومات، وهي بذلك تؤدى الى خفض ملموس في استهلاك الطاقة. ومن الأمثلة على ذلك الحوائط التفاعلية(Walls Interactive) القادرة على التعرف على الشخص وحالته النفسية مستخدمة نماذج بيولوجية وخرائط الطاقة للجسم.[14]

- تطوير المواد والألياف(Fibers) التي تضاف الى الخلطات الخرسانية لتحسين خواصها من حيث التحميل والتشغيل وقابلية التشكيل.

ومن أمثلتها للجناح الإيطالي في معرض إكسبو الدولي 2010 في شنغهاي والمعرض العالمي بالصين الذي يحتوي على مكتبة عامة، حيث استخدم الاسمنت الشفاف في المكتبة، فالجدران الخارجية للمبنى بارتفاع 18 متر و 40% من الجداران الداخلية مبنية بمادة(I light)،الشكل(8).

الشكل (3): الجناح الإيطالي في معرض إكسبو الدولي 2010 في شنغهاي

المصدر :[3]

التي قامت بإنتاجها شركة (italcementi group) ، وعن طريق هذه الخرسانة الشفافة امكن من تقليل كمية الضوء الصناعية المستخدمة وتم الاستعاضة عنها بالإضاءة الطبيعية التي تنفذ من خلال هذه الخرسانة وبذلك تم توفير الطاقة المستهلكة داخل المبنى.

1-2-2 التطور التكنولوجي في نظم الإنشاء:

تطورت الأنظمة الإنشائية بالشكل الذي يتيح للمعماري اطالق خياله لابتكار أشكال وفراغات لم تكن متاحة من قبل، حيث أصبح من المتاح له ابتكار الكتل المختلفة وامكانية تدعيم المنشأ بالأنظمة الإنشائية الحديثة المعتمدة على التداخل بين النظام

الهيكلي الخرساني مع قطاعات الحديد الصلب Sections Composite وظهرت تصميمات حديثة للمباني مثل ناطحات السحاب والصالات المغطاة هائلة الاتساع والمباني التي تتبع الطراز (Deconstruction) التفكيكي.[14]

3-2-1 التطور التكنولوجي في إعداد التصميمات:

لقد شهدت عملية التصميم المعماري واعداد التصميمات طفرة هائلة باستخدام تطبيقات الحاسب الآلي وقدراته على دعم التصميمات المعمارية وتوليد الأشكال وحساب الأحمال الإنشائية لأشكال المعقدة. كما ساهمت تكنولوجيا الاتصالات في ربط المكاتب المعمارية بالمواقع عبر العالم ومن أهم نتائج هذه التطورات ما يلي:

أ – عولمة العمارة(Globalization Architecture):

والمقصود بها امكانية التصميم عن بعد حيث أصبح متاحا للمكاتب المعمارية حول العالم تصميم أعمال في انحاء وبلدان أخرى عبر استخدام تكنولوجيا الاتصالات كما يمكنها متابعة تنفيذ المبنى عن بعد بنفس التكنولوجيا، وبالتالي فلقد تأثرت الفراغات المعمارية وعناصرها بتقنيات الاتصال الرقمي.

ب – استخدام الواقع الافتراضي والمحاكاة(Reality Virtual& Simulation):

ان النموذج الرقمي أصبح ذو أهمية بالغة في مراحل التصميم الأولى سواء للمعماري أو الإنشائي، ففي حالة المجسم اليدوي تكون المعلومات ساكنة بينما في النموذج الرقمي تكون ديناميكية، فالنموذج الرقمي يمدنا بصور النهائية للمشروع، كما يمكن تعديل العناصر المعمارية والإنشائية ورؤية تأثيرها مباشرة ليس فقط على التصميمات لكن ايضاً(Reality Virtual) على تكلفة المبنى وقوانين تنظيمه وخالفه، وبذلك أمكن عن طريق الواقع الافتراضي محاكاة الفراغات الداخلية والشكل الخارجي والنظام الإنشائي ومحاكاة التأثيرات المناخية من حرارة وإضاءة وحركة رياح.

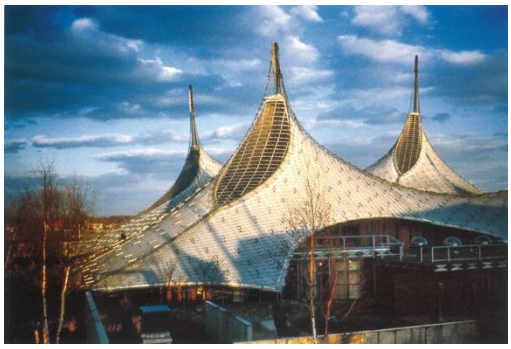
3-1 تأثير التطور التكنولوجي على التشكيل المعماري:

كان للكثير من التطورات والابتكارات في مجال التشييد والإنشاء دور كبير في دفع المعماريين للإبداع، وبالتالي تحقيق أفكارهم وأحلامهم المعمارية الإبداعية، حيث أصبحت التكنولوجيا المستخدمة في الإنشاء في كثير من المباني المحرك الرئيسي للفكر المعماري وبخاصة خلال القرن العشرين. فقد أدت متطلبات الإنشاء وما يحتاجه من ابتكار مواد جديدة، وما ينتج عنها من شكل إنشائي إلى بزوغ الفكرة المعمارية من منطلق الإنشاء في المبنى.[8]

ويعتبر من أهم نماذج المباني المنفذة من خلال ذلك التوجه المعماري، مبنى الجناح الألماني بمعرض مونتريال الدولي(Montreal, 67 Expo the at Pavilion) عام 1967م من تصميم المهندس الإنشائي الألماني(Otto Frei)، الشكل (4). حيث يعد المنشأ الخفيف الذي استخدمه أوتو على هيئة الخيمة في تغطية الفراغ الكبير لذلك المعرض من الأفكار التي ظهرت كصيغة مبتكرة حسن 2005. ففكرة الخيمة فكرة قديمة، لكن الصياغة المعمارية وتوافقها مع مسقط المبنى والفراغ الداخلي بجانب التطوير الإنشائي لها جعل شكلها المعماري من الأشكال المبتكرة. كما يعتبر من أهم الأمثلة التي توضح مدى تأثير التطور التكنولوجي على التشكيل المعماري خلال النصف الثاني من القرن العشرين، مبنى دار أوبرا سيدني House Opera Sydney عام 1957 – 1973م من تصميم المعماري الدانماركي جون أوتزن (Utzon Jørn) الشكل (5)، فمن خلال مبنى أوبرا سيدني ساعدت التكنولوجيا الحديثة في تنفيذ سقفه القشري الخرساني، و المصنوع من الخرسانة القشرية على شكل أشرعة متداخلة، والتي تشكل التكوين المعماري للمبنى، و ليصبح بذلك بمثابة العلامة المميزة لمدينة سيدني ليصبح المبنى بعد ذلك بمثابة أيقونة للمعماريين، حيث قام المعماري الإسباني سنتياجو كاالترافا(Calatrava Santiago) باستخدام ذات التشييد الخرساني القشري عند

وضعه لتصميم مبنى دار أوبرا تينيريفي(House Opera Tenerife) عام 2003م بجزر الكناري الإسبانية.[8]

ومع ظهور تقنيات الثورة الرقمية التي شملت انعكاساتها وتأثيراتها في مجال العمارة تطوير التكنولوجيا الرقمية وتطويعها لرسم لغات ومفردات جديدة للتشكيل المعماري، لم تقف قدرات التكنولوجيا الرقمية الحديثة على مجرد تحقيق الإبداع التصميمي للشكل المعماري؛ وانما امتد تأثيرها ليشمل طرق التنفيذ ومواد البناء حيث تفاعلت التكنولوجيا الرقمية لإنتاج مواد حديثة ذكية (Materials Smart) تم ابتكارها كنتاج لتداخل المواد التقليدية مع الأنظمة الإلكترونية الدقيقة.



الشكل (4):الجناح الألماني بمعرض مونتريال. المصدر:[4]

الشكل(5):مبنى دار أوبرا سندي. المصدر:[5]

وتعرف هذه المواد الذكية على أنها مواد ذات خصائص تكنولوجية متطورة لها القدرة على التغير والتحول بما يلائم الظروف المحيطة، كما أن لها القدرة على الإحساس بالطاقة وتخزينها واطلاقها حسب الحاجة، إضافة لكونها خفيفة الوزن وقوية الاحتمال ويمكن التحكم فيها عن بعد، كما أنها سهلة الفك والتركيب، وقد تم توظيف مواد جديدة بصورة متطورة في الشكل المعماري لما تتمتع به من إمكانات واسعة في مجال التشكيل الفني الحر ومن هذه المواد التيتانيوم والزجاج والألومنيوم والمواد البلاستيكية، وكذلك التقنيات الضوئية مثل شاشات الكريستال السائل LCD وغيرها الشكل (6)، وقد كان لهذه المواد دور كبير في تغير لغة التشكيل المعماري.[8]

الشكل (6): مكتبة بيلاروسيا الوطنية / المصدر :[6]

وبذلك نجد أن العمارة قد تأثرت كثيرا من جراء ذلك التطور التكنولوجي الهائل الذي شهده العالم خلال عصر الثورة المعلومات والثورة الرقمية، وقد شمل هذا التطور كل جوانب العمارة، حيث بدأ المعماريون استخدام كل ما هو جديد ومتاح من طرق للتعبير المعماري ونظم للإنشاء ومواد للبناء، لتصبح التكنولوجيا في حالة دائبة من التحديث الدائم لخدمة العمارة والفكر والإبداع المعماري، حيث تسارعت وتيرة التطوير

في مجالات صناعة البرمجيات المتخصصة وكذالك في صناعة مواد البناء ووسائل التنفيذ ونظم الإنشاء المستخدمة، والتي أصبحت تلبي الكثير من متطلبات العمارة المعاصرة.

2.التكنولوجيا في المكتبات:

لقد أثر التطور السريع للتقنيات الرقمية على محتويات المكتبات حيث لم تعد المحتويات على شكل كتب أو مخطوطات بل أصبحت كذلك محتويات رقمية الأمر الذي أدى إلى اللجوء لاستخدام أدوات وأنظمة معلومات توفر لمستخدمي المكتبات وسائل جديدة للتعلم والحصول على معلومات جديدة متنوعة.

ونتيجة لاستخدام التقنيات الرقمية أثرت النواحي الإدارية وطبيعة العمل الجديدة على المكتبة الأمر الذي أدى إلى إعادة النظر جذرياً في التوزيع والأنشطة داخل المكتبات.

هذه التقنيات لم تؤثر فقط على البيئة الداخلية للمكتبات بل أثرت كذلك على المجتمع ليس فقط متواصل (استخدام الانترنت) بل أصبح كثير التنقل والحركة (تطور وسائل النقل) الأمر الذي يجب أن تتكيف معه المكتبات اليوم لكي تكون قادرة على استيعاب المتغيرات خاصة وأن طبيعة التقنيات الرقمية هي التغيير والتطوير المستمر، مما يؤثر على تنظيم الفراغات والحركة داخلها.[11]

استخدام التقنيات الرقمية يتطلب استخدام شبكة كابلات تشغل حيز كبير، كما أن عدد الشاشات والطابعات وأجهزة العرض البصرية وما يتبع من إدارة النظم الرقمية و(wifi) و(RFID) وهي تقنية تعمل بموجات الراديو وتحمي محتوى المكتبات من السرقة وتسهيل حركة الكتب واقتراضها.. إلخ. إلا أنها تقنية عالية التكلفة.

وإذا كانت التقنيات الرقمية تساعد على تسهيل البحث العلمي فإنها كذلك توفر خدمات ثقافية وترفيهية الأمر الذي يغير من وظيفة المكتبة ويضيف لها الجوانب الثقافية والترفيهية يدفع إلى جذب المزيد من المرتادين وذلك يضيف إلى البرنامج الوظيفي

للمكتبة مساحات جديدة مثل غرف العرض السمعي البصري والاجتماعات لإجراء الحوارات بين المرتادين والورش للأنشطة المختلفة، كما تقوم المكتبات بتدريب الناس لاستعمال التقنيات الرقمية الجديدة كل ذلك يجعل المكتبة مكان للتواصل وتبادل المعلومات وممارسة أنشطة جديدة.

حيث إن استخدام التقنيات الرقمية وأنظمة إدارة وتخزين الكتب آليا يوفر كثيراً في مساحات التخزين في المكتبات ويسمح بإدخال أنشطة جديدة لتشغل مساحات إضافية داخل المكتبة ويعيد دراسة التوزيع الداخلي للمكتبات وكذلك الأثاث الداخلي للمكتبات، الذي يجب أن يتبع ويسهل من استعمال المكتبات اليوم بما في ذلك المعاقين أو الأطفال. وتعتبر المكتبات اليوم أكثر المباني التي تحقق الاستدامة من خلال كل المجهودات التي تم بذلها لكي تتكيف المكتبة مع الاحتياجات الجديدة وتكون قادرة على مواكبة التطويرات المستقبلية للمجتمع وللبيئة التي تقع فيها.[11]

ومن الجدير بالذكر أن استخدام التجهيزات الرقمية يمثل أحد أهم مكونات المكتبات ذات التأثير على استهلاك الطاقة وعلى البيئة الداخلية.

2-1 ارتباط عصر المعلومات بأبنية المكتبات:

تشكل المكتبات الأساس المعرفي والوعاء الحاوي لعصر المعلومات وتعتبر من أكثر ميادين المجتمع تأثراً بهذا العصر. فالمكتبات الفعالة تشكل بوابات حقيقة للمعلومات، إذ تدل المؤشرات والتطورات العالمية إلى ارتباط الاقتصاد المبني على المعرفة بازدياد أهمية المكتبات ومراكز المعلومات.[7]

حيث يزداد استثمار الدول في هذا المجال من خلال تطوير العملية التعليمية في القطاعين العام والخاص، تحقيقاً لمبدأ التعلم مدى الحياة بدلاً من آلية التعليم السائدة.

وهنا يمكن اعتبار الفراغات العامة والمكتبات الأماكن الأولى المخصصة لاحتضان الحقبة الجديدة في مجال المعلومات باعتبارها المصادر الأساسية للمعرفة. لهذا تمر

المكتبة باستمرار بمتغيرات تابعة لتوسع قاعدة المعلومات التي تمثل شريان الآلية التصميمية خاصة مع الديناميكية الهائلة التي تميز المجال المعرفي.[6]

لقد جسدت العمارة دائماً علاقة مكانية مع المعلومات والاتصالات، إلا أنه فقط في العقود القليلة الأخيرة بات هذا الواقع موضع شك، خاصة مع وجود كسوف جزئي للثقافة المستندة على النص حيث ينصب التركيز الآن أكثر من أي وقت مضى، على طرق تطوير الاكتساب المعرفي والثقافي في مجتمع المعرفة والمعلومات، وفي هذا المجال أكد (Tilton Edward) في بداية القرن العشرين أن المكتبات غير مستثناة من حركة التطور العالمية والإنسانية والاجتماعية فهي تتحول من أشكال بسيطة إلى أشكال مركبة وأكثر تعقيداً، حيث طرأ على فراغات المكتبة تغيرات هامة في السنوات الأخيرة وانتقلت من مخازن للمعلومات الى فراغات مخصصة للاتصال والتعلم.[13]

وإن إيلاء الأهمية لهذا النمط من الأبنية يعود إلى اعتبارها مؤشراً هاماً لتقدم ووعي الشعوب بالإضافة للدور الذي تلعبه في تطوير عملية تنظيم المجتمع وتشكيل هياكله لأنها تخدم عملية التطور الاجتماعي الاقتصادي في الحفاظ على المعرفة.

2-2 تطور مفهوم فراغات المكتبة في عصر المعلومات:

منذ مطلع القرن الحادي والعشرين تمر المكتبات والفراغات العامة بنقطة تحول هامة باعتبارها المصادر الأساسية والحيوية للمعلومات. فقد برزت توجهات عالمية حررت فراغات المكتبة من مفهومها التقليدي الجامد (Static) إلى المفهوم الديناميكي الحر (Dynamic)، ترافق مع تحرر المعلومات من إطارها المادي الملموس إلى الفراغ الافتراضي.

تعددت مفاهيم الفراغ كمصطلح تخصصي في العديد من المجالات واختلفت المعاني الخاصة من مفاهيم تجريدية يقصد منها الإحاطة والشمول كالفراغ الرياضي، أو الفراغ الثقافي الاجتماعي إلى مفاهيم مادية ملموسة كالفراغ التشكيلي المادي إلى مفاهيم أكثر

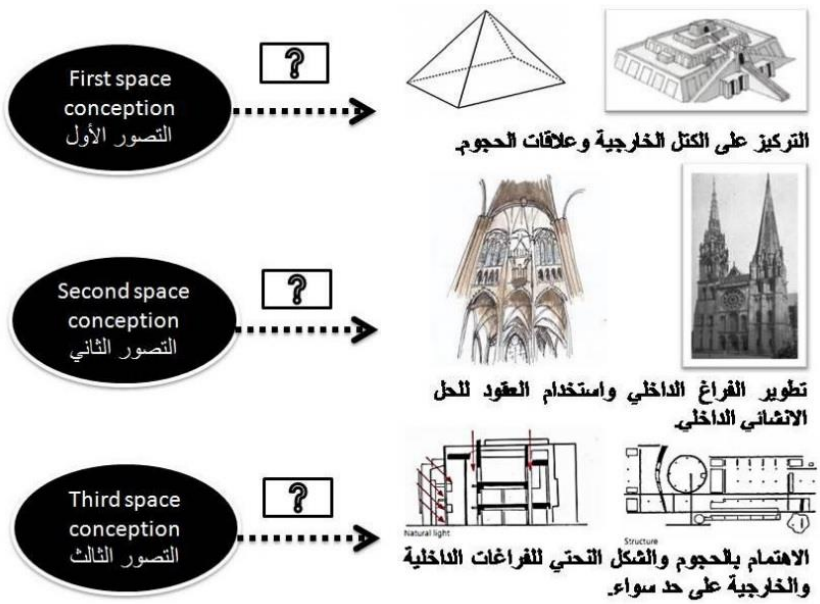
مادية مثل الفراغ المحيط بنا، يتحدد المفهوم البديهي للفراغ بالامتداد الثلاثي الأبعاد للعالم من حولنا، عبر المسافات، والحدود والعلاقات بين الناس مع بعضهم بين الناس والأشياء فيما بينها[12].

حيث تناول المعماريون ونقاد العمارة في الفترة التي سبقت القرن التاسع عشر، مصطلح الفراغ من منظور الإنشاء والجمال، لكن الكتّاب الألمان استخدموا مصطلح (Raum) الأكثر تخصصاً والذي يعني الفراغ أو الحجرة [1].

حدَّد سيغفريد جيديون (Sigfried Giedion) ثلاث مراحل أساسية لتطور الفراغ المعماري:

المرحلة الأولى: التي يتكون فيها الفراغ من التفاعل بين الحجوم والكتل والموديول ومعطيات النسب والمقاييس (وفق الإنشاء والوظيفة) وإهمال الفراغ الداخلي وشملت هذه المرحلة العمارة المصرية القديمة والسومرية والإغريقية .

المرحلة الثانية: احتلت إشكالية الفراغ الداخلي الأهمية الأولى في العمارة، فتطور خلالها الحل الإنشائي للفراغات الداخلية باستخدام العقود، تشمل هذه المرحلة فترة منتصف الحضارة الرومانية لتصل ذروة الحل الإنشائي المتكامل في الكاتدرائيات القوطية في روما واستمرت حتى نهاية القرن الثامن عشر، الشكل (7).



الشكل (7): تطور مفهوم الفراغ وفق تصور جيديون(Giedion) المصدر: إعداد الباحثة

المرحلة الثالثة: ومع ظهور المفهوم الثالث للفراغ، أصبح بالإمكان التعرف على الفراغ من الداخل والخارج ومعاينته من مواقع متنوعة، وبمقتضاها تم دمج المفهوم الأول والثاني، بحيث يتم إدراك الفراغ عبر الحركة ضمنه، وشملت هذه المرحلة فترة بداية القرن العشرين [10].

2-3 التكنولوجيا المستخدمة في فراغات المكتبات العامة:

مع التقدم التكنولوجي الهائل وظهور المواد الذكية المتنوعة تطور معها التصميم الداخلي في محاولة انشاء فراغ داخلي تكنولوجي يخدم المكتبة العامة وبالتالي تطورت وظيفة المحددات التصميمية للمكتبة العامة وأصبحت تشارك بشكل فعال في الفراغات الداخلية وتتكامل جميعها لإنشاء بيئة تقنية وتكنولوجية.[3]

2-3-1 الذكاء الصناعي في المكتبة:

مع مطلع الألفية الثالثة، أثير النقاش العلمي حول أهمية التكنولوجيا في خدمة المعرفة بصفة عامة والمكتبات على وجه الخصوص، وتصدر الكومبيوتر والإنترنت أولويات الاهتمام العلمي باعتبارهما آنذاك أبرز مظاهر هذه التكنولوجيا التي وجدت خصيصا لخدمة المعرفة وتطوير سبل استغلالها، سواء على مستوى الإدارة والتنظيم من جهة، أو على مستوى النفاذ إلى المعلومة المكتبية من جهة أخرى . [2]

الشكل (8): الروبوت أوروس (AuRoss)/ المصدر :[7]

والآن التكنولوجيا تمتاز بالسرعة في التطور، لم تمض سنوات قليلة حتى أصبح ذلك النقاش كلاسيكياً تجاوزه الزمن، فالكومبيوتر أصبح من المسلمات التكنولوجية في حياة مستخدميه، والأمر سيان بالنسبة للإنترنت، ولم نعد في حاجة إلى تنظير وجهد علمي لتوصيف العلاقة بينهما الكومبيوتر والإنترنت وبين المكتبات، بل إن تحول الرؤى شمل طبيعة العالقة نفسها، فلم نعد نبحث عن تكنولوجيا تساعد الإنسان في المكتبة، بل عن تكنولوجيا تعوض الإنسان فيها .ومن هنا برز مفهوم الذكاء الاصطناعي، وأصبحت

مراكـز البحـث التكنولـوجي تتنـافس فـي تصـميم روبوتـات ومعالجـات وتطبيقـات ذات خوارزميات بالغة التعقيد تحاكي العقل البشري في ذكائه [2].

ساهم الذكاء الاصطناعي في جعل الروبوت ذكياً ومستقلا في أداء مهامه، ليس فقط الميكانيكية منها، بل وحتى الإدراكية.

الشكل (9): الروبوت ليبي (Libby) المصدر:[8]

ويشمل ذلك: القيادة، والتفاعل مع البيئة الخارجية باللغة الطبيعية، والترجمة، والتعرف على الوجوه، وهو ما استقطب اهتمام العديد من المكتبات العالمية التي سعت إلى توظيف الروبوت الذكي لأداء بعض الأنشطة والمهام فهي ليست نمطاً جديداً في المكتبات، فقد تبنت كبريات المكتبات أنظمة آلية الاسترجاع وتخزين وتنظيم الكتب وباقي الوسائط الاتصالية [2].

دراسة تحليلية لبعض النماذج المختارة من المكتبات العامة:

سبب وآلية اختيار الأمثلة التحليلية:

تم اختيار مكتبات عامة ذات طبيعة تصميمة متميزة، واشتهرت باستيعابها لإمكانات تكنولوجية عالية ونظم تكنولوجية متنوعة، وغناها بالتقنيات الحديثة قسّمت لنموذجين منها

جديـدة صـممت خصيصـاً لتكـون متكاملـة معماريـاً وتكنولوجيـاً، وقائمـة تمـت إضـافة التكنولوجيا اليها وتحديثها.

النماذج التحليلية المختارة: اعتمد في اختيار هذه النماذج أمثلة عالمية وعربية.

- تم تصنيفها بحسب محددات الدراسة التحليلية الى:

مكتبـات ذات تصـميم حـديث متكاملـة تكنولوجيـاً: مكتبـات قائمـة تـم تحـديثها واضافة التكنولوجيا اليها:

1.مكتبة هانت / سنوهيتا. 2.مكتبة الملك فهد الوطنية.

- وتلخـص الدراسـة بجـدول يوضـح تـأثير التكنولوجيـا الحديثـة علـى المجـالات التصميمية والوظيفية والتقنية المختلفة لكل مثال.

جدول (1): حقل الدراسة المتبع في تحليل النماذج المختارة. المصدر: اعداد الباحثة

مجال تأثير التكنولوجيا والتقنيات الحديثة				التأثير			الخلاصة
تأثير التكنولوجيا على التصميم المعماري	التكنولوجيا المستخدمة في التصميم الخارجي للمكتبة	الشكل الخارجي للمكتبة	التصنيف: هندسي				
			نحتي				
			عضوي				
			تشخيصي				
	• استخدام برامج تصميم رقمية وبرامج لتحقيق الاستدامة وزيادة الراحية الحرارية وتقليل استهلاك الطاقة. • نظام انشاء (هيكلي+ خيامي) • التفلون والكابلات الفولاذية.	عناصر التشكيل	الشكل				
			الملمس				
			اللون				
			الحواف ونهايات المبنى				
			الفتحات				
		مدى انعكاس مواد وطرق الانشاء	مواد الانشاء الحديثة				
			نظم الانشاء				
		تشكيل الواجهات	الشفافية	كلياً	جزئياً	تقليدية	
			تعدد المداخل				
		استخدام تقنيات حديثة في مرحلة التصميم					
	التكنولوجيا المستخدمة في التصميم الداخلي للمكتبة	تصميم فراغات مبنى المكتبة	تعديل فراغات تقليدية	مطالعة	فهارس	مستودع الكتب	

			إيجاد فراغات جديدة			
		التأثير على المساحات بما يخدم الوظيفة الجديدة	هدر			
			توفير			
		مرونة التصميم الداخلي	مرن			
			غير مرن			
		الربط الفراغي والبصري بين كافة أجزاء المكتبة	انفتاح الفراغات داخليا	كلي	جزئي	
			انفتاح نحو الخارج			
تأثير التكنولوجيا على التصميم المعماري	التكنولوجيا المستخدمة في تحقيق وظائف المكتبة لتعزيز كفاءة المبنى وتأمين راحة الزوار	المطالعة		سريع وسهل	بطيئ وصعب	
			الوصول للفهارس			
			وصول الكتاب للقارء			
		التعلّم	توفير المعلومة			
			توفير مساحات تعليمية لأفراد ومجموعات			
			تأمين مساحة للنقاش			
	• الفهرسة الإلكترونية. • التعلّم الالكتروني الافتراضي.	الناحية الاجتماعية	التركيز على الفراغات التعايشية			
			وجود أماكن التسلية والفراغات الخاصة بالأطفال			
			توفير مساحات للمناسبات الثقافية			
			توفير المعلومات ومساعدة الزوار			
	أثاث متوافق مع التكنولوجيا	تأمين أثاث مرن متين مريح وجذاب				
	نظام استشعار الحريق الذكي	الأمن والسلامة ضد الحريق				

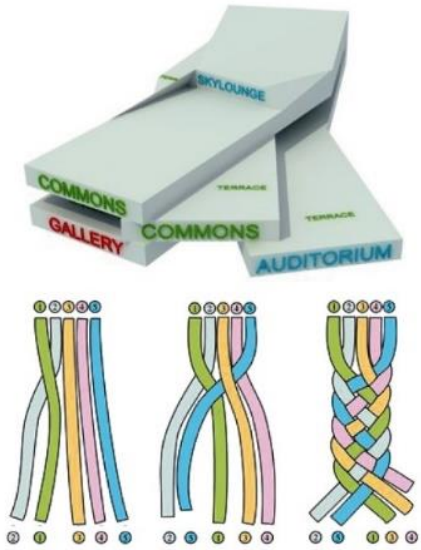
مكتبات ذات تصميم حديث متكاملة تكنولوجياً: (مكتبة هانت / سنوهيتا):

اسم العمل المعماري:James B. Hunt Library

تاريخ الاكتمال:2013

الموقع: رالي، كارولينا الشمالية، الولايات المتحدة الأمريكية.

المعماري المصمم: كلارك نيكسن، سنوهيتا



الشكل(10): فكرة التكوين المعماري للمكتبة/ المصدر:[9]

- **تأثير التكنولوجيا على التصميم الخارجي للمكتبة:**

1.الشكل الخارجي للمكتبة وعناصر التشكيل:

يتكون المبني من أربعة طوابق على شكل مستطيل منحني، كما أن فكرة هيكل المبنى يجسد مفهوم تقاليد كارولينا الشمالية من المنسوجات كما يظهر ذلك في جعل النوافذ متعرجة حول المبنى كما لو كان مثل كرة من الغزل.

مدى انعكاس مواد وطرق الانشاء: ان نظام الانشاء في مكتبة هانت نظام انشاء هيكلي بمجازات كبيرة، أما المواد المستخدمة فهي ألياف الخرسانة المسلحة والألياف الزجاجية كما استخدمت شفرات الألمنيوم في الواجهات

تشكيل الواجهات: تتميز مكتبة هانت بواجهتها الجذابة الغنية بالعناصر الخضراء حولها. فعلى الرغم من أن الألوان تتخلل

التصميمات الداخلية للمكتبة، الى أن واجهتها الزجاجية في الشمال والجنوب، والزجاج والألمنيوم في الشرق والغرب ذات لون أحادي، تساعد واجهة المبنى من الزجاج ونظام تظليل الألمنيوم الخارجي الثابت على تقليل اكتساب الحرارة مع تعظيم المناظر والضوء الطبيعي المحيط مما يجعلها شفافة جزئياً. أما المدخل الرئيسي للمكتبة يقع على الواجهة الشرقية.

الشكل (11): واجهات مكتبة هانت/ المصدر:[9]

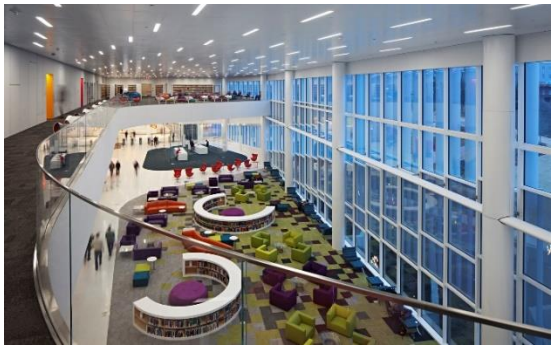
استخدام تقنيات حديثة في عملية التصميم: استخدمت برامج التصميم البيئي (leed)، حيث حصلت مكتبة هانت على جائزة التصميم الأخضر لتصميمها المستدام والتكنولوجيا التي تقلل من استخدام الطاقة بنسبة 31 %.

2.تأثير التكنولوجيا على التصميم الداخلي للمكتبة:

تصميم فراغات مبنى المكتبة: ان مكتبة هانت عبارة عن فراغات مفتوحة على بعضها متعددة الوظائف ومفعمة بالتكنولوجيا حيث لا يوجد في المكتبة فراغ لمستودع كتب

تقليدي كما نلاحظ عدم وجود فراغات استعارة أو فهارس، أما بالنسبة لصالة المطالعة فهي ثلاثية الارتفاع مع اطلالة بانورامية مواجهة للشرق على الحديقة الخارجية.

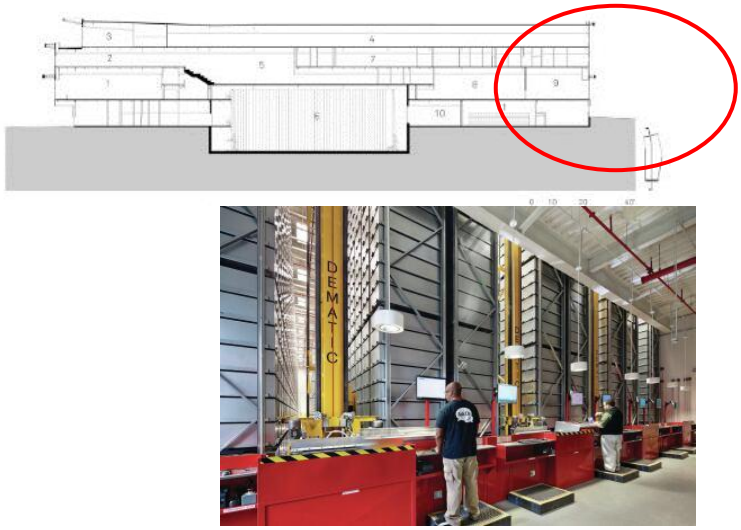
إيجاد فراغات جديدة: نلاحظ أن فراغات المكتبة مفتوحة وواسعة تربط جميع طوابق المكتبة وتؤكد على بيئة تفاعلية واجتماعية بالتوازي مع مناطق الدراسة الأكثر تركيزاً، كما توجد مساحات تعليمية عشوائية مع مفروشات ملونة وديناميكية بجوار غرف الدراسة التقليدية.



الشكل (12): المساحات التعليمية والتعايشية مع المفروشات الديناميكية الملونة المصدر:[9]

نظام التخزين والاسترجاع الآلي (Book Bot): هو نظام روبوتي لتخزين الكتب واسترجاعها يوجد على ارتفاع خمس طوابق. يتكون النظام من أربعة روبوتات طولها 15.24م في وسط نظام تسليم الكتب التي تعبر بين صفوف صناديق الكتب. يستطيع (book Bot) أن يعطي رموز للكتب وفرزها وتخزينها في أكثر من 18,000 صندوق.

يدعم هذا النظام من قبل متصفح ظاهري، وهو برنامج تصفح سهلة الاستخدام يعزز المتعة التقليدية لتصفح الكتب.



الشكل (13): النظام الروبوتي لتخزين الكتب (BOOKBOT) المصدر:[9]

مختبر التصوير: يحتوي على شبكات إضاءة مجهزة بأجهزة عرض مجسمة، تلقي بالفيديو على ثلاثة جدران. مجهزة بمكبرات الصوت القابلة للتعديل وتغيير شكل الصوت من الغرفة لمحاكاة أي شيء في قاعة الحفلات الموسيقية.

استوديو الإبداع: يساعد الطلاب لاستكشاف البيئات المختارة رقمياً. كما يدعم نظام مثبت على السقف الأضواء المسرحية وأجهزة العرض، ويسمح بإعادة تكوين المساحة.

مختبر الألعاب: يوفر مساحات تجريبية لتصميم الألعاب التعاوني ودور الألعاب في التعليم، كما يعمل كمختبر لاختبار تصميم وتطوير ألعاب الفيديو، ويوفر للطلاب منطقة

استراحة دراسية ممتعة. يحيط بالفراغ زجاج ذكي ويتميز بمقاعد مريحة ومرنة، وشاشة كريستي ميكروتيلس مزودة بلمسة جدارية التي تصل الى 20 لمسه متزامنة، كما تم تجهيز المختبر بالعديد من الأجهزة التكنولوجية الحديثة.

صالة الميكرو سبيس: وهي مساحة للعمل حيث يلتقي الناس ذو المصالح المشتركة مثل أجهزة الكمبيوتر، الآلات، التكنولوجيا، العلوم، الفن الرقمي. مجهزة بماسح ضوئي ثلاثي الأبعاد وطابعات ثلاثية الأبعاد متاحة للاستخدام وهناك أيضا قاطع ليزر وتوفر بيئة محاكة للتدريب على قيادة الغواصة لطلاب البحرية.

معرض التكنولوجيا: يتيح للمستخدمين تجربة التكنولوجيا الجديدة واستعارة أحدث الأجهزة الإلكترونية.

الشكل (14): مختبر التصوير ومختبر الألعاب في مكتبة هانت المصدر:[9]

التأثير على المساحات بما يخدم الوظيفة الجديدة: تتميز جميع المساحات في المكتبة بقابلية التكيف مع العمل الإبداعي. ان استخدام مكتبة هانت النظام الآلي لتسليم الكتب (book bot) أدى الى توفير المساحات حيث أنه قادر على حفظ مليوني كتاب في 9/1 مساحة الرفوف التقليدية. مما سمح بتخصيص مساحة أكبر للتكنولوجيا ولمساحات التعلم التعاونية والشرفات ومساحات العمل في الهواء الطلق.

مرونة التصميم الداخلي: أن نظام الانشاء الهيكلي المستخدم بمجازاته الواسعة يؤمن مرونة للفراغات ويسمح بإمكانية توسيعها أو دمجها حسب التغيرات التي من الممكن أن تطرأ على الوظائف.

الربط الفراغي والبصري بين كافة أجزاء المكتبة: نلاحظ المساحات المفتوحة الواسعة تربط جميع طوابق المكتبة وتحقق اتصال بصري بين الطوابق الأولى واطلالة على صالة المطالعة، حيث تحقق انفتاحاً داخلياً جزئياً وانفتاحاً نحو الخارج كلياً. أما الأدراج المفتوحة(الشفافة شاقولياً) تؤكد على البيئة التفاعلية والاجتماعية حيث تساعد الأدراج الخشبية المميزة والملونة الزاهية مستخدمي المكتبة على التوجه بسهولة الى جميع أنحاء المكتبة.

الشكل (15): الاتصال البصري بين الطوابق المختلفة وعناصر الاتصال الشاقولي

المصدر:[9]

3.دور التكنولوجيا في تحقيق وظائف المكتبة لتعزيز كفاءتها وتأمين راحة زوارها:

المطالعة: لقد استخدمت التكنولوجيا في تحقيق الوظيفة الرئيسية للمكتبة عن طريق استخدام الفهرسة الالكترونية في عملية وصول القارء الى الفهارس والاستغناء عن المساحات الواسعة الخاصة بالفهارس التقليدية.

كما تم تقليص زمن وصول الكتاب للقارء وتحقيق وصول سريع باستخدام تقنية ال boot bockالحديثة.

الـتعلّم: تنوعـت طريقـة تـوفير المعلومـة فـي المكتبـة مـن رقميـة وملموسـة، عـن طريـق مختبرات التجارب او عن طريق الخيال العلمي. تقوم المكتبات بتنظيم العمل على جدران الفيـديو مـن خـلال برنـامج (Code+Art) الخـاص بهـا، الـذي يسـمح للطـلاب بإنشـاء تصـورات للمسـاحات الرقميـة التـي تطمـس الخـط الفاصـل بـين التفكيـر الحسـابي والتفكيـر التصـميمي. كمـا تتميـز المكتبـة بمسـاحات العمـل فـي الهـواء الطلـق ومسـاحات الشـرفات الواسـعة التـي خلقـت جـوا مـن الراحـة والاسـترخاء مـع الطبيعـة، وتـوفرت مسـاحات تعليميـة عشوائية مع مفروشات ملونة وديناميكية.

الناحيـة الاجتماعيـة: توجد فـي المكتبـة العديد من الفراغات الاجتماعيـة التعايشـية المليئـة بالتكنولوجيا والتعلم، حيث نلاحظ وجود كافيتريا فـي الطـابق الأرضـي ومسـاحة للألعـاب التعليميـة للأطفـال فـي الطـابق الثالـث وقاعـة مـؤتمرات وفـراغ للعـب ألعـاب الفيـديو. كمـا توفر الأسطح الرقمية التفاعلية وشاشات عرض الفيديو عالية الوضوح معلومات مبرمجة ومبث مباشرة. كما أن هنـاك أربعـة جـدران فيـديو كبيـرة بنيـت فـي الأمـاكن العامـة حـول مكتبـة هنـت والخـامس فـي مختبـر الألعـاب. وتتـراوح فـي الحجـم مـن 3.2 إلـى 6.5 متر، تستخدم الجدران لعرض أعمال أعضاء هيئة التدريس والطلاب.

الشكل (16): الأسطح الرقمية التفاعلية وشاشات عرض الفيديو المصدر:[9]

تأمين أثاث مرن متين مريح وجذاب: ان تصميم المفروشات معاصر ومرئي حيث أن الأثاث خشبي كلاسيكي في فراغ غرفة المطالعة ويوجد مفروشات ملونة وديناميكية في مساحات المطالعة العشوائية كما يتم ترتيب مجموعة من أكثر من 60 نوع من المفروشات المصممة من طاولات وكراسي حول غرف القراءة.

أنظمة الأمن والسلامة: تم استخدام نظام الاسترجاع الآلي للمحافظة على سلامة الكتب ولتفادي أخطاء أمناء المكتبة من الضياع والسرقة. كما يتم استخدام نظام أمني عند المداخل ونظام للإنذار عن الحرائق الذكي، والكشف عنه بتقنيه الاستشعار عن طريق الدخان وغاز الكربون، بالإضافة للتحكم بمثبطات الحرائق الكترونياً.

جدول (2): تحليل مكتبة هانت/Hunt _حقل الدراسة. (✔) محقق، (●) غير محقق

المصدر: اعداد الباحثة

مجال تأثير التكنولوجيا والتقنيات الحديثة					التأثير			الخلاصة
تأثير التكنولوجيا على التصميم المعماري	التكنولوجيا المستخدمة في التصميم الخارجي للمكتبة	الشكل الخارجي للمكتبة	التصنيف	هندسي	✔			نلاحظ أن استخدام التكنولوجيا في التصميم الخارجي للمكتبة أعطى المكتبة تكوين معماري مميز مما يزيد من حيوية المنطقة ووظيفة المبنى ويجعله نقطة جذب هامة ويعطي دور ثقافي هام للمدينة.
				نحتي				
				عضوي				
				تشخيصي				
	• استخدام برامج التصميم البارامترية. • نظام الانشاء الإطارات الفولاذية. • مواد اكساء حديثة الفولاذ والخشب والزجاج.	عناصر التشكيل		الشكل	يأخذ المبنى شكل مستطيل منحني			
				الملمس	له ملمس متعرج قاسي			
				اللون	ذات لون أحادي (بين الأزرق والرمادي)			
				الحواف ونهايات المبنى	ذات حواف جانبية وعلوية حادة			
				الفتحات	واسعة			
		مدى انعكاس مواد وطرق الانشاء		مواد الانشاء الحديثة	✔			
				نظم الانشاء	✔			
		تشكيل الواجهات		الشفافية	كلياً	جزئياً	تقليدية	
						✔		
				تعدد المداخل	مدخل واحد			
		استخدام تقنيات حديثة في مرحلة التصميم			✔			
	التكنولوجيا المستخدمة في التصميم الداخلي للمكتبة	تصميم فراغات مبنى المكتبة		تعديل فراغات تقليدية	مطالعة	فهارس	مستودع الكتب	ان استخدام التكنولوجيا والتقنيات الحديثة في تصميم فراغات المكتبة الداخية أدى الى تقليص مساحات تخزين الكتب والفهارس التقليدية والاعارة
					✔	✔	✔	
	الفهرسة الإلكترونية، نظام تخزين الكتب bootbock ، نظام الانشاء الإطارات الفولاذية، مواد اكساء حديثة الفولاذ والخشب			إيجاد فراغات جديدة	✔			
		التأثير على المساحات بما يخدم الوظيفة الجديدة		هدر	•			
				توفير	✔			
		مرونة التصميم الداخلي		مرن	✔			
				غير مرن	•			

	والزجاج.	الربط الفراغي والبصري بين كافة أجزاء المكتبة	انفتاح الفراغات داخليا	كلي	جزئي	واستبدالها بفراغات مفتوحة مفعمة بالتكنولوجيا مما يزيد من اقبال مرتاديها من كافة الأعمار.
					✔	
			انفتاح نحو الخارج		✔	
تأثير التكنولوجيا على التصميم المعماري	التكنولوجيا المستخدمة في تحقيق وظائف المكتبة لتعزيز كفاءة المبنى وتأمين راحة الزوار	المطالعة		سريع وسهل	بطيئ وصعب	ساعدت التكنولوجيا في تحقيق الوظائف التقليدية للمكتبة من مطالعة واعارة بطرق سهلة وسريعة كما ساهمت في ظهور وظائف جديدة من تعلّم وفعاليات اجتماعية متنوعة عززت من دورها الثقافي والاجتماعي بجعلها مكان لالتقاء الناس ونقطة لتبادل المعلومات.
			الوصول للفهارس	✔		
			وصول الكتاب للقارء	✔		
		التعلّم	توفير المعلومة		✔	
	روبوتات خاصة بنظام الإعارة واحضار الكتاب. التعلّم الالكتروني، تعلّم عن طريق التجارب والمختبرات. تقنية الواقع الافتراضي. تكنولوجيا التعلّم عن طريق الجماعات. شاشات الكترونية. روبوتات استقبال.		توفير مساحات تعليمية لأفراد ومجموعات		✔	
			تأمين مساحة للنقاش		✔	
		الناحية الاجتماعية	التركيز على الفراغات التعايشية		✔	
			وجود أماكن التسلية والفراغات الخاصة بالأطفال		✔	
			توفير مساحات للمناسبات الثقافية		✔	
			توفير المعلومات ومساعدة الزوار		✔	
	أثاث متوافق مع التكنولوجيا	تأمين أثاث مرن متين مريح وجذاب			✔	
	نظام استشعار الحريق الذكي	الأمن والسلامة ضد الحريق			✔	
	نسبة تأثير التكنولوجيا			%98		

مكتبات قائمة تم تحديثها واضافة التكنولوجيا اليها: (مكتبة الملك فهد الوطنية):

اسم العمل المعماري: **King Fahad National Library plan**

تاريخ الاكتمال:2011

الموقع: الرياض، المملكة العربية السعودية

المعماري المصمم: البروفيسور إيكهارد جربر Gerber Architects

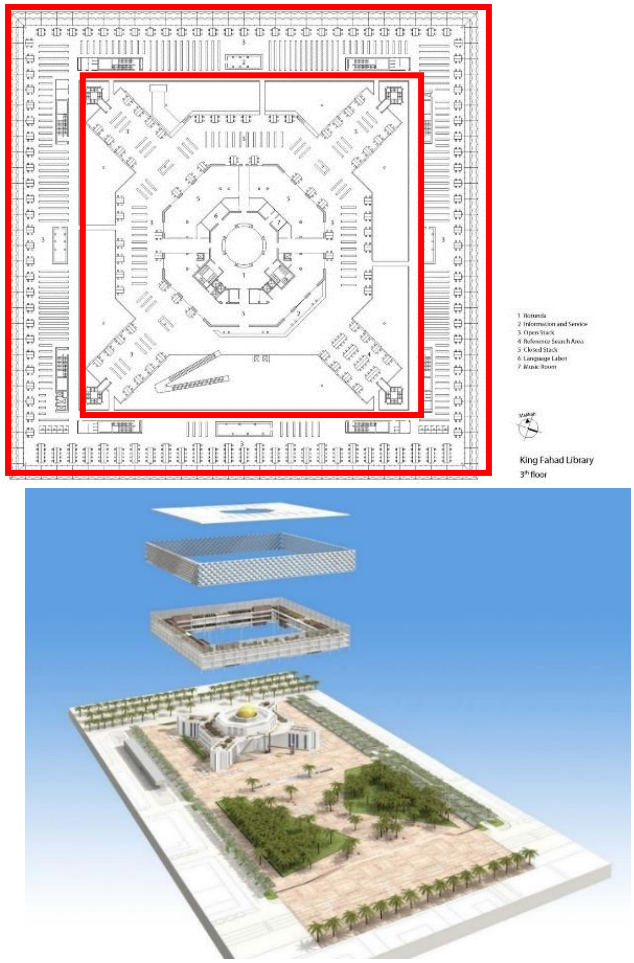
وصف المبنى: خضعت المكتبة الوطنية في الرياض، المملكة العربية السعودية، لعملية تحويل موفرة للطاقة.

المبنى الجديد المربّع الذي تبلغ مساحته 68500 مترًا مربعًا يغلف مكتبة السبعينيات الأصلية بترتيب هندسي نابض بالحياة. يربط موقع المكتبة طريق الملك فهد بشارع العليا، المحورين المروريين الرئيسيين لعاصمة المملكة العربية السعودية.

1.تأثير التكنولوجيا على التصميم الخارجي للمكتبة:

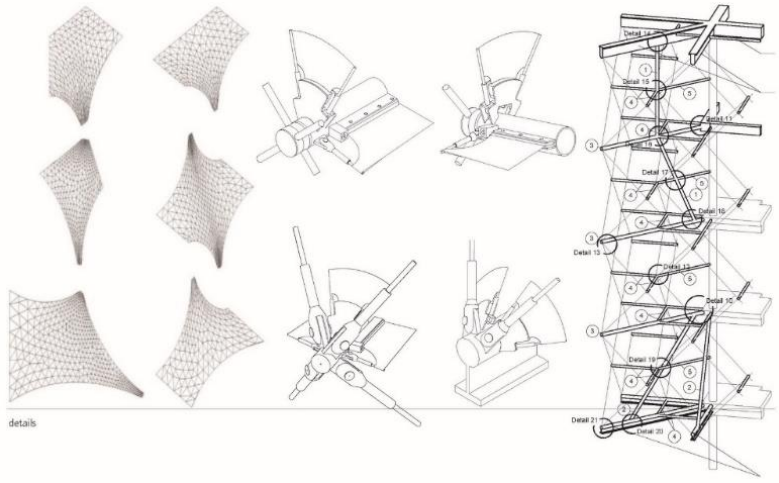
الشكل الخارجي للمكتبة وعناصر التشكيل: المبنى القديم له شكل صليبي تعلوه قبة خرسانية. أما الهيكل الجديد يغلف الهيكل الموجود من جميع الجوانب، كما أعيد بناء القبة القديمة من الفولاذ والزجاج، ولا تزال رمزا ثقافيا للمكتبة.

السقف السابق يستخدم الآن كأرضية مفتوحة للقراء. حيث يوفر المبنى الحالي منظرا طبيعياً للقراء يغمره الضوء الطبيعي ويوفر جواً خاصا يشجع على تبادل المعرفة.



الشكل (17): التكوين والشكل المعماري لمكتبة الملك فهد المصدر:[10]

<u>مدى انعكاس مواد وطرق الانشاء</u>: استخدم نظام الانشاء الهيكلي في المبنى القديم أما التحديث فقد انعكس نظام الانشاء الخيامي على الهيكل بشكل عام. نلاحظ أن مادة الاكساء الجديدة للتغطية تطغى على تصميم الشكل الخارجي للمكتبة وتعطيها طابع تقليدي محدّث يعكس ثقافة المدينة.



الشكل (18): مواد الاكساء ونظام الانشاء في المكتبة المصدر:[10]

<u>تشكيل الواجهات</u>: تم تطوير العنصر الرئيسي للواجهة، فهي مكونه من مظلات من المنسوجات المعينية الشكل المصنوعة من التفلون حيث تعمل الأغشية البيضاء (المدعومة بهيكل كابل فولاذي ثلاثي الأبعاد المضغوط بالشد) كمظلات شمسية، كما تعكس تقاليد هيكل الخيام العربية بطريقة تكنولوجية حديثة. يبلغ مستوى اختراق الطاقة الشمسية 7 % فقط، وفي الوقت نفسه يسمح بالشفافية بين الداخل والخارج. ونظرا

لدرجات الحرارة الخارجية التي تصل إلى 50 درجة مئوية، فإن واجهة الغشاء، تجمع بين الحماية المطلوبة من الشمس مع أقصى قدر من اختراق الضوء والشفافية.

الشكل (19): واجهة المكتبة بعد التحديث المصدر:[10]

استخدام تقنيات حديثة في عملية التصميم: استخدمت برامج التصميم الحديثة للجمع بين تصميم الواجهة الحديثة والشفافية والتهوية والتبريد للمبنى. حيث استخدمت التهوية ذات الطبقات ونظام تبريد الأرضيات. كما تم تحقيق الاستدامة باستخدام مفاهيم الطاقة الحديثة وهياكل البناء العقلانية. وبهذه الطريقة، يتم زيادة الراحة الحرارية وتقليل استهلاك الطاقة بشكل كبير باستخدام أساليب وتقنيات معينة لأول مرة في العالم العربي.

2. تأثير التكنولوجيا على التصميم الداخلي للمكتبة:

تصميم فراغات مبنى المكتبة:

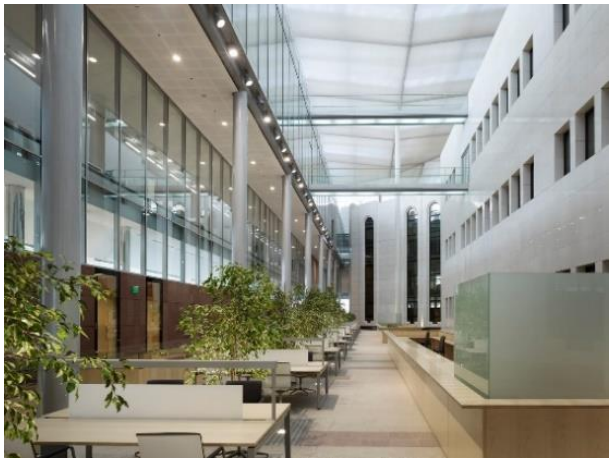
تعديل فراغات تقليدية: تم توظيف معظم فراغات المبنى القديم في تخزين محتويات المكتبة. وتم استيعاب بقية المتطلبات الوظيفية في مبنى جديد على شكل رواق مربع يحيط بالمبنى القديم. وظائف الفراغ الناشئ بين المبنيين بعد سقفه كصالات للمطالعة، كما تم توفير بعض ما تحتاجه المكتبة من مساحات مفتوحة داخلية.

الشكل (20): الفراغ الناشئ بين المبنيين القديم والحديث/ المصدر:[10]

إيجاد فراغات جديدة: يوفر التصميم الجديد للمكتبة فراغات كبيرة للمجموعات المكتبية، وأوعية المعلومات الغير متاحة بشكل مباشر للجمهور، وفراغاً خاص لمكتبه النساء، وقاعات واسعة للمطالعة، كما يوفر فراغات واسعة للأعمال المكتبية، والأنشطة الثقافية المتعلقة بها، مثل: قاعات المجموعات الخاصة، ومعامل تجهيز الكتب، وقاعة للندوات، وأخرى للمحاضرات، وقاعات الأوعية السمعية والبصرية.

ومن المرافق الخدمية المضافة: مطعم، وصالة طعام، ومحلات قرطاسيه، والمكتبات التجارية، وصالة للمعارض.

وتشكل الفراغات المتكونة بين المبنى القديم والتوسعة فراغات واسعة، تتسم بالانفتاح والشفافية، والإيحاء المضياف بالجمهور.



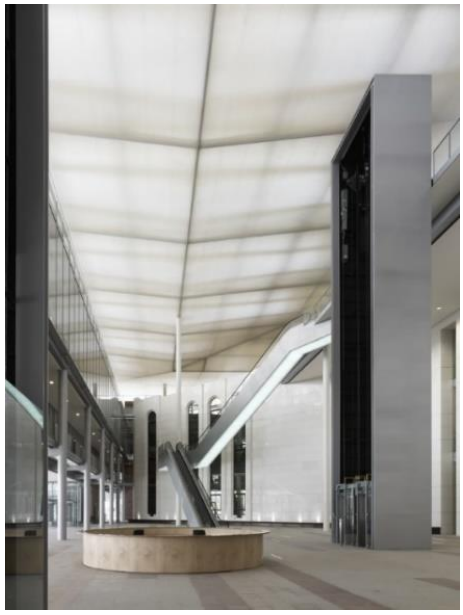
الشكل (21): قاعات واسعة للمطالعة وفراغات للأعمال المكتبية / المصدر:[10]

التأثير على المساحات بما يخدم الوظيفة الجديدة: ان عملية التحديث للمكتبة أدت الى توفير مساحات المبنى القديم والاستفادة منها في عملية التخزين، كما أدت الى خلق مساحات إضافية ناتجة عن دمج المبنيين وتوظيفها كفراغات للقراءة ومساحات تفاعلية، حيث تبلغ المساحة الإجمالية للمبنى القديم 21000 م 2، وبعد انتهاء المبنى الجديد أصبح 87000 م 2، كما أدى مشروع التوسيع إلى زيادة سعة المكتبة من 600000 إلى 2.4 مليون كتاب، وهي قابلة للتوسيع ل 4.4 مليون كتاب في المستقبل.

مرونة التصميم الداخلي: ان نظام الانشاء المعدني بمجازات واسعة المستخدم يؤمن مرونة للفراغات ويسمح بإمكانية توسيعها او دمجها حسب المتغيرات التي ممكن ان تطرأ على وظائفها.

الربط الفراغي والبصري بين كافة أجزاء المكتبة: نلاحظ توزع عناصر الاتصال الشاقولي في وسط المكتبة وفي كل قسم بشكل متوازن

إضافة الى وجود درج متحرك في البهو العام عند الدخول. أيضا يمكن للزوار الوصول إلى أقسام الوصول المفتوح في الطابق الثالث من المبنى الجديد عبر الجسور من منطقة القراءة. كما يحقق التصميم الداخلي النفاذية البصرية بين المستويات المختلفة.

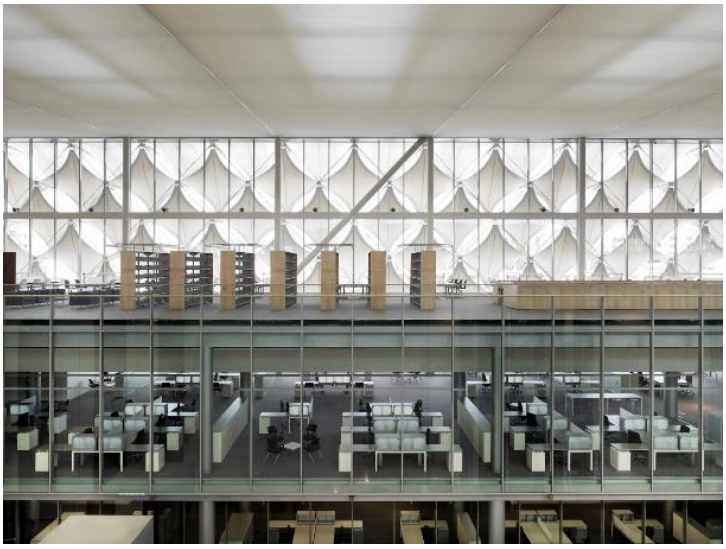


الشكل (22): عناصر الاتصال الشاقولي والأفقي في مكتبة فهد المصدر:[10]

دور التكنولوجيا في تحقيق وظائف المكتبة لتعزيز كفاءتها وتأمين راحة زوارها:

1.**المطالعة:** بقيت المكتبة محافظة على وظيفتها الرئيسية في تزويد القراء بالكتب وتأمين سهولة البحث عن طريق الفهرسة الالكترونية لكن لم يتم اعتماد أي تقنيات حديثة في عملية التخزين او إيصال الكتاب المحدد للقارء. .

2.التعلّم: اعتمد في توفير المعلومات على النظام الالكتروني السمعي والبصري والنظام الافتراضي، كما تم التركيز على وجود الفراغات التعليمية من قاعات خاصة بالمجموعات، وقاعة للندوات، وأخرى للمحاضرات، وقاعات الأوعية السمعية والبصرية.



الشكل (23): اختلاف الفراغات من تعليمية واجتماعية / المصدر:[10]

3.الناحيـة الاجتماعيـة: تـم تـأمين بعض الفراغـات التعايشـية والاجتماعيـة ومـن المرافق الخدمية المضافة: مطعم، وصـالة طعام، والمكتبات التجاريـة، وصـالة للمعارض، وتشكل الفراغات المتكونة بين المبنى القديم فراغات تتسم بالانفتاح والشفافية، والإيحاء المضياف بالجمهور.

<u>تأمين أثاث مرن متين مريح وجذاب</u>: لم يتم تجديد الأثاث او استخدام أي تقنيات حديثة في الفرش أو شاشات الكترونية وغيرها.

<u>أنظمـة الأمـن والسـلامة</u>: نلاحظ ان مدخل المكتبـة وجميـع المنـاطق الداخليـة والخارجيـة مراقبة بكاميرات حديثة، كما يتم استخدام نظام للكشف عن الحريق والانذار عنه.

جدول (3): تحليل مكتبة الملك فهد الوطنية بعد التحديث _حقل الدراسة (✔) محقق، ( ) غير محقق

المصدر: اعداد الباحثة

مجال تأثير التكنولوجيا والتقنيات الحديثة					التأثير			الخلاصة
تأثير التكنولوجيا على التصميم المعماري	التكنولوجيا المستخدمة في التصميم الخارجي للمكتبة	الشكل الخارجي للمكتبة	التصنيع	هندسي	✔			نلاحظ أن استخدام التكنولوجيا في التصميم الخارجي للمكتبة أعطى المكتبة تكوين معماري مميز مما يزيد من حيوية المنطقة ووظيفة المبنى ويجعله نقطة جذب هامة ويعطي دور ثقافي هام للمدينة.
				نحتي				
				عضوي				
				تشخيصي				
	استخدام برامج تصميم رقمية وبرامج لتحقيق الاستدامة وزيادة الراحية الحرارية وتقليل استهلاك الطاقة. نظام انشاء (هيكلي+ خيامي). التفلون والكابلات الفولاذية.	عناصر التشكيل	الشكل		يأخذ المبنى شكل مربع يحيط بالمبنى الصليبي القديم			
			الملمس		ملمس خشن يؤدي الى تباين بالظلال			
			اللون		ذات لون أحادي أبيض			
			الحواف ونهايات المبنى		ذات حواف حادة ونهايات قائمة			
			الفتحات		زجاجية واسعة			
		مدى انعكاس مواد وطرق الانشاء	مواد الانشاء الحديثة		✔			
			نظم الانشاء		✔			
		تشكيل الواجهات	الشفافية		كلياً	جزئياً	تقليدية	
					✔			
			تعدد المداخل		•			
		استخدام تقنيات حديثة في مرحلة التصميم			✔			
	التكنولوجيا المستخدمة في التصميم الداخلي للمكتبة	تصميم فراغات مبنى المكتبة	تعديل فراغات تقليدية		مطالعة	فهارس	مستودع الكتب	ان استخدام التكنولوجيا في توسعة المكتبة أدى الى توفير مساحات في المبنى القديم لتخزين الكتب واستخدام مساحات التوسعة لتكون
					✔	✔	✔	
			إيجاد فراغات جديدة		✔			
		التأثير على المساحات بما يخدم الوظيفة الجديدة	هدر		✔			
			توفير		✔			

		مرونة التصميم الداخلي	مرن		✔	فراغات مفتوحة مفعمة بالتكنولوجيا تستوعب الوظائف الجديدة مما يزيد من اقبال المرتادين من كافة الأعمار.
			غير مرن		✔	
		الربط الفراغي والبصري بين كافة أجزاء المكتبة	انفتاح الفراغات داخليا	كلي	جزئي	
					✔	
			انفتاح نحو الخارج		✔	
تأثير التكنولوجيا على التصميم المعماري	التكنولوجيا المستخدمة في تحقيق وظائف المكتبة لتعزيز كفاءة المبنى وتأمين راحة الزوار	المطالعة		سريع وسهل	بطيئ وصعب	ساعدت التكنولوجيا في تحقيق الفهرسة الالكترونية لكن لم تسهم في تطوير عملية تخزين الكتب والاعارة، وكان لها دور في ظهور وظائف جديدة كالتعلّم والفعاليات الثقافية والاجتماعية.
			الوصول للفهارس	✔		
			وصول الكتاب للقارء		✔	
		التعلّم	توفير المعلومة		✔	
			توفير مساحات تعليمية لأفراد ومجموعات		✔	
			تأمين مساحة للنقاش		✔	
	• الفهرسة الإلكترونية. • التعلّم الالكتروني الافتراضي.	الناحية الاجتماعية	التركيز على الفراغات التعايشية		✔	
			وجود أماكن التسلية والفراغات الخاصة بالأطفال		•	
			توفير مساحات للمناسبات الثقافية		✔	
			توفير المعلومات ومساعدة الزوار		•	
	أثاث متوافق مع التكنولوجيا	تأمين أثاث مرن متين مريح وجذاب			•	
	نظام استشعار الحريق الذكي	الأمن والسلامة ضد الحريق			✔	
	نسبة تأثير التكنولوجيا				%10	

جدول (4): تحليل مكتبة الملك فهد الوطنية قبل التحديث _حقل الدراسة. (✔) محقق، ( ) غير محقق

المصدر: اعداد الباحثة

مجال تأثير التكنولوجيا والتقنيات الحديثة					التأثير			الخلاصة
تأثير التكنولوجيا على التصميم المعماري	التكنولوجيا المستخدمة في التصميم الخارجي للمكتبة	الشكل الخارجي للمكتبة	التصنيف	هندسي	✔			لم تستخدم التكنولوجيا في التصميم الخارجي
				نحتي				
				عضوي				
				تشخيصي				
	• نظام انشاء هيكلي	عناصر التشكيل	الشكل		يأخذ المبنى شكل صليبي			
			الملمس		أملس			
			اللون		ذات لون أحادي أبيض			
			الحواف ونهايات المبنى		ذات حواف حادة ونهايات قائمة			
			الفتحات		ضيقة			
		مدى انعكاس مواد وطرق الانشاء	مواد الانشاء الحديثة		•			
			نظم الانشاء		•			
		تشكيل الواجهات	الشفافية	كلياً	جزئياً	تقليدية		
						✔		
			تعدد المداخل		•			
		استخدام تقنيات حديثة في مرحلة التصميم			•			
	التكنولوجيا المستخدمة في التصميم الداخلي للمكتبة	تصميم فراغات مبنى المكتبة	تعديل فراغات تقليدية	مطالعة	فهارس	مستودع الكتب		لم تستخدم التكنولوجيا في التصميم الداخلي
				•	•	•		
			إيجاد فراغات جديدة		•			
	• نظام انشاء هيكلي	التأثير على المساحات بما يخدم الوظيفة الجديدة	هدر		✔			
			توفير		•			
		مرونة التصميم الداخلي	مرن		•			
			غير مرن		✔			

		الربط الفراغي والبصري بين كافة أجزاء المكتبة	انفتاح الفراغات داخليا	كلي	جزئي	
					•	
			انفتاح نحو الخارج		•	
تأثير التكنولوجيا على التصميم المعماري	التكنولوجيا المستخدمة في تحقيق وظائف المكتبة لتعزيز كفاءة المبنى وتأمين راحة الزوار	المطالعة		سريع وسهل	بطيئ وصعب	لم تستخدم التكنولوجيا في تحقيق الوظائف
			الوصول للفهارس		✔	
			وصول الكتاب للقارء		✔	
		التعلّم	توفير المعلومة		•	
			توفير مساحات تعليمية لأفراد ومجموعات		•	
	• الفهرسة الإلكترونية.		تأمين مساحة للنقاش		•	
		الناحية الاجتماعية	التركيز على الفراغات التعايشية		•	
			وجود أماكن التسلية والفراغات الخاصة بالأطفال		•	
			توفير مساحات للمناسبات الثقافية		•	
			توفير المعلومات ومساعدة الزوار		•	
	أثاث متوافق مع التكنولوجيا	تأمين أثاث مرن متين مريح وجذاب			•	
	نظام استشعار الحريق الذكي	الأمن والسلامة ضد الحريق			✔	
	نسبة تأثير التكنولوجيا				%72	

نتائج البحث:

1. تطور التكوين العام للمكتبة حيث أصبح يتسم بالبساطة والانسيابية فلم نعد نلاحظ انعكاس فراغات ووظائف المكتبة على التكوين الخارجي للمبنى فغابت الكتلة الضخمة للمستودع وتماهت واجهة غرف المطالعة مع الشكل الخارجي فلم تعد تتطلب توجيه خاص أو كاسرات ومعالجات تقليدية ظاهرة للحد من أشعة الشمس المباشرة.
2. ساعدت التكنولوجيا في تصميم واجهات المكتبة حيث أصبحت تتمتع بالشفافية وتتلاءم مع ظروف البيئة المحيطة حيث حققت اضاءة طبيعية متناسبة مع مناخ المنطقة وعدم نفاذ للأشعة المؤذية للفرش والمقتنيات والتي تسبب الابهار في الرؤية.
3. لعبت مساهمة التطور التكنولوجي في تحقيق وظائف المكتبة دوراً أساسياً في تعزيز كفاءة المكتبة والحفاظ على أهميتها كما ساهمت في تحسين أدائها وجذب المرتادين وإنتاج مكتبات أكثر راحة ورفاهية.
4. امتد تأثير التطور التكنولوجي ليشمل فراغات المكتبة الداخلية، حيث تم تعديل بعض الفراغات التقليدية وإيجاد فراغات تدعم أنواع جديدة من أنواع التعلّم تخدم التجريب والابداع والتعاون.
5. ازدادت المساحة الأفقية لمبني المكتبة نتيجة احتواءها على فراغات جديدة تستوعب فيها تجهيزات تكنولوجية ووظائف تعليمية وتعلّمية جديدة.
6. باستخدام التكنولوجيا ونظم الانشاء الحديثة في المكتبات تم الوصول الى المرونة المطلقة في تصميم فراغاتها للحفاظ على فعاليتها وقدرتها على محاكاة التغيرات في ظل التطور المتسارع للتكنولوجيا.

7. التأكيد على العلاقة مع الخارج من خلال الفتحات الكبيرة، وعلاقة المستويات من خلال انفتاح الفراغات داخلياً، لبث الراحة عند مستخدمي المكتبة.
8. أدت انتشار التكنولوجيا في جميع مساحات المكتبة الى الاستفادة من المسطحات الخارجية والمساحات المكشوفة في المطالعة وبعض الوظائف الاجتماعية.
9. ان استخدام التكنولوجيا والتقنيات الحديثة في المكتبة أدت الى توفير 9/1 من مساحة مستودعات الكتب ذات رفوف الكتب التقليدية.
10. اندماج التكنولوجيا في معظم فراغات المكتبة كتجهيزات أو فرش أو شبكات انترنت وتسهيل استخدامها عن طريق إقامة دروس تعليمية لآلية استخدام التقنيات الحديثة.

المراجع:

1. حسن، نوبي، محمد. (٢٠٠٧). الفراغ المعماري من الحداثة إلى التفكيك، مجلة العلوم الهندسة، كلية الهندسة، جامعة أسيوط، ٣/٣٥. مصر.
2. سردوك، علي. (2020). استخدام الروبوتات الذكية في المكتبات الجامعية. مجلة دراسات المعلومات والتكنولوجيا، جامعة قالمة، الجزائر.
3. محمد، مروه. (2019). أثر التكنولوجيا الذكية على الحيزات الداخلية للمكتبات العامة. مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية، جامعة المينا، القاهرة.
4. مصطفى، عبد المنعم شعبان. (1998). تاريخ الهندسة والتكنولوجيا، القاهرة، ص. 8.
5. Agha, Rand. (2002). The Effect of Technology on Interior Design. Engineering College,Baghdad.
6. Ailion. G. Adam, (2009). Every Where is here: Architecture and Developing society. Master Thesis.
7. Atuti, Richard, the role of libraries in nurturing democracy - A paper presented at a workshop sponsored by Goethe Institute in, Nairobi Kenya.
8. Eroglu, Berkay.2016. Influence of Technological Evolution on The Architectural Form. College of Architecture, Selcuk University, Konya, Turkey.
9. Frank Koelsch. (March 1995). McGraw-Hill Ryerson, "The Info-media Revolution: How It Is Changing Our World and Your Life.", Mcgraw-Hill; First Edition.
10. Giedion, S. (1967). Space, Time and Architecture, Griwth of a New Tradition (1982), library of Congress.
11. John,Gemma.(2016). DESIGNING LIBRARIES IN 21ST CENTURY. British council.
12. Rapoport, Amos., (1980). Cross-Cultural Aspects of Environmental design, in Environment and Culture, ads I. A.

Rapoport, & J.F. Wohlwill, vol.4 of Human Behavior and Environment, New York: Plenum Press

13. Tilton, Edward, L. (December 1927). "Library Planning." The Architecture Forum. No.6, vol 47.
14. Mirosław J. Skibniewski . (2013). Technology development in construction. University of Maryland , College Park , MD , 20742-3021 , USA.
15. http://creative-architecture96.blogspot.com
16. http://en.wikipedia.org/wiki/CityLife
17. https://www.gajitz.com
18. https://www.archdaily.com/623689/ad-classics-german-pavilion-expo-67-frei-otto-and-rolf-gutbrod
19. https://www.dezeen.com/2022/09/02/sydney-opera-house-concert-hall-renovation/
20. https://en.wikiarquitectura.com/building/national-library-of-belarus/
21. https://www.Blakemore, 2016
22. www.Mahlangu,2019
23. https://www.archdaily.com/354701/hunt-library-snohetta?ad_source=search&ad_medium=projects_tab
24. https://www.archdaily.com/469088/king-fahad-national-library-gerber-architekten?ad_source=search&ad_medium=projects_tab

مساهمة في دراسة تأثير بعض العوامل على سلوك الأبنية الحاوية على جدران قص بيتونية

فدوى عيسى *

ملخّص

تتواجد جدران القص والإطارات معاً في الكثير من الأبنية البيتونية مشكلة ما يعرف بالجمل التفاعلية (المختلطة) التي تعتبر نظاماً فعالاً تقاوم فيه جدران القص معظم الحمولات الجانبية في الجزء السفلي من البناء بينما تتحمل الإطارات في الجزء العلوي غالبية القوى الجانبية.

تعتمد ميزات الجمل المختلطة على كمية التفاعل التي تتعلق بصلابة الجدران والإطارات وبارتفاع المنشأ بالإضافة إلى العديد من العوامل التي تؤثر على كمية التفاعل بين الإطارات والجدران وبالتالي تؤثر على سلوك الجمل المختلطة.

يركز البحث على دراسة بعض هذه العوامل لمعرفة تأثيرها على السلوك اللاخطي للجمل المختلطة مثل نوع الاتصال بين الجوائز والجدران (مفصلي أو صلب)، شكل الحمولة الجانبية المستخدمة عند إجراء التحليل الستاتيكي اللاخطي، استخدام فولاذ تسليح في الجدران بمقاومات أعلى من باقي العناصر الإنشائية.

تم إجراء الدراسة على بناء إطار–جدار قص بيتوني بارتفاع عشرة طوابق، وقد أجري التحليل اللاخطي باستخدام برنامج IDARC2D. وأخيراً تم استخلاص النتائج.

الكلمات المفتاحية: جملة جدار–إطار قص بيتوني، تحليل دفعي، تحليل ديناميكي لاخطي.

*مدرس– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– سورية.

A contribution to study the effect of some parameters on the behavior of buildings containing concrete shear walls

Fadwa Issa*

□ ABSTRACT □

Frames and shear walls are found in many concrete buildings, forming what is known as interactive systems, which is an effective systems in which shear walls resist most of the lateral loads in the lower part of the buildings, while the frames in the upper part withstand the majority of lateral forces.

The features of interactive systems depend on the amount of interaction which is related to the stiffness of the walls and frames and the building height, in addition to many parameters that affect the amount of interaction between frames and walls and thus affect the behavior of the system.

In this research, the focus has been on the study of some of these parameters to find out their effects on the nonlinear behavior of interactive systems such as the type of connections between beams and walls (hinged or fixed), the lateral load pattern used when conducting the nonlinear static analysis, and the use of reinforcement with higher resistances in walls only.

The study was carried out on a ten story shear wall-frame building and the nonlinear analysis was carried out using IDARC2D program. Finally, some conclusions were drawn.

Keywords: Shear wall-frame system, Pushover analysis, Nonlinear dynamic analysis.

*Teacher- Faculty Of Civil Engineering- Tishreen University. Syria.

مقدمة:

يعتمد مفهوم التصميم الزلزالي للأبنية على التحكم أو التقليل من الطلب الزلزالي وزيادة القدرة على تبديد الطاقة الزلزالية في نفس الوقت، مما يتطلب فهماً أفضل للسلوك الزلزالي للأنواع المختلفة من الأنظمة الإنشائية ومعرفة العوامل التي تؤثر على هذا السلوك.

تعتبر الجمل البيتونية المختلطة (جملة إطار–جدار قص) من الجمل الفعالة في مقاومة الحمولات الجانبية، حيث تتشارك الجدران والإطارات في الصلابة والمقاومة الجانبية مما يمكن من تقليل الانحرافات الطابقية المتوقعة وتقليل عزوم الانحناء في جدران القص والحصول على قص منتظم تقريباً مع الارتفاع في الإطارات[3].

توجد العديد من العوامل التي تؤثر على سلوك الجمل المختلطة، ويركز هذا البحث على دراسة تأثير بعض هذه العوامل على السلوك اللاخطي للجمل المختلطة بهدف معرفة مدى تأثيرها على السلوك.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى دراسة تأثير بعض العوامل على السلوك اللاخطي للأبنية البيتونية المختلطة، وهذه العوامل:

1. نوع الاتصال بين الجوائز وجدران القص (اتصال مفصلي/اتصال صلب).
2. شكل الحمولة الجانبية المطبقة عند إجراء التحليل الستاتيكي اللاخطي.
3. استخدام فولاذ تسليح بمقاومات عالية في جدران القص.

طرائق البحث ومواده:

النموذج المدروس والبرنامج المستخدم

النموذج المدروس هو بناء بيتوني مكون من عشرة طوابق بارتفاع طابقي 3.5m، أبعاد الجوائز $30 \times 55 cm$، أبعاد الأعمدة وسماكات الجدران مبينة بالجدول(1). المقاومة المميزة للبيتون $f'_c = 22MPa$، إجهاد الخضوع لفولاذ التسليح $f_y = 400MPa$.

الجملة الإنشائية للبناء هي جملة إطار–جدار قص مصممة وفق اشتراطات الكود العربي السوري 2012 [1]. يوضح الشكل(1) المبنى المدروس.

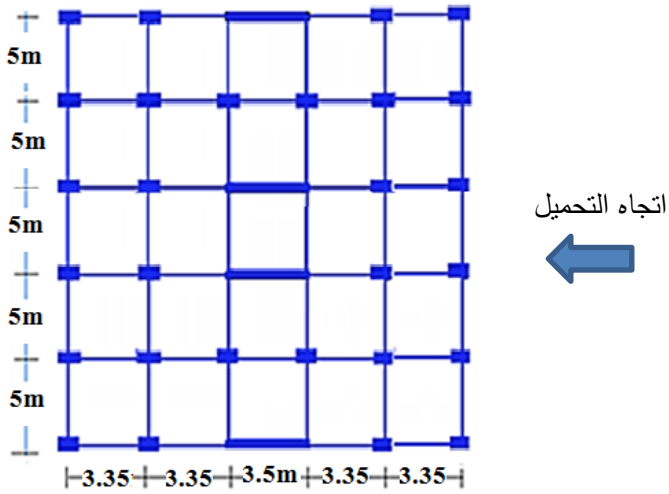
تمت نمذجة وتحليل البناء باستخدام برنامج IDARC2D [2] في حالتين:

– تحليل ستاتيكي لاخطي (Pushover analysis).

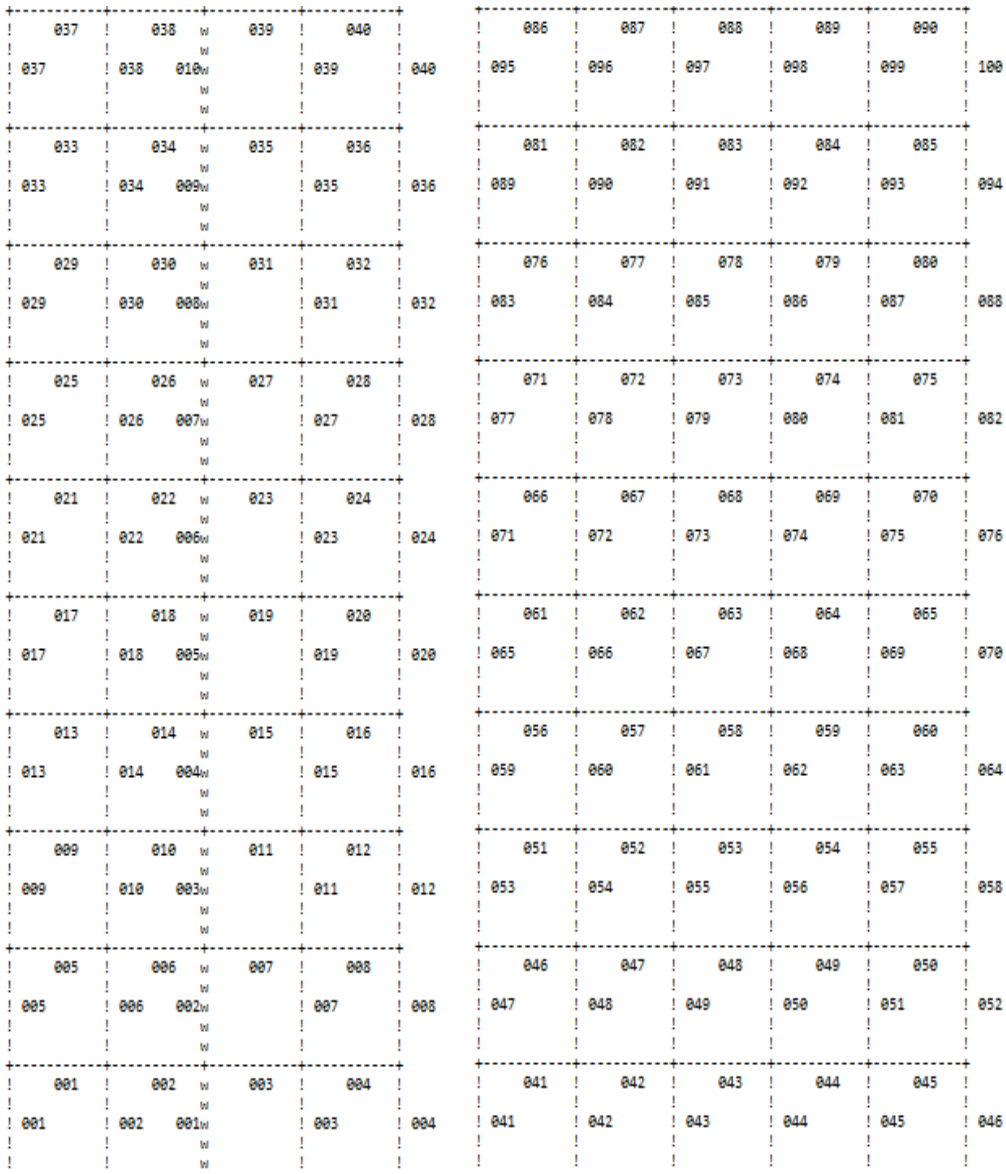
– تحليل ديناميكي لاخطي (Time history analysis) تحت تأثير زلزال Elcentro 1940 بعد معايرته إلى 0.3g. يبين الشكل(2) السجل الزلزالي لزلزال Elcentro1940.

جدول(1): أبعاد الأعمدة والجوائز وسماكة الجدران

الطابق	أبعاد الأعمدة (cm)	سماكة الجدران (cm)
3-1	60 × 45	30
5-4	55 × 45	30
7-6	55 × 45	25
10-8	45 × 40	20

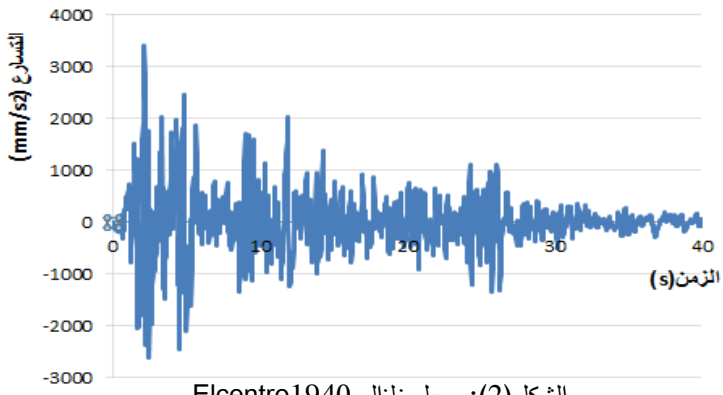


أ)مسقط البناء المدروس



ب)نمذجة البناء في برنامج IDARC2D

الشكل(1) البناء المدروس

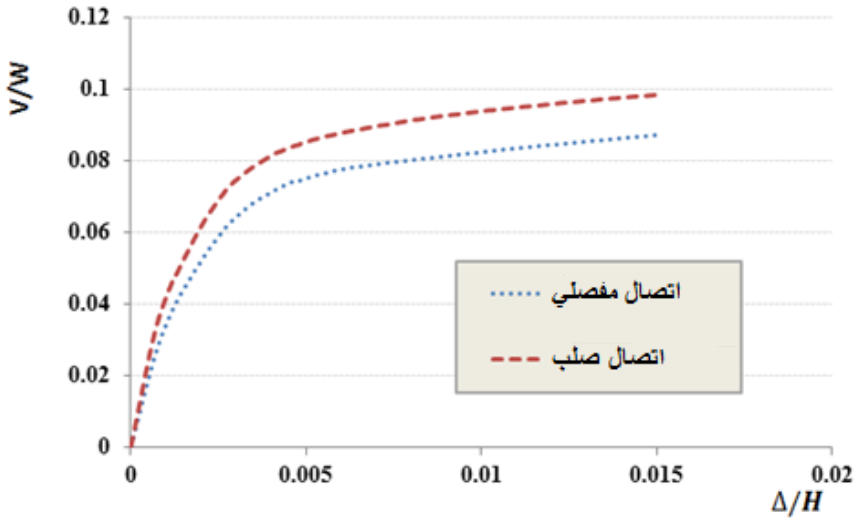


الشكل(2): سجل زلزال Elcentro1940

أولاً- تأثير نوع الاتصال بين الجوائز وجدران القص على سلوك المبنى

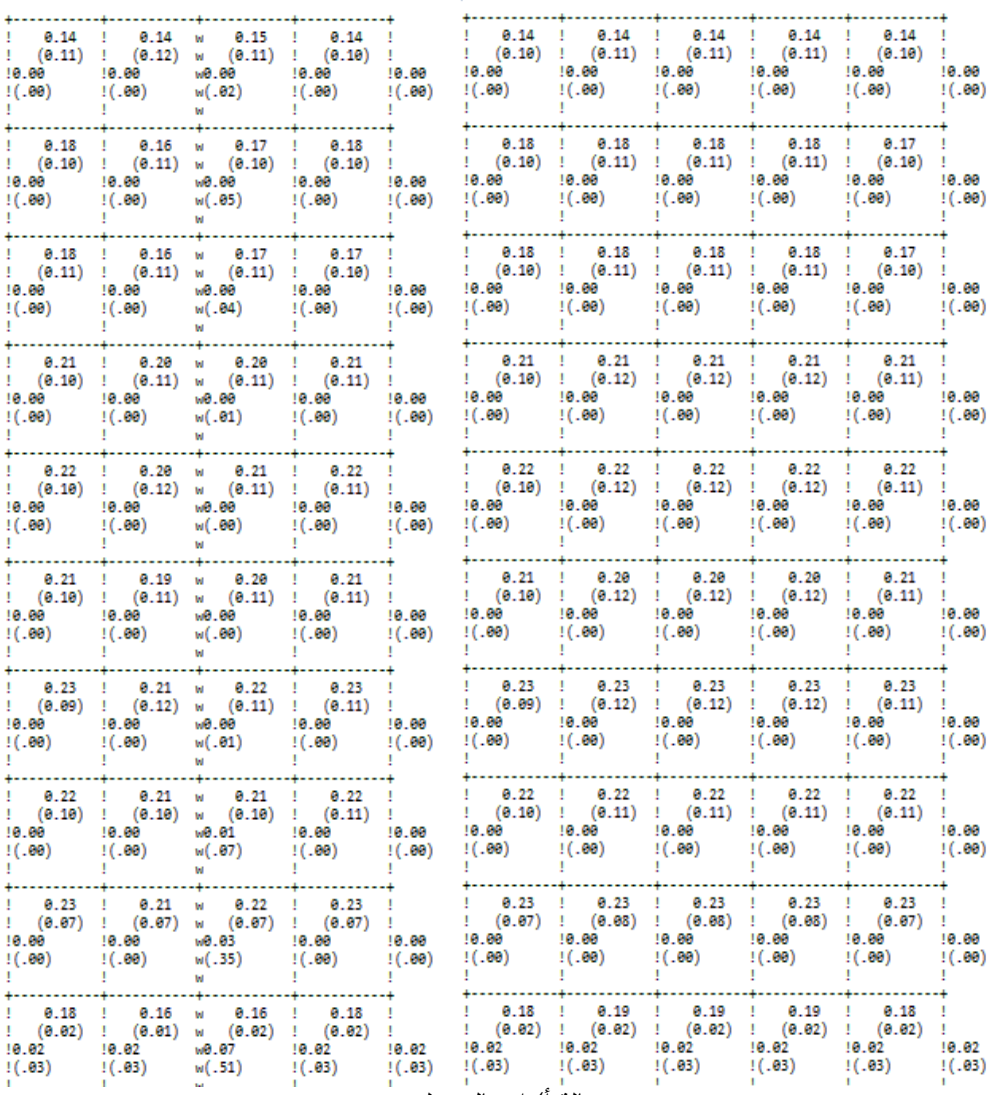
يؤثر نوع الاتصال بين جدران القص والإطارات على سلوك الجمل المختلطة، ولمعرفة مقدار هذا التأثير فقد تم إجراء تحليل ستاتيكي لاخطي (حمولة مثلث مقلوب) لدراسة سلوك المبنى المدروس في حالتين: اتصال صلب/مفصلي بين الجدران والجوائز، ومن ثم تمت مقارنة النتائج.

يبين الشكل(3) منحنيات الاستطاعة للبناء المدروس في الحالتين، وفيه يلاحظ انخفاض الصلابة الأولية للمبنى بمقدار 3.2%، إضافة إلى نقصان مقاومة المبنى في حالة الاتصال المفصلي بحوالي 14% بعد الدخول في مرحلة اللدونة.



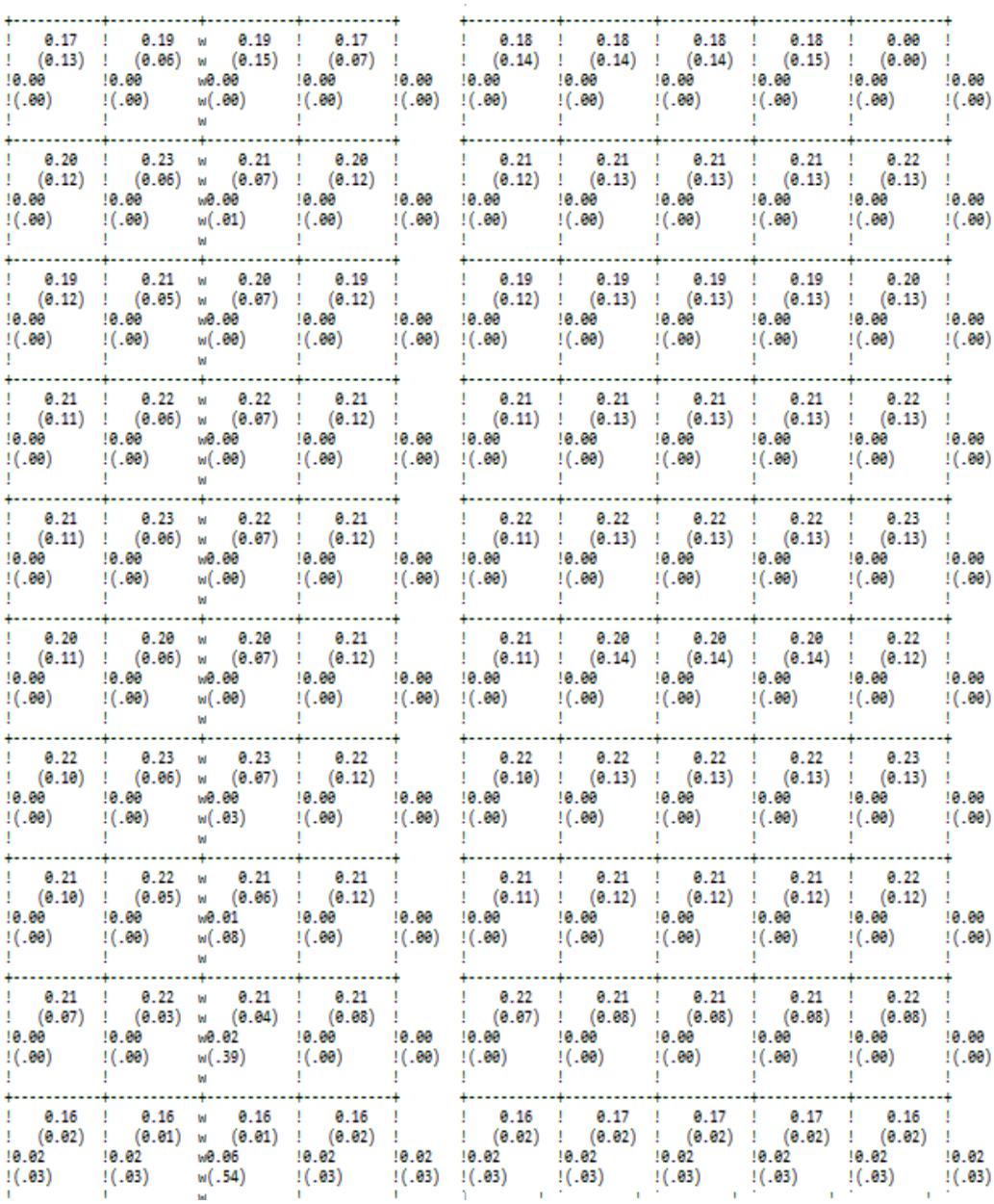
الشكل(3): منحني الاستطاعة في حالتي الاتصال بين الجوائز وجدران القص

يبين الشكل(4) قيم مؤشرات الضرر للعناصر الإنشائية في المبنى (جوائز وأعمدة وجدران) في حالتي الاتصال بين الجوائز وجدران القص. وفيه يلاحظ زيادة قيم مؤشر الضرر لمعظم الجوائز في الطوابق الثلاث الأخيرة ونقصان قيم مؤشرات الضرر للجدران بمقدار قليل في الطابقين السفليين عندما يصبح الاتصال مفصلياً: مثلاً مؤشر الضرر للجائز (88) كان 0.14 في حالة الاتصال الصلب وأصبح 0.18 في حالة الاتصال المفصلي، وقيمة مؤشر الضرر للجدار (10) كان 0.07 وأصبح 0.06.



حالة أ) اتصال صلب

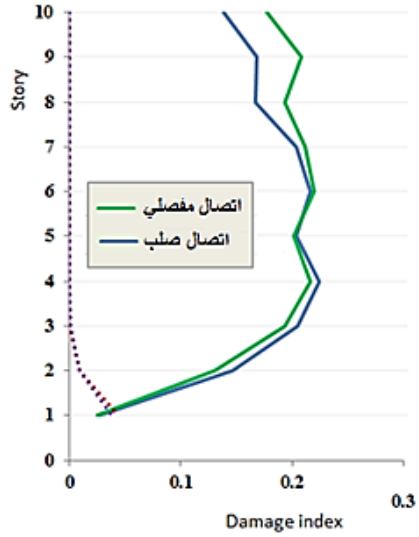
الشكل(4): قيم مؤشر الضرر لكل عنصر في المبنى (الرقم بين قوسين يمثل الطاقة الهستيرية المبددة من العنصر)



ب)حالة اتصال مفصلي

تابع الشكل(4): قيم مؤشر الضرر لكل عنصر في المبنى (الرقم بين قوسين يمثل الطاقة الهستيرية المبددة من العنصر)

تم رسم مخطط تغير مؤشر الضرر الطابقي للجوائز والأعمدة مع الارتفاع عند نهاية التحليل الدفعي كما يوضح الشكل(5). وفيه يلاحظ أن قيم مؤشر الضرر في الأعمدة بقيت شبه مهملة في جميع الطوابق ماعدا الطابق الأول في الحالتين (الخط المنقط). انخفضت قيم مؤشر الضرر الطابقي للجوائز في الطوابق الست الأولى بمقدار بسيط في حالة الاتصال المفصلي بينما ازدادت قيمه في الطوابق الست الأخيرة (مقدار الزيادة حوالي 29% في الطابق الأخير).



الشكل(5): تغير مؤشر الضرر الطابقي (للجوائز والأعمدة) مع الارتفاع (الأعمدة بخط منقط)

يوضح الجدول(2) قيم مؤشر الضرر الطابقي والعام للبناء عند نهاية التحليل الدفعي. يلاحظ من هذا الجدول ازدياد مؤشر الضرر العام بمقدار 1.2% تقريباً في حالة الاتصال المفصلي.

جدول(2): مؤشر الضرر الطابقي والعام في الحالتين: اتصال مفصلي/صلب بين الجوائز وجدران القص

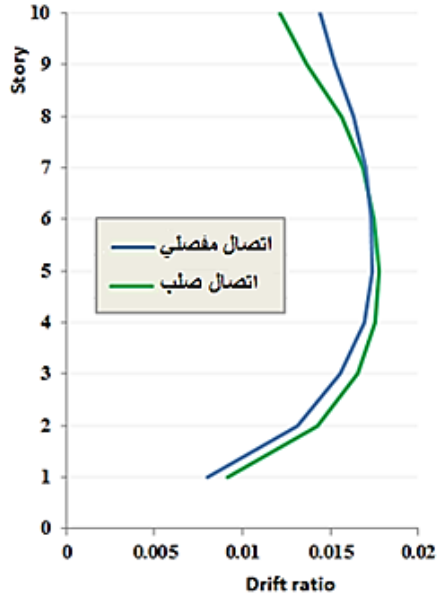
اتصال مفصلي

STORY	BEAM-SLAB DAMAGE	COL-WALL DAMAGE
10	.178	.000
9	.208	.000
8	.193	.000
7	.212	.000
6	.220	.000
5	.202	.000
4	.216	.000
3	.193	.001
2	.130	.009
1	.025	.038
OVERALL STRUCTURAL DAMAGE :		.161

اتصال صلب

STORY	BEAM-SLAB DAMAGE	COL-WALL DAMAGE
10	.138	.000
9	.168	.000
8	.167	.000
7	.204	.000
6	.216	.000
5	.204	.000
4	.224	.000
3	.205	.000
2	.147	.009
1	.028	.044
OVERALL STRUCTURAL DAMAGE :		.159

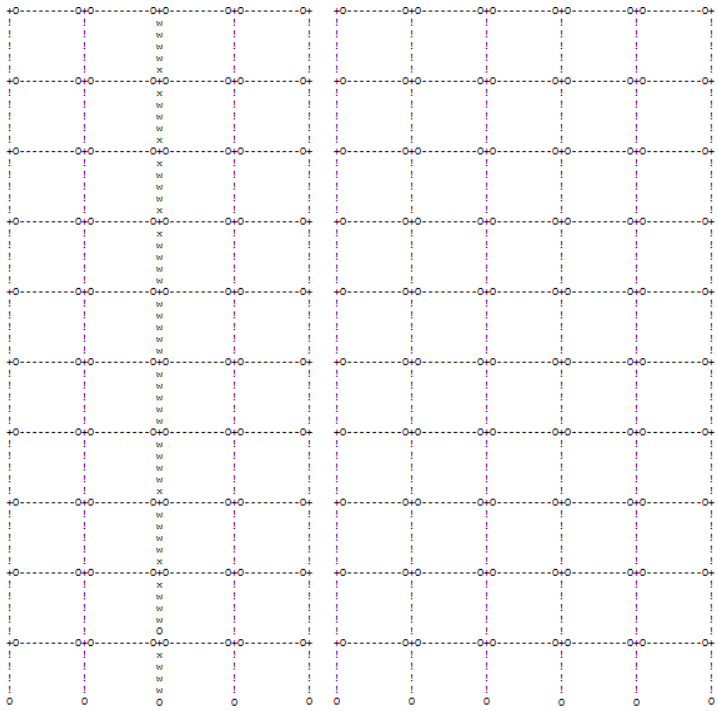
يظهر الشكل(6) تغير الانحراف الطابقي النسبي مع الارتفاع للبناء المدروس عند نهاية التحليل الدفعي، وفيه يشاهد ازدياد قيم الانحرافات الطابقية في الطوابق العلوية في حالة الاتصال المفصلي (مقدار الزيادة حوالي 19% في الطابق الأخير)، بينما حصل نقصان بقيم الانحرافات الطابقية في الطوابق السفلية.



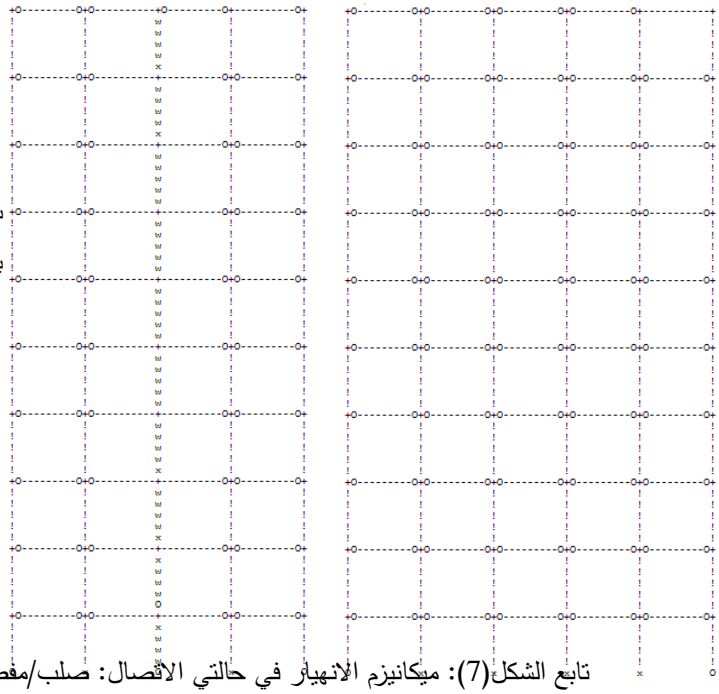
الشكل(6): تغير الانحرافات الطابقية النسبية مع الارتفاع في حالتي الاتصال (صلب/مفصلي) بين الجوائز والجدران

فيما يلي ميكانيزم الانهيار للبناء في الحالتين.

أ)حالة اتصال صلب بين الجوائز وجدران القص



ب)حالة اتصال مفصلي بين الجوائز وجدران القص



تابع الشكل(7): ميكانيزم الانهيار في حالتي الاتصال: صلب/مفصلي

ثانياً– تأثير شكل الحمولة الجانبية المستخدم في التحليل الستاتيكي اللاخطي

بالرغم من وجود العديد من أشكال التحميل الجانبي المتاحة لإجراء التحليل الستاتيكي اللاخطي إلا أنه عادة مايستخدم شكل تحميل جانبي مثلثي، وقد لا يكون هذا الشكل هو الذي يعطي الأداء الصحيح للمبنى. في هذا البحث تم إجراء تحليل دفعي (Pushover) باستخدام أربعة أشكال للحمولات الجانبية ومقارنة النتائج، وهي:

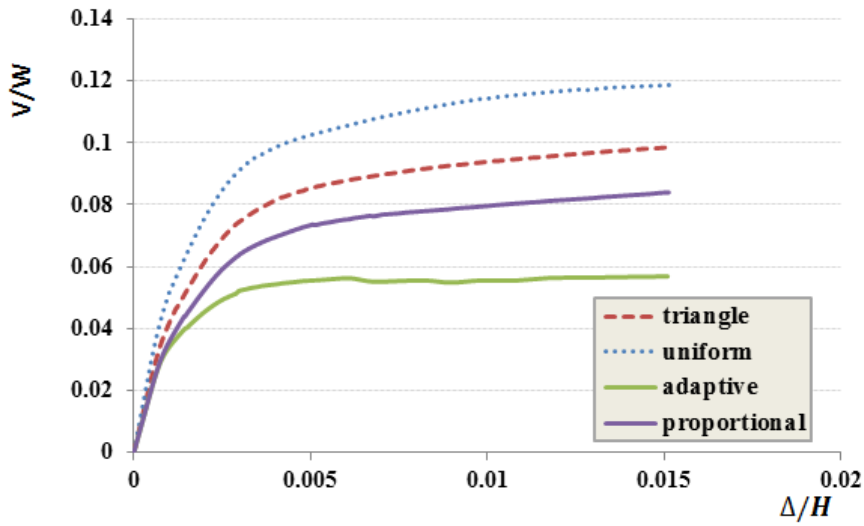
1–شكل مثلث مقلوب (inverted triangle)

2–شكل توزيع منتظم (uniform)

3–شكل متكيف مع الأنماط (modal adaptive pushover distribution)

4– (distribution proportional to a power of the story elevation)

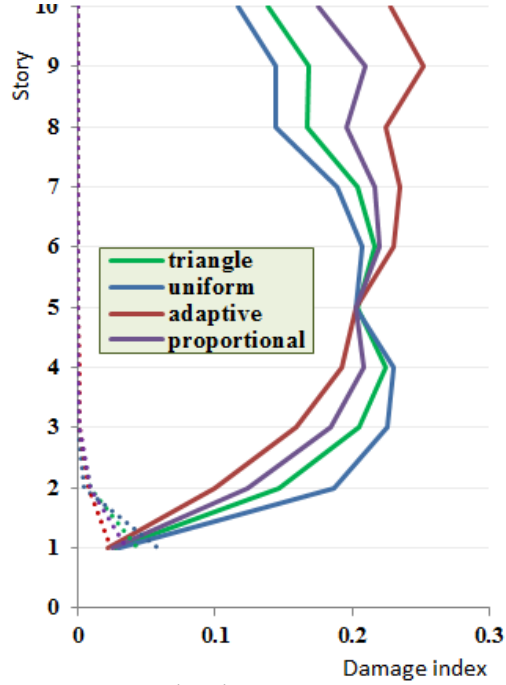
فيما يلي منحنيات الاستطاعة المستنتجة للبناء المدروس من أجل أشكال التحميل الأربعة، وفيها يلاحظ اختلاف كبير بين المنحنيات، وبالتالي اختلاف الصلابة المتوقعة للمنشأ واختلاف مقاومته بشكل كبير في المراحل المختلفة، إذ أعطى شكل التحميل المنتظم أعلى قيم بينما أعطى شكل التحميل التكيفي أقل القيم، وقد كانت الصلابة الأولية للمنحني ذي التوزيع المنتظم هي الأكبر بينما كانت الصلابة الأولية لمنحنيات الشكل التكيفي والنسبي هي الأقل.



الشكل(8): منحنيات الاستطاعة من أجل أشكال التحميل المختلفة

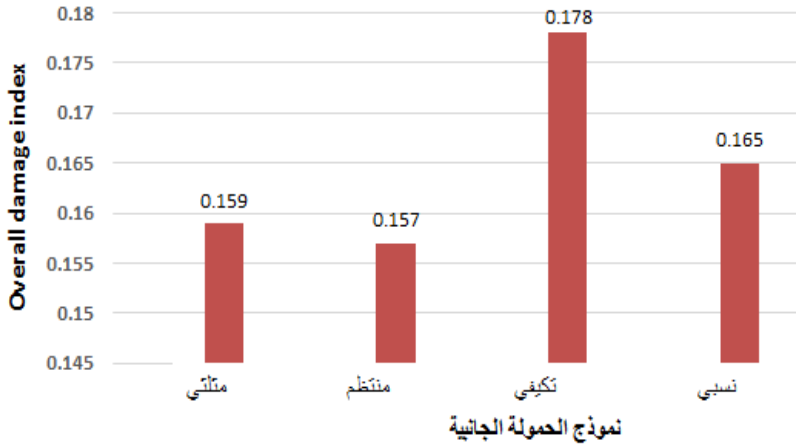
عند مقارنة تغير مؤشرات الضرر الطابقي مع الارتفاع الموضحة في الشكل(9) تبين أن شكل التحميل التكيفي أعطى أكبر قيم لمؤشر الضرر في الطوابق (5–10) بينما أعطى أقل قيم في

الطوابق السفلية (1–5). في حين أعطى شكل التحميل النسبي قيم منتظمة تقريباً لمؤشر الضرر مع الارتفاع.



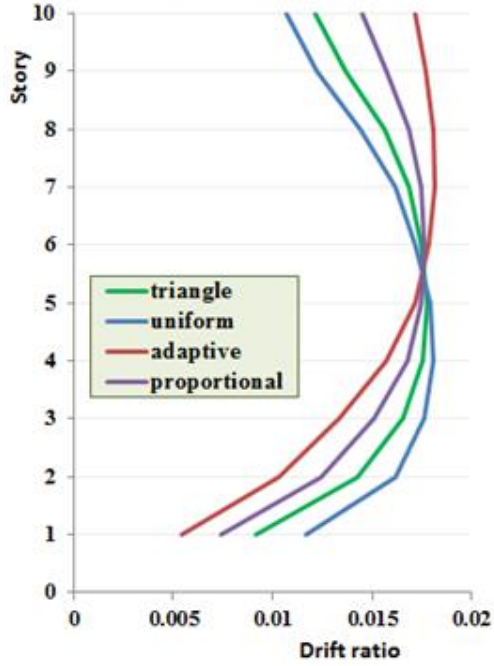
الشكل(9): تغير مؤشر الضرر مع الارتفاع من أجل أشكال مختلفة للحمولة الجانبية

عند النظر إلى تغير قيم مؤشر الضرر العام مع تغير شكل التحميل، والموضح بالشكل(10) نجد أن شكل التحميل التكيفي أعطى أكبر قيمة لمؤشر الضرر (0.178)، بينما أعطى شكل التحميل المنتظم أقل قيمة (0.157) أي أن الفرق بينهما حوالي 12%.



الشكل(10): مؤشر الضرر العام من أجل أشكال التحميل المختلفة

برسم مخططات تغير الانحرافات الطابقية النسبية مع الارتفاع عند نهاية التحليل الدفعي من أجل أشكال التحميل الأربعة (الشكل11) تبين أن شكل التحميل المنتظم أعطى أكبر قيم للانحراف الطابقي في الطوابق السفلية وأقل قيم في الطوابق العليا بينما أعطى الشكل التكيفي أقل قيم للانحراف الطابقي في الطوابق السفلية وأكبر قيم في الطوابق العليا. وهنا أيضا أعطى شكل التحميل النسبي قيم منتظمة تقريباً مع الارتفاع لاسيما في الطوابق الوسطية.



الشكل(11) تغير الانحرافات الطابقية مع الارتفاع من أجل أشكال التحميل المختلفة

ثالثاً– تأثير استخدام فولاذ بمقاومات أعلى في جدران القص

يسمح الكود العربي السوري2012 [1] باستخدام فولاذ تسليح بمقاومة خضوع أكبر من 400MPa شريطة ألايقل إجهاد الانقطاع عن 1.25 مرة من إجهاد الخضوع الفعلي، وألا تقل الاستطالة النسبية عند الانقطاع عن 12%.

يدرس هذا البحث إمكانية أن يستخدم في جدران القص فولاذ تسليح ذي إجهاد خضوع أعلى مما يستخدم في باقي العناصر الإنشائية للجملة المختلطة (مع الحفاظ على اشتراطات الكود العربي السوري) وذلك لمعرفة تأثير ذلك على سلوك الجمل المختلطة.

تمت دراسة أداء المبنى المدروس من أجل ثلاث قيم لإجهاد الخضوع في الجدران(400MPa، 420MPa، 460MPa). في البداية تم إجراء تحليل ستاتيكي لاخطي ومن ثم تم إجراء تحليل ديناميكي لاخطي باستخدام زلزال Elcentro1940 بعد معايرته إلى 0.3g.

نتائج التحليل الستاتيكي اللاخطي (Pushover analysis)

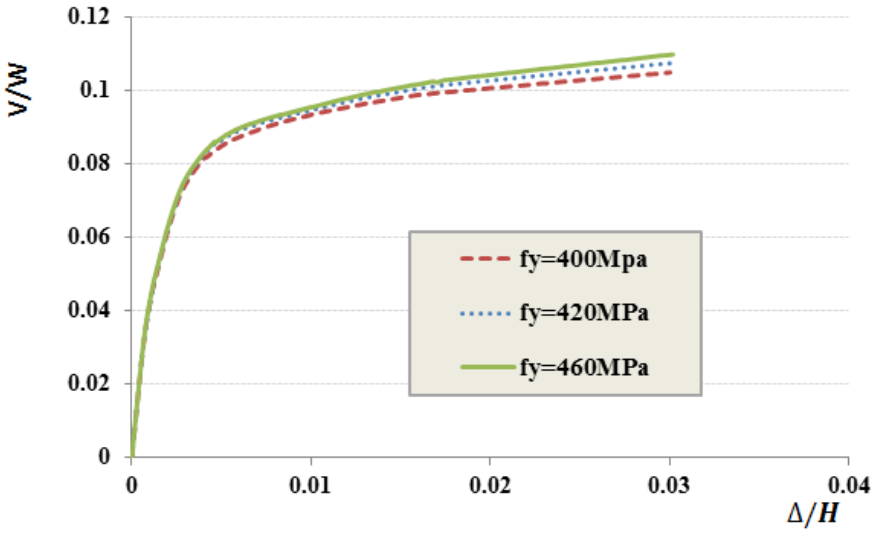
تم استنتاج منحنيات الاستطاعة للبناء المدروس من أجل الحالات الثلاثة لقيم إجهاد خضوع فولاذ الجدران. يلاحظ من الشكل(12):

-لم يلحظ تغير في الصلابة الأولية للمبنى عند ازدياد مقاومة الخضوع لفولاذ الجدران.

-بازدياد مقاومة الخضوع لفولاذ الجدران ازدادت مقاومة الخضوع للمبنى حوالي 2%.

- استطاع المبنى الحفاظ على مقاومته إذ لم يعاني من انخفاض في المقاومة حتى نهاية التحليل.

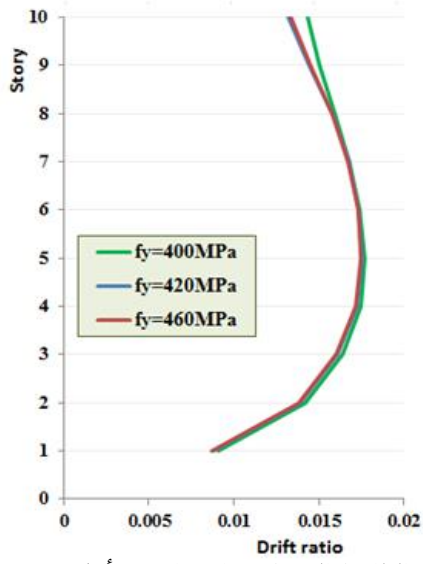
- كانت مطاوعة الانتقال حوالي 5 من أجل القيم المختلفة لفولاذ التسليح.



الشكل(12): منحنيات الاستطاعة من أجل قيم مختلفة لإجهاد خضوع فولاذ الجدران

الانحرافات الطابقية النسبية (Story Drift ratios)

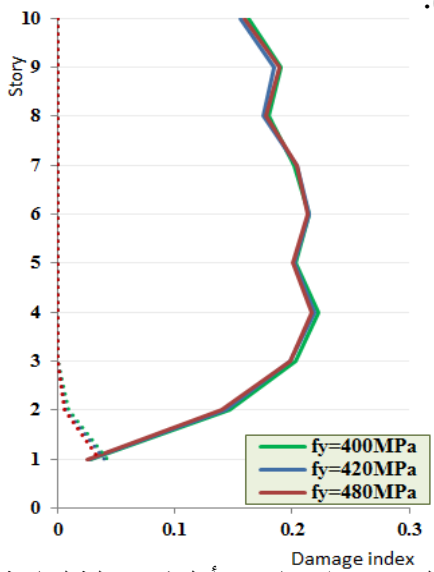
يبين الشكل(13) تغير الانحرافات الطابقية النسبية مع الارتفاع، وفيه نجد أن استخدام فولاذ بمقاومات أعلى في جدران القص أدى إلى تخفيض قيم الانحرافات الطابقية في جميع الطوابق ولاسيما الطابق الأخير حيث قل الانحراف الطابقي بمقدار 4%.



الشكل(13): تغير الانحرافات الطابقية النسبية مع الارتفاع من أجل قيم مختلفة لمقاومة فولاذ الجدران

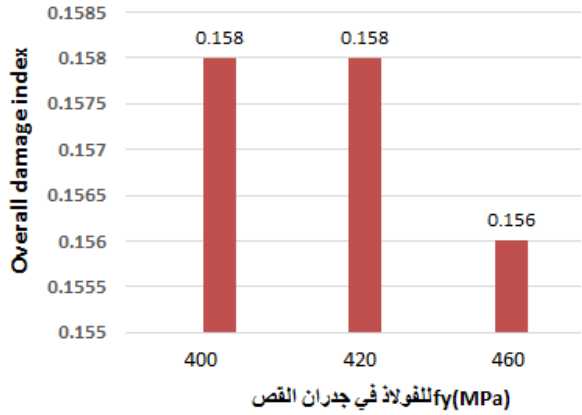
مؤشر الضرر (Damage index)

تم رسم تغير مؤشر الضرر الطابقي للجوائز والأعمدة مع الارتفاع من أجل القيم المختلفة لفولاذ الجدران كما يوضح الشكل(14). وقد تبين أن زيادة مقاومة الخضوع لفولاذ الجدران قلل قيم مؤشر الضرر للجوائز بشكل بسيط كما لعب دوراً أكبر في تقليل قيم مؤشر الضرر للأعمدة في الطابق الأرضي(الخط المنقط).



الشكل(14): تغير مؤشر الضرر مع الارتفاع من أجل قيم مختلفة لمقاومة فولاذ الجدران

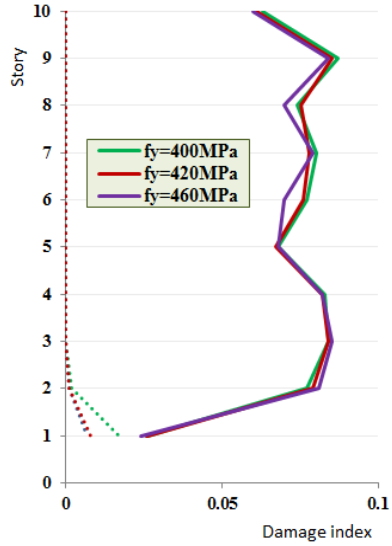
يظهر الشكل(15) تغير قيم مؤشرات الضرر العام للبناء من أجل القيم الثلاثة لإجهاد خضوع فولاذ الجدران: وفيه يلاحظ انخفاض قيمة مؤشر الضرر العام مع ازدياد مقاومة فولاذ الجدران إذ انخفض بمقدار 1.3% عند تغيير مقاومة فولاذ الجدران من 400MPa إلى 460MPa.



الشكل(15): قيم مؤشر الضرر العام للمبنى من أجل قيم مختلفة لمقاومة فولاذ الجدران

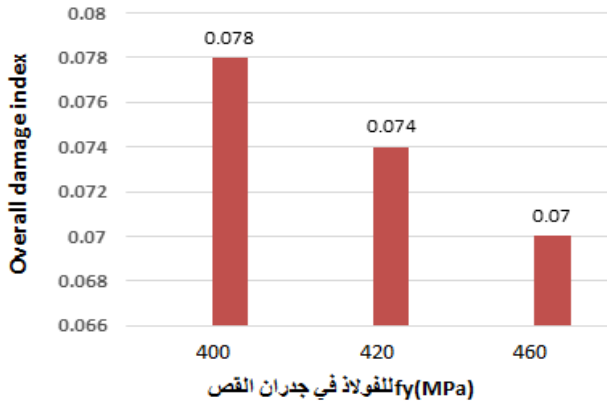
نتائج إجراء تحليل ديناميكي لاخطي (Nonlinear time history analysis)

تم إجراء تحليل ديناميكي لاخطي تحت تأثير زلزال Elcentro بعد معايرته إلى 0.3g. يبين الشكل(16): تغير مؤشر الضرر الطابقي للجوائز والأعمدة مع الارتفاع. أدت زيادة مقاومة الخضوع لفولاذ الجدران إلى تقليل قيم مؤشر الضرر في الجوائز في معظم الطوابق، وكذلك ساهمت في تقليل مؤشر الضرر الأعمدة في الطابق الأول بشكل ملحوظ (حوالي 50%).



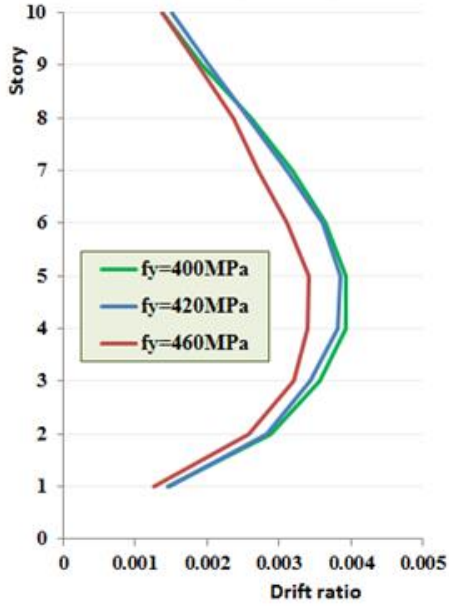
الشكل(16): تغير مؤشر الضرر مع الارتفاع عند تطبيق زلزال Elcentro1940

يبين الشكل(17) تغير قيم مؤشر الضرر العام مع ازدياد مقاومة خضوع فولاذ الجدران. ومنه يلاحظ انخفاض قيمة مؤشر الضرر مع ازدياد مقاومة الخضوع لفولاذ الجدران بمقدار 10% عند تغير المقاومة من 400MPa إلى 460MPa)



الشكل(17): تغير مؤشر الضرر العام عند تطبيق زلزال Elcentro1940

تم رسم منحنيات تغير الانحراف الطابقي النسبي مع الارتفاع في الشكل(18). وفيها نجد أن زيادة مقاومة خضوع فولاذ الجدران أدى إلى تقليل الانحرافات الطابقية النسبية بحوالي 12%.



الشكل(18): تغير الانحرافات الطابقية مع الارتفاع عند تطبيق زلزال Elcentro1940 معاير إلى 0.3g

الاستنتاجات والتوصيات:

النتائج

تملك الجمل المختلطة مميزات إنشائية متعددة، ونظراً لكثرة العوامل التي تؤثر على سلوك هذه الجمل فقد تم في هذا البحث دراسة تأثير بعض البارامترات لمعرفة تأثيرها على الأداء اللاخطي لجملة مختلطة مصممة وفق الكود العربي السوري2012. فيما يلي تلخيص للنتائج التي تم التوصل إليها:

1. يؤدي استخدام اتصال مفصلي بين جوائز الإطارات وجدران القص المتصلة معها إلى تقليل صلابة ومقاومة الجملة في المرحلة اللاخطية، كما يسبب زيادة في قيم مؤشر الضرر الطابقي والعام. أما بالنسبة للانحرافات الطابقية النسبية فقد ازدادت قيم الانحرافات الطابقية في الطوابق العلوية، بينما قلت الانحرافات الطابقية في الطوابق السفلية في حالة الاتصال المفصلي.
2. يؤثر شكل التحميل الجانبي المستخدم في التحليل الستاتيكي اللاخطي بشكل كبير على النتائج (منحني الاستطاعة ومؤشرات الضرر والانحرافات الطابقية).
3. يؤدي استخدام فولاذ تسليح بمقاومات أعلى في جدران القص (حتى $f_y = 460MPa$) إلى تحسن في منحني الاستطاعة وازدياد مقاومة الخضوع للمبنى، إضافة إلى تقليل قيم الانحرافات الطابقية ومؤشرات الضرر الطابقية والعامة لاسيما في الطابق الأول.

التوصيات

1. ضرورة الانتباه عند التنفيذ إلى الالتزام بتفصيلات التسليح في المخططات التنفيذية لاسيما عند منطقة الاتصال بين جوائز الإطارات والجدران، لما لها من تأثير كبير على سلوك الجمل المختلطة.
2. إجراء أبحاث أكثر حول تأثير شكل الحمولة الجانبية المستخدم عند إجراء تحليل ستاتيكي لاخطي على سلوك جمل إطار–جدار قص بيتوني.

References

[1] الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ الإنشاءات بالخرسانة المسلحة2012، نقابة المهندسين.

[2]Valles, R.E., Reinhorn, A. M., Kunnth, S. K. and Madan, "A program for the Inelastic Damage Analysis of Buildings", IDARC2D ver 6.1 Technical Report, NCEER- State University of new York at Buffalo, 2006.

[3] Smith, B., Coull, A., "Tall building structures: analysis and design", John Wiley & Sons, INC., 1991.

دراسة تأثير استخدام البيتون المنتج من حصويات معاد تدويرها ضمن البلاطات المصمتة العاملة باتجاه واحد على مخططات حمولة – سهم

طالب الدراسات العليا: وسام الديب
كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث
اشراف الدكتور: عصام ملحم

ملخص البحث:

يتناول هذا البحث دراسة تجريبية حول تأثير استخدام الركام المعاد تدويره (خشن+ ناعم) من الأبنية المحطمة وذلك كبديل أو متمم عن الركام الطبيعي بنسب استبدال مختلفة (0–25–50–75–100)% والمستخدم في صب بلاطات بيتونية عاملة باتجاه واحد (مصمتة) وتأثيره على مخطط حمولة–سهم.

سيتم اختبار 15 بلاطة بيتونية مسلحة مصبوبة باستخدام حصويات طبيعية وأخرى معاد تدويرها بنسب استبدال مختلفة (0–25–50–75–100)% لكل نسبة 3 بلاطات.

إن الهدف من هذا العمل هو التحقيق في تأثير استبدال المواد المعاد تدويرها على مخطط حمولة–سهم .

بينت النتائج أنه في حال استخدام البيتون المصبوب من ركام معاد تدويره بنسب استبدال (25–50–75)% وبالمقارنة مع العينات المرجعية المصبوبة من ركام طبيعي فإن قيم السهوم تكون متقاربة نوعا ما وذلك حتى 70% من قيم التحميل العظمى في حين أبدت العينات ذات نسب الاستبدال 100 % عند نفس الحمولات قيماً أكبر للسهوم بلغت عند الحمولة القصوى 200 % تقريبياً من قيمة السهم للعينات الاخرى.

في حين أبدت جميع العينات نفس قيم السهوم أثناء التحميل حتى 50% من قوى التحمل القصوى.

أما فيما يخص قوى التحمل القصوى للبلاطات فقد أبدت العينات ذات نسب الاستبدال

50 % المقاومة الأعلى وصلت وسطيا KN(117) وبنسبة 113.78% نسبة للعينات المرجعية ثم تلتها العينات ذات نسب الاستبدال 25 % بقيمة وسطية KN (112.63) وبنسبة 109.53 % نسبة للعينات المرجعية أما العينات ذات نسب الاستبدال 75 % أعطت قيم أقل وصلت وسطيا KN(97) وبنسبة 94.33 % نسبة للعينات المرجعية وكانت النتائج الخاصة بالعينات ذات نسب الاستبدال 100% الأقل نسبة لباقي العينات وصلت وسطيا KN(93) وبنسبة 90.44 % نسبة للعينات المرجعية .

و بناءً عليه يمكن القول أنه يمكن استخدام الركام المعاد تدويره وفقا لنسب الاستبدال (25-50-75)% وبشكل أمن وذلك وفقا للتدرج الحبي ووفقا للأوزان المعتمدة في تصميم الخلطة البيتونية المبينة في البحث في حين أعطت العينات ذات نسب الاستبدال 100 % قيم أعلى فيما يخص السهوم وقيم أقل للحمولات ويمكن استخدامها بشكل محدود وفقاً لنوع المنشأ.

الكلمات المفتاحية : بيتون مسلح، الركام المعاد تدويره، قدرة التحمل، حمولة سهم، قابلية التشغيل

An experimental study on the impact of the use of concrete produced from utilizing recycled aggregates within one-way concrete slab (solid) and its effect on a load – deflection diagram

summary of the research:

Abstract. The main aim of this study is to determine the impact of rough and soft recycled aggregates from demolished buildings on the flexural behavior and, in particular, the load-deflection curve of one-way reinforced concrete slabs. Four mixtures were prepared from a reference natural aggregate concrete by replacing the natural aggregates with recycled aggregates at percentages of 25, 50, 75, and 100%. 15 reinforced slabs were cast from all four mixes; three slabs from each mixture were made and evaluated under four points of bending.

The obtained results demonstrated that, for loads below 70% of the bearing capacity, all slab deflections are comparable when the replacement ratio is less than 70%, however for slabs made entirely of recycled aggregate, the deflection is greater for the same load level. In comparison to other slabs, the deflection increases 200% at a load of 80 kN. In terms of the slabs' maximum capacity, samples with a 50% replacement ratio show higher resistance which is 113.78% greater than the capability of the reference samples. When compared to the reference samples, slabs with a replacement ratio of 25% have a higher bearing capacity of 109.53%, while slabs with a replacement ratio of 75% have a bearing capacity that is 94.33 per cent lower. Moreover, slabs with a 100% replacement ratio display a decreased capacity equal to 90.44% compared to the reference. Based on the experimental findings, recycled aggregates can be safely used with replacement ratios lower than 75%.

Keywords: Reinforced concrete, Recycled aggregates, Bearing capacity, Load-deflection, workability.

1- مقدمة البحث :

بدأت دراسة مواصفات الركام المعاد تدويره و الخصائص الأساسية لركام البيتون منذ سنوات قليلة، مما جعل العديد من البلدان تبدأ بوضع معايير أو توصيات للبدء باستخدامها.

في الوقت الحالي تجري العديد من الأبحاث على المواد المعاد تدويرها وتلك الأبحاث تتطلب دراسة الخواص الفيزيائية و الميكانيكية الأساسية.

من الخصائص الرئيسية للبيتون المحضر من الحصويات المعاد تدويرها :

1. المقاومة المنخفضة و معامل المرونة المنخفض.
2. القدرة الكبيرة على الزحف و الانكماش.
3. الالتصاق الضعيف نسبيا (مقارنة مع البيتون العادي) مع المونة الإسمنتية مما يضعف مقاومة البيتون على الشد.
4. قابلية التشغيل السيئة بسبب امتصاص الحصويات المعاد تدويرها العالي للماء التي قد تصل إلى عشرة بالمئة.

الشكل (1) الأبنية المدمرة في بعض المناطق السورية

2- المشكلة العلمية ومبررات البحث:

يتطلب الوضع في سوريا العمل لإيجاد حل علمي واقتصادي لاستثمار الكم الهائل من الركام الذي ظهر خلال الأزمة التي تعرضت لها البلاد والتي طالت معظم المناطق ونتج عنها تهديم عدد كبير من المباني.

وأفضل الطرق لعلاج هذا الوضع هو إعادة تدوير الركام، لذا يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الركام المعاد تدويره كبديل جزئي أو كلي عن الركام الطبيعي على خواص البيتون المصنع بهذا الركام وتأثيره على مخطط حمولة- سهم .

3- الدراسات المرجعية:

فيما يلي بعض النتائج التي تم الحصول عليها من بعض الدراسات حول الركام المعاد تدويره:

- انخفضت مقاومة القص للجوائز ذات نسبة استبدال ركام خشن و ناعم معاد تدويره بمقدار (11-19%) عندما تم استخدام 30% من الركام الخشن والناعم المعاد تدويره .

عندما تم استبدال كامل الركام الطبيعي بركام معاد تدويره انخفضت مقاومة القص للجوائز بمقدار 11% .

أظهرت الجوائز البيتونية المسلحة باستخدام بيتون مع ركام معاد تدويره سلوكاً للقص مماثل للجوائز البيتونية من ركام طبيعي من حيث استجابة السهم للحمولة.

انهارت جميع العينات في وضع انهيار القص التقليدي نتيجة لكسرها بشكل قص قطري رئيسي و تم تفتت البيتون تحت تأثير الحمولات، و حدث الانهيار قرب المساند[1].

- أكدت بعض الدراسات المرجعية عدم استخدام الركام الناعم المعاد تدويره بسبب امتصاصه العالي للماء [2]، بينما أعطت دراسات اخرى مجالاً للاستخدام بنسبة منخفضة تتراوح من (10-30)% من وزن الرمل الكلي[3].

- أكدت دراسات اخرى إمكانية استخدام الركام المعاد تدويره بنسبة 20% لجميع أعمال البناء حيث أجريت التجارب على 125 خلطة بنسب استبدال مختلفة للركام المعاد تدويره وأجريت تجارب اخرى لتحديد مقاومتها على الانعطاف ومعامل المرونة والامتصاص والتجمد والذوبان[4].
- أجريت دراسات اخرى على السلوك الميكانيكي والخواص المرنة باستخدام خلطات بنسبة استبدال 30% وباستخدام ملدن لزيادة قابلية التشغيل وباستخدام نسبة w/c بين (0.4–0.6) وتوصلت إلى مقاومة مكعبية تصل إلى 32MPa ولكن بمعامل مرونة أخفض بحوالي 16% من الخلطة بركام طبيعي [5] .
- توصلت أبحاث اخرى إلى أنه عند استبدال الركام الطبيعي بالركام المعاد تدويره بنسبة 100% تنخفض مقاومة الضغط حتى 40% وينخفض معامل المرونة حوالي 45%[6].
- أجريت دراسات اخرى على خلطات بيتونية بنسب استبدال %(50–30–15) وتوصلت إلى أن المقاومة تنخفض بزيادة نسبة الاستبدال للركام المعاد تدويره حيث انخفضت بنسب (25–23–26)% في المقاومة على الضغط عن العينات المرجعية[7].
- بعض الباحثين اختبروا الركام المعاد تدويره في الحموض الكيميائية كحمض كلور الماء وحمض الكبريت وحمض الفوسفور بتركيز 0.1 مول بهدف إزالة المونة الاسمنتية الملتصقة بالركام، وهذا أدى إلى تقليل نسبة الامتصاص بحوالي(12.17–7.27)% وأعطى ترابطاً أقوى في المنطقة الانتقالية بين الركام والمونة الاسمنتية، وتوصلوا إلى أنه عند الاستبدال بنسب (30–5)% تكون مواصفات الخلطة أفضل من الخلطة بالركام الطبيعي حيث ازداد عامل المرونة بمقدار 20% عند نسبة استبدال 30% من الركام المعاد تدويره المعالج بحمض كلور الماء[8].
- قام بعض الباحثين بدراسة أثر محتوى الاسمنت على مقاومة الضغط حيث استخدم خمس كميات مختلفة للإسمنتkg/m^3(250–300–350–400–)

450) وتوصلوا إلى أن الفرق بالمقاومة بين الخلطة بالركام الطبيعي والمدور يكون أقل عند استخدام كمية إسمنت أقل، فمن أجل محتوى kg/m^3(250-300) كانت المقاومة أقل بحوالي 80%، أما من أجل كمية إسمنت $300kg/m^3$ يصبح التغير بالمقاومة (5-20)%،كما أن الجودة التي تم الحصول عليها مع كمية اسمنت أقل من $300kg/m^3$ ضعيفة، في حين استخدام إسمنت أعلى من ذلك أعطى مواصفات أفضل وجودة أفضل[9].

4- **هدف البحث :**

دراسة تأثير البيتون المصبوب من الركام المعاد تدويره (خشن+ناعم) من الأبنية المحطمة وذلك كبديل عن الركام الطبيعي وبنسب استبدال مختلفة

%(0-25-50-75-100) على مخطط حمولة-سهم ولك بالنسبة للبلاطات البيتونية(مصمتة) العاملة باتجاه واحد.

5- مواد البحث وطرائقه:

5-1- الاسمنت:

تم استخدام الاسمنت البورتلاندي العادي من انتاج معمل اسمنت طرطوس صنف 32.5 N، عيار 400kg/m3 في جميع الخلطات البيتونية.

5-2- الركام الطبيعي:

تتكون المواد الحصوية الداخلة في تركيب الخلطة البيتونية من حصويات طبيعية مكسرة تحقق متطلبات المواصفات الأمريكية (ASTMC33-90) والمواصفة السورية (SNS 332) ومكونة من صنفين من النوع المكسر ذات المنشأ الدولوميتي الكلسي، مستخرجة من مقالع حسياء في محافظة حمص، وتعرّف كالآتي:

- **بحص : مادة رقم (1)**
- **رمل مكسر** (crushed sand)**:** معروف محلياً باسم الزرادة **مادة رقم(2).**

- **رمل طبيعي** (natural sand): ذو منشأ سيليسي، يضاف إلى الخلطة البيتونية من أجل تعديل المنحني الحبي للرمل المكسر وتحسين قابلية تشغيل البيتون **مادة رقم(3)**.

5-3- الركام المعاد تدويره:

تم إحضار ركام أبنية مكسر من حرستا ثم قمنا بفرز الركام يدوياً على المناخل الموجودة في مخبر البيتون في كلية الهندسة المدنية بجامعة البعث كما في الشكل(2) استخدمنا المناخل (25-16-9.5-4.75-1.18)mm.

وتم استبعاد النواعم المارة من (1.18)mm بسبب امتصاصها العالي للماء كما أوصت الدراسات المرجعية [2] بالإضافة الى احتوائها على كمية عالية من الشوائب.

الشكل(2) الركام المعاد تدويره و طريقة فرزه على المناخل يدوياً

5-4- خواص الركام المعاد تدويره:

1- تتصف الحصويات المعاد استخدامها بكثافة نسبية أقل بنسبة (5-10%) من الحصويات الطبيعية وهذا يتعلق بمقاومة البيتون الذي تم منه استخلاص هذه الحصويات وهذا ما أفاد فيه تقرير لجنة الكود (ACI 555).

2- نسبة امتصاص ماء أعلى من الحصويات الطبيعية الجديدة (AGN) ويعود سبب زيادة نسبة امتصاص الماء إلى وجود أجزاء ذات حجم أكبر من المونة الإسمنتية الملاصقة لحبات الحصويات.

3- ناتج الاهتراء: إن مقاومة الركام المعاد تدويره للاهتراء أقل من الركام الطبيعي بسبب المونة القديمة الملتصقة والتي تتفتت بشكل أسهل وبالتالي تعطي فاقد اهتراء أكبر.

6- الدراسة التجريبية:

1- البلاطات مستطيلة الشكل أبعادها mm1400*900 و ذات سماكة 100mm.

كل العينات للبلاطات المصمتة لها نفس التسليح السفلي من 7T10 بالاتجاه الطويل و 6T10 بالاتجاه القصير، مع طبقة تغطية للبيتون 20mm .

2- تم حساب التسليح لتأمين انهيار البلاطات تحت تأثير عزوم الانعطاف .

3- تحضير العينات نسب مختلفة من الركام تتراوح من(0-25-50-75-100)% ويبين الجدول (1) تصميم الخلطات البيتونية لكافة البلاطات .

4- سوف يتم اختبار خمسة عشر من البلاطات(مصمتة) تستخدم نوعين من الحصويات طبيعية و المعاد تدويرها وبأبعاد اسمية (4.25-9.6-12.5-25) مم بحيث تم اختبارها حتى الانهيار .

5- سيتم تطبيق الاختبار التجريبي على 12 من البلاطات البيتونية من الركام المعاد تدويره و 3 من الحصويات الطبيعية كعينة مرجعية .

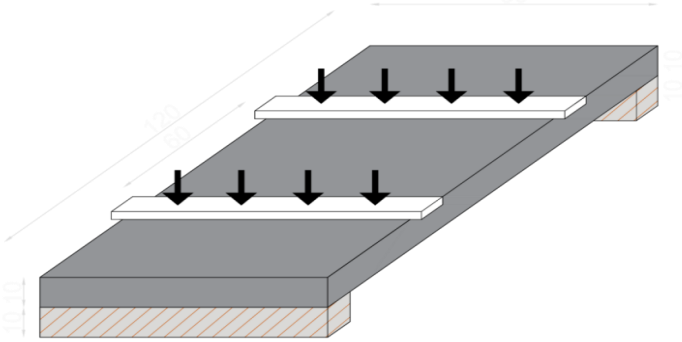
6- جميع البلاطات مسنودة استناداً بسيطاً على طرفين وحرة من الطرفين الأخرين (عاملة باتجاه واحد)و تم اختبارها تحت تأثير حمولة شاقولية موزعة بانتظام على كامل عرض البلاطة في موقعين من طول البلاطة كما في الشكل (4).

7- سيتم الحصول على الركام الخشن المعاد تدويره من بقايا حطام الأبنية المدمرة بواسطة التكسير اليدوي و المناخل .

الجدول (1) تصميم الخلطات البيتونية للبلاطات وفق نسب الاستبدال للحصويات

Design quantities of component materials for concrete mixes تصميم الخلطات									
إضافات	مياه لتر/م3 Water (litter/ m3)	(رمل)كغ/م3 Fine Agg. (kg/m3)	الحصويات الخشنة Kg/m3)Coarse Agg)					الأسمنت كم/م3 Cement (Kg/m3)	نوع البيتون Mixture
			حصويات معاد تدويرها RA				حصويات طبيعية كغ/م3 NA		
			16-25 mm	9.5-16mm	4.75-9.5mm	2.5-4.75mm			
1.5%	200	183	0	0	0	0	1687	400	M-0
1.5%	200	183	118	141	82	82	1265	400	M-25
1.5%	200	183	235	282	163	163	843.5	400	M-50
1.5%	200	183	352.5	423	245	245	422	400	M-75
1.5%	200	183	470	564	326.5	326.5	0	400	M-100

	الدراسة النظرية للبلاطة المختبرة					
	Fc	Fy	هبوط مخروط ابرامز	حمولة الانهيار النظرية	حمولة الاستثمار(حمولة الانهيار/1.56)	حمولة التشقق
0	27.4	458	17.5	89.72	57.51	24.9
25	23.8	458	20	88.44	56.69	23.2
50	24.7	458	18	88.79	56.92	23.64
75	23.1	458	12	88.14	56.50	22.86
100	21.3	458	11	87.29	55.96	21.96



الشكل(3) شكل الاستناد للبلاطات

تم التجهيز لصب البلاطات بشكل تدريجي من خلال تجهيز الركام المعاد تدويره وحساب كميات الصب وفق للجدول السابق والاوزان لكل صبة حيث تم صب كل 3 بلاطات وفق نسب الاستبدال وتم استخدام الرجاج الكهربائي خلال الصب لتجنب التعشيش والحصول على بيتون مكتنز وبعد الصب تم السقاية بشكل يومي وتغطية كافة العينات بأكياس من الخيش للحفاظ على رطوبة العينات بعد السقاية كما في الشكل(4)

الشكل (4) مراحل صب البلاطات البيتونية

تم اختبار كافة العينات تحت تأثير قوى خطية موزعة لانتظام وفق للشكل وبتباعد 65 سم بين الحمولتين وذلك للحصول على انعطاف صافي.

تم تجهيز منصة الاختبار حيث تم استناد البلاطات على مساند معدنية بعرض مسند 10 سم من الطرفين ومن ثم تم تركيب 5 حساسات لقياس السهم اسفل وأعلى البلاطة حيث وضع 3 حساسات في أسفل البلاطة واحدة في المنتصف تماما واثنتان في منتصف البلاطة على الأطراف وفق الشكل(5)

ووضع حساسين فوق المساند لقياس الانتقال الشاقولي فوق المساند.

تم اختبار كافة العينات ومتابعة توسع الشقوق وحساب السهوم خلال مراحل التحميل

حتى الوصول لحمولة الانهيار ويبين الشكل (6)أشكال الانهيار للبلاطات.

الشكل (5) منصة الاختبار وتوزيع الحمولات والحساسات

A

B

C

D

E

الشكل(6) أشكال الانهيار

A =(SS−0%),B=(SS−25%),C=(SS−50%),D=(SS−75%),E(SS−100%)

- تم اجراء الاختبار على العينات المعيارية المرجعية ومراقبة التشققات وقياس الانتقالات مع زيادة القوة الخارجية من الصفر حتى الانهيار حيث ظهر أول شق في البلاطة المعيارية (SS1-0%) عند الحمولة 80(KN) وكان السهم في المنتصف عند هذه الحمولة 12.548(mm) في حين كان قيمة السهم عند نفس الحمولة في البلاطتين المرجعيتين الثانية 18.722 (mm) والثالثة 19.35 (mm) في حين كان ظهور أول شق في البلاطة المعيارية SS2-0% (0%) عند الحمولة 56(KN) وقيمة السهم 10.92 (mm) وفي البلاطة المعيارية

(SS3-0%) عند الحمولة 55(KN) وقيمة السهم 11.38(mm) .

ويبين الشكل(1-8) المخطط البياني لمخطط حمولة-سهم خلال مراحل التحميل للعينة المعيارية للبلاطات الثلاثة.

- في العينات ذات الاستبدال 25% ومن خلال المراقبة خلال تزايد التحميل لوحظ ظهور أول شق بالعينة (SS1-25%) عند الحمولة 60(KN) وكانت قيمة السهم عند هذه الحمولة 10.35(mm) في حين كان عند مثيلاتها العينة (SS2-25%) عند الحمولة 55(KN) وقيمة السهم عند هذه الحمولة 11.958(mm) وفي العينة SS3-25% ظهر الشق الأول عند الحمولة 45(KN) وقيمة السهم عند هذه الحمولة 12.89 (mm) .

ويبين الشكل(2-8) المخطط البياني لمخطط حمولة-سهم خلال مراحل التحميل للعينة ذات الاستبدال 25% للبلاطات الثلاثة.

- في العينات ذات الاستبدال 50% ومن خلال المراقبة خلال تزايد التحميل لوحظ ظهور أول شق بالعينة (SS1-50%) عند الحمولة 60(KN) وكانت قيمة السهم عند هذه الحمولة 12.618(mm) في حين كان عند

مثيلاتها العينة(SS2-50%) عند الحمولة 50KN وقيمة السهم عند هذه الحمولة 9.078)mm) وفي العينة (SS3-50%) ظهر الشق الأول عند الحمولة 45)KN) وقيمة السهم عند هذه الحمولة mm (10.287) .

ويبين الشكل(3-8) المخطط البياني لمخطط حمولة-سهم خلال مراحل التحميل للعينة ذات الاستبدال 50% للبلاطات الثلاثة.

- في العينات ذات الاستبدال 75% ومن خلال المراقبة خلال تزايد التحميل لوحظ ظهور أول شق بالعينة (SS1-75%) عند الحمولة 40)KN) وكانت قيمة السهم عند هذه الحمولة 9.527)mm) في حين كان عند مثيلاتها العينة(SS2-75%) عند الحمولة 40)KN) وقيمة السهم عند هذه الحمولة 9.266)mm) وفي العينة (SS3-75%) ظهر الشق الأول عند الحمولة 50)KN) وقيمة السهم عند هذه الحمولة mm (10.968) .

ويبين الشكل(4-8) المخطط البياني لمخطط حمولة-سهم خلال مراحل التحميل للعينة ذات الاستبدال 75% للبلاطات الثلاثة.

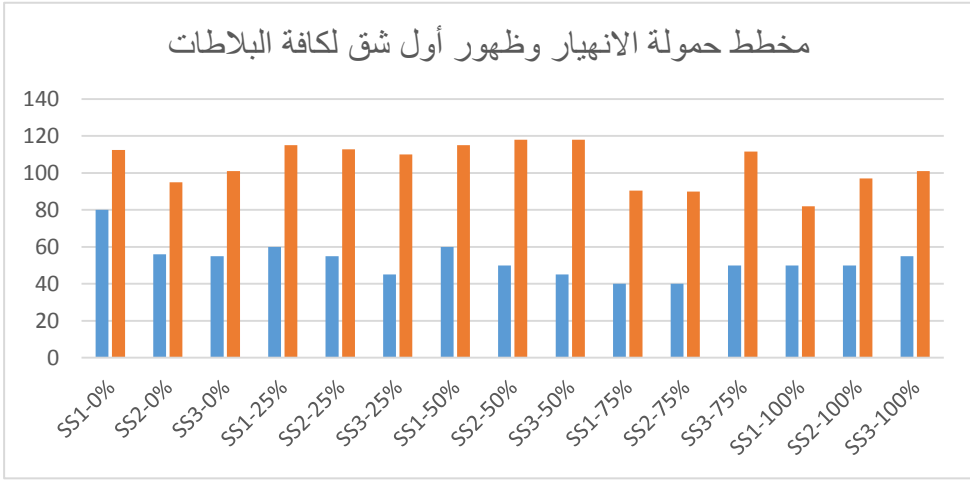
- في العينات ذات الاستبدال 100% ومن خلال المراقبة خلال تزايد التحميل لوحظ ظهور أول شق بالعينة (SS1-100%) عند الحمولة 50)KN) وكانت قيمة السهم عند هذه الحمولة 8.46)mm) في حين كان عند مثيلاتها العينة (SS2-100%) عند الحمولة 50)KN) وقيمة السهم عند هذه الحمولة 8.98mm وفي العينة (SS3-100%) ظهر الشق الأول عند الحمولة 55)KN) وقيمة السهم عند هذه الحمولة 10.333)mm) .

ويبين الشكل(5-8) المخطط البياني لمخطط حمولة-سهم خلال مراحل التحميل للعينة ذات الاستبدال 100% للبلاطات الثلاثة.

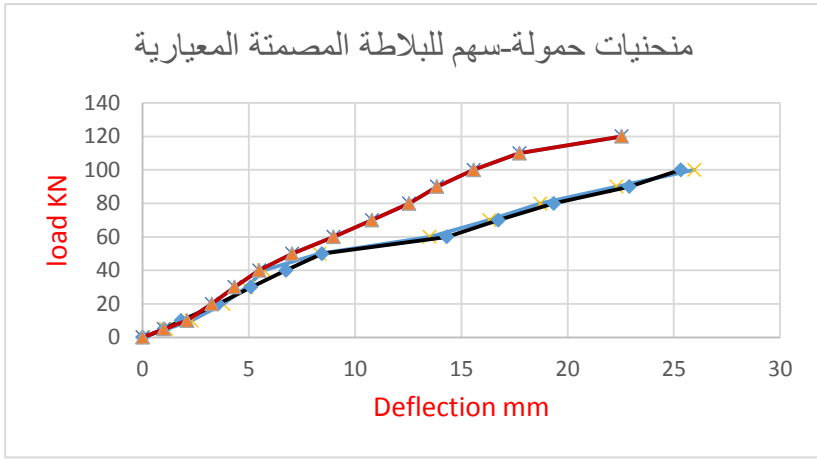
يبين الجدول (2) والشكل (7) حمولة الانهيار وظهور أول شق لكل البلاطات

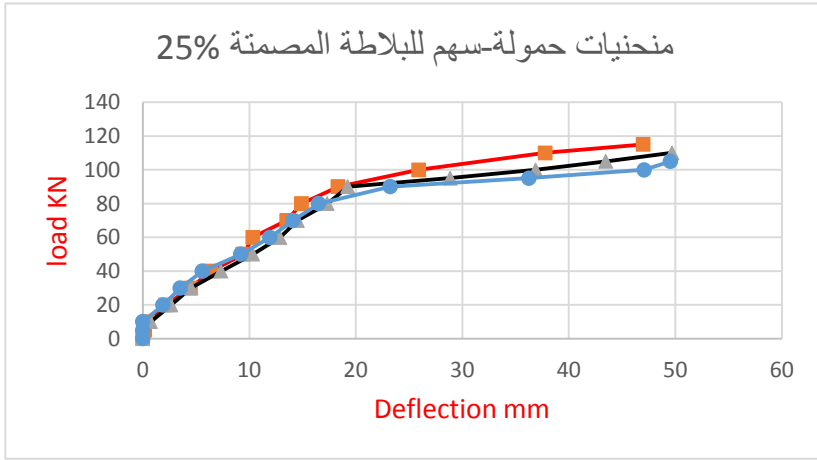
الجدول(2) حمولة الانهيار وظهور أول شق بالبلاطات

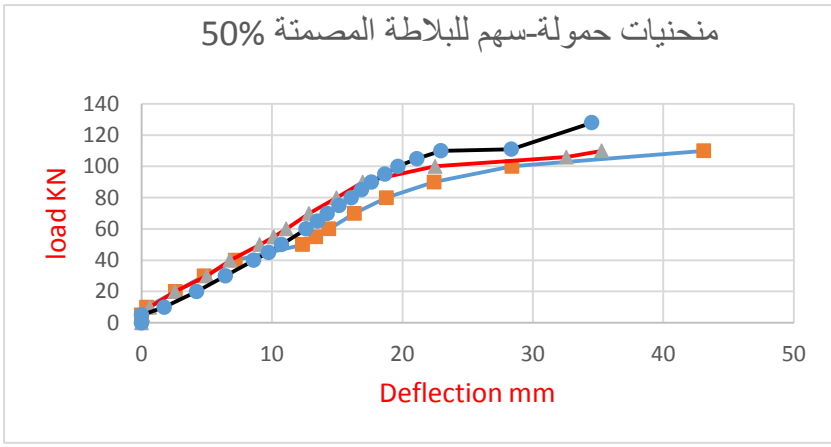
رمز العينة	ظهور أول شق KN	حمولة الانهيار KN
SS1-0%	80	112.5
SS2-0%	56	95
SS3-0%	55	101
SS1-25%	60	115
SS2-25%	55	112.8
SS3-25%	45	110.1
SS1-50%	60	115
SS2-50%	50	118
SS3-50%	45	118
SS1-75%	40	90.45
SS2-75%	40	90
SS3-75%	50	111.6
SS1-100%	50	82
SS2-100%	50	97
SS3-100%	55	101

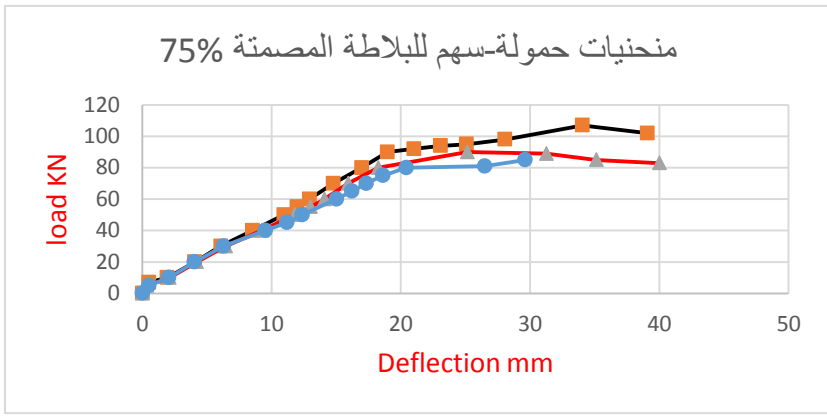


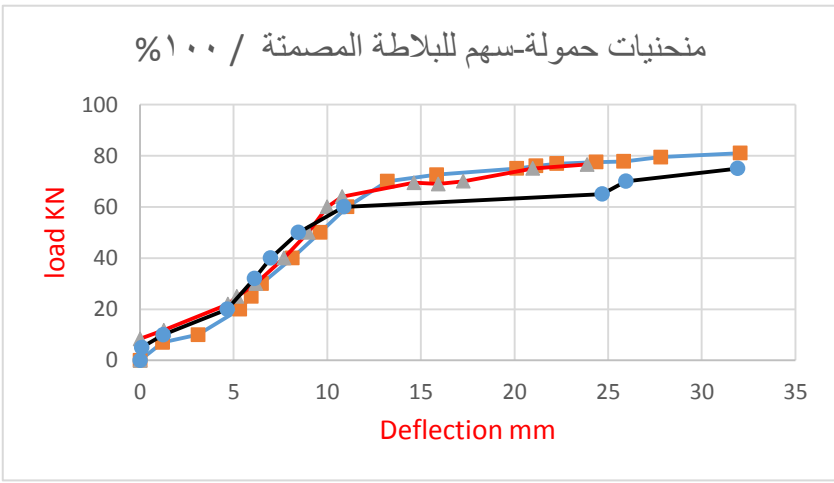
الشكل(7) مخطط بياني يبن حمولة الانهيار وظهور أول شق لكافة البلاطات











الشكل (8) **مخططات الحمولة–سهم لكافة البلاطات نسبة لمقدار الاستبدال للحصويات المعاد تدويرها**

تم رصد قيم السهوم لكافة البلاطات خلال مراحل التحميل وقبل الانهيار وكانت القيم كم هو موضح بالجدول(3) حيث أبدت العينات ذات نسب الاستبدال (25–50–75) قيم متقاربة عند الحمولة KN(80) في حين كان السهم في العينة ذات الاستبدال 100 **%** **ذو** قيمة **أكبر**.

الجدول(3) قيم السهوم نسبة للحمولة

الحمولة kn	السهم في المنتصف mm				
	العينة معيارية	نسبة الاستبدال25%	نسبة الاستبدال50%	نسبة الاستبدال75%	نسبة الاستبدال100%
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1.05	0.07	0.17	0.46	0.43
10	2.08	0.40	1.67	2.02	1.87
20	3.54	2.26	3.89	4.10	4.89
30	4.78	4.19	6.23	6.27	6.25
40	5.98	6.45	9.25	9.11	7.59
50	7.94	9.66	10.73	11.31	9.02
60	12.27	11.74	11.76	12.46	10.64
70	14.62	14.07	13.35	14.02	18.80
80	16.87	16.26	15.05	15.64	30.90

كما تم رصد قيمة السهم الأعظمي المسجل لكافة العينات وذلك قبل الانهيار وتعذر إمكانية القياس وكانت النتائج كما هو موضح بالجدول (4).

الجدول(4) قيم السهوم العظمى لكافة العينات

رمز العينة	القوة عند السهم الاعظمي	السهم الأعظمي mm
SS1-0%	120	22.54
SS2-0%	100	25.96
SS3-0%	100	25.33
SS1-25%	115	47.004
SS2-25%	105	49.516
SS3-25%	110	49.714
SS1-50%	128	34.54
SS2-50%	110	35.29
SS3-50%	110	43.12
SS1-75%	85	29.625
SS2-75%	83	40.03
SS3-75%	102	39.074
SS1-100%	75	31.9
SS2-100%	76.5	28.87
SS3-100%	81	32.06

7- الاستنتاجات والتوصيات :

من خلال متابعة الشقوق مع تزايد الحمولات تبين أن أول شق ظهر في كافة العينات(عدا العينة (SS1-0%) ما بين الحمولتين KN (60-40) أي ما يقارب (60-38) % من حمولة الانهيار في حين أظهرت العينة المعيارية (SS1-0%) قيمة ظهور أول شق عند الحمولة KN (80) ما يقارب 71.11% من حمولة الانهيار .

فيما يخص حمولة الانهيار الكلية كانت بالنسبة للعينة المعيارية بشكل وسطي KN(102.83) في حين ابدت العينات ذات نسبة الاستبدال 50% قيمة أعلى بشكل وسطي KN(117) وتلاها العينات ذات نسب الاستبدال 25% بشكل وسطي KN(112.63)في حين أعطت العينات ذات نسب الاستبدال (75-100)% قيم أقل وبشكل وسطي على الترتيب KN(97.35-93.3).

كما أن جميع العينات انهارت تحت تأثير قوى الانعطاف في منطقة تركيز الحمولة اليسارية مع ملاحظة توقف البلاطة عن المقاومة وزيادة سريعة في قيم السهوم.

ومن خلال المقارنة بين قيم السهوم الناتجة في كافة العينات خلال مراحل تطبيق القوى تبين:

فيما يخص السهم خلال مرحلة التحميل وقبل الانهيار نلاحظ أن وعند الحمولة KN(40) أي34.1% الى 50.4% بنسبة من حمولة الانهيار أن السهم في المنتصف كان للعينة المعيارية هو الأقل وبقيمة وسطية mm(5.98) في حين تلاه السهم بالعينات ذات نسب الاستبدال 25% بقيمة وسطية mm(6.45)

فيما كانت قيم السهوم لباقي العينات ذات نسب الاستبدال(50-75-100)% وبقيم حسب التتالي mm (9.25-9.11-7.59).

عند الحمولة KN(60) أبدت جميع العينات قيم متقاربة للسهوم وبقيم وسطية تقارب mm(12) في حين عند القوة KN(70) أبدت جميع العينات المعيارية وذات نسب الاستبدال (25-50-75)% قيم متقاربة وبقيمة وسطية تقريبية mm(14) في حين كانت قيم العينات ذات نسب الاستبدال 100% ذات قيمة أكبر وبقيمة وسطية mm(18.8).

كذلك الحال بالنسبة للقوة KN(80) حيث أبدت جميع العينات المعيارية وذات نسب الاستبدال (25–50–75)% قيم متقاربة وبقيمة وسطية تقريبية 16mm في حين كانت قيم العينات ذات نسب الاستبدال 100% ذات قيمة أكبر وبقيمة وسطية mm(30.9).

فيما يخص قيم السهوم عند الانهيار وذلك بالنسبة لكافة العينات تبين ومن خلال المقارنة:

ابدت العينات المعيارية القيم الأقل بالنسبة للسهوم وبقيم وسطية mm(24.61) في حين كان القراءات للعينات ذات نسب الاستبدال 25 % هي الأعلى حيث سجلت وبشكل وسطي mm (48.74) (وهذه القيم تم تسجيلها وفقا للإمكانية بعد وصول البلاطة لمقاومتها القصوى) في حين كان السهم الوسطي المسجل للعينات ذات نسب الاستبدال 50% mm(37.65).وسجلت العينات ذات نسب الاستبدال 75 % قيم وسطيةmm(36.243) تشابه العينات ذات نسب الاستبدال 50 %.

اما العينات ذات نسب الاستبدال 100 % فقد أعطت قيم اقل نتيجة انه تعذر قراءة قيم السهوم نتيجة للانهيار السريع وزيادة قيم السهوم بعد القوة KN(80).

النتائج:

من خلال ما تقدم وبالمقارنات فيما يخص القوى والسهوم نبين أنه في حال استخدام البيتون المصبوب من ركام معاد تدويره وبنسب استبدال (25–50–75)% وبالمقارنة مع العينات المرجعية المصبوبة من ركام طبيعي فإن قيم السهوم تكون متقاربة نوعا ما وذلك حتى 70% من قيم التحميل العظمى في حين أبدت العينات ذات نسب الاستبدال 100 % قيم أكبر عند ذات الحمولات وصلت بشكل تقريبي عند الحمولة K.N(80) حتى 200 % من قيمة السهم بالعينات الاخرى.

في حين جميع العينات أبدت ذات قيم السهوم أثناء التحميل حتى 50% من قوى التحمل القصوى.

أما فيما يخص قوى التحمل القصوى للبلاطات فقد أبدت العينات ذات نسب الاستبدال 50 % المقاومة الأعلى وصلت وسطيا KN(117) وبنسبة 113.78% نسبة للعينات المرجعية ثم تلتها العينات ذات نسب الاستبدال 25 % بقيمة وسطية

KN (112.63) وبنسبة 109.53 % نسبة للعينات المرجعية أما العينات ذات نسب الاستبدال 75 % أعطت قيم أقل وصلت وسطيا KN(97) وبنسبة 94.33 % نسبة للعينات المرجعية وكانت النتائج الخاصة بالعينات ذات نسب الاستبدال 100% الأقل نسبة لباقي العينات وصلت وسطيا KN(93) وبنسبة 90.44 % نسبة للعينات المرجعية.

بالمقارنة بالنتائج النظرية فيما يخص حمولة التشقق وحمولة الانهيار فقد تبين أن حمولة التشقق النظرية كانت أقل من القيمة المقروءة لظهور أول شق بحوالي النصف ونعزي ذلك أن حمولة التشقق النظرية تخص الشقوق التي عرضها حوالي 0.1 مم وهو ما يتعذر مشاهدته بالعين المجردة. أما فيما يخص حمولة الانهيار فقد كانت حمولة الانهيار النظرية بالنسبة للعينات المعيارية بشكل وسطي حوالي 87.9% من حمولة الانهيار الفعلية وللعينات ذات نسب الاستبدال 25% بشكل وسطي حوالي 78.75% من حمولة الانهيار الفعلية وللعينات ذات نسب الاستبدال 50% بشكل وسطي حوالي 75.8% من حمولة الانهيار الفعلية وللعينات ذات نسب الاستبدال 75% بشكل وسطي حوالي 90.8% من حمولة الانهيار الفعلية وللعينات ذات نسب الاستبدال 100% بشكل وسطي حوالي 93.4% من حمولة الانهيار الفعلية.

يمكن القول أنه يمكن استخدام الركام المعاد تدويره في البلاطات المصمتة العاملة باتجاه واحد وفقا لنسب الاستبدال

(25–50–75)% وبشكل أمن وذلك وفقا للتدرج الحبي ووفقا للأوزان المعتمدة في تصميم الخلطة البيتونية المبينة في البحث في حين أعطت العينات ذات نسب الاستبدال 100 % قيم أعلى فيما يخص السهوم وقيم أقل للحمولات ويمكن استخدامها بشكل محدود وفقاً لنوع المنشأ.

المراجع:

[1] Firas Al Mahmoud (1), Rémi Boissière (1) Florian Wurtzer (1).

Institut Jean Lamour, UMR 7198, CNRS, Université de Lorraine, Nancy, France "Shear Behavior of Reinforced Concrete Beams made from Recycled Coarse and Fine Aggregates"

[2] - Luis R. E, Brito D "Criteria for the use of fine recycled concrete aggregates in con

crete production" Spain (2004)

[3]- Tsoumani A. Barkola N. Matikas T "Recycle aggregate as structural material" university of Ioannina (2012)

[4] - Dhir R. Paine K "Performes related approach to use of recycled aggregates" Waste &Resources Action Programme (2007)

[5]- Corinaldesi V. " Structural concrete prepared with coarse recycled concrete aggregate"(2011)

[6]- Xiao J. Zhang Ch. "Mechanical properties of recycled aggregate concrete under uniaxial loading " (2005)

[7] - Akabri Y ,Arora N.K , Vakil M.D "Effects on recycled aggregate on concrete properties"(2011)

[8]- Tam V.W ,Tam C.M "Removal of cement mortar remains from recycled aggregate using pre-soaking approaches"(2006)

[9]- Kouaido D., "Influence of cement on recycled aggregates concrete " (2011)

[10]- الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة، الطبعة الثالثة، دمشق، 2004

دراسة إمكانية استخدام الرمل السيليسي (القرواني) كرمل قياسي في تحديد ماركة الإسمنت

الدكتور: مروان الخوري

كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث

ملخص

تنتج معامل الإسمنت أنواعا" مختلفة من الإسمنت ، وذلك بحسب الغاية والهدف من الاستخدام . بالنسبة للإسمنت البورتلاندي العادي ، فإن معامل الإسمنت تنتج ثلاثة أصناف من الإسمنت (I , II , III) ، توافق مقاومة على الضغط أعلى من MPa (32,5, 42,5, 52,5) على الترتيب ، لذلك فإن تحديد ماركة الإسمنت (مقاومته) يعتبر من الاختبارات الهامة التي تجرى على الاسمنت.

تعرف ماركة الإسمنت بأنها مقاومة المونة الإسمنتية النظامية على الضغط عند عمر 28 يوما" ، والمشكلة من الرمل القياسي والإسمنت والماء بنسب (1: 0,5 3 :) على التوالي ، وذلك بحسب المواصفات الفرنسية وكثير من المواصفات العالمية .

في معظم معامل الإسمنت في الجمهورية العربية السورية يتم إختبار الإسمنت بحسب المواصفة القياسية السورية والتي تشابه إلى حد كبير المواصفات الفرنسية ،ويتم استيراد أكياس الرمل القياسي من مصادر أجنبية مختلفة ، ويتم دفع قيمتها بالعملة الصعبة ، في الوقت الذي تتوفر في سوريا كميات كبيرة من الرمل

السيليسي والذي يمكن – مع بعض المعالجات البسيطة – أن يصبح مشابها" للرمل القياسي الأمريكي .

في هذا البحث تمت دراسة إمكانية استخدام الرمل السيليسي (القرواني) في تحديد ماركة الاسمنت من خلال إيجاد تدرج حبي مناسب من الرمل القرواني ، وإيجاد نسب خلط مناسبة مع الإسمنت والماء ، بحيث نحصل على مقاومة على الضغط مكافئة للمقاومة التي تعطيها أنواع الرمل القياسي العالمية .

من خلال الدراسة وباستخدام رمل قرواني ورمل نظامي ألماني ورمل نظامي فرنسي ، تم التوصل إلى نتيجة أنه باستخدام الرمل القرواني المحجوز على المنخل ذي الفتحة (0.425) مم ، وبنسبة (رمل : إسمنت : ماء) = (2.25 : 1 : 0.45) على الترتيب ، يمكن الحصول على نفس المقاومة التي يعطيها الرمل النظامي الألماني والرمل الفرنسي.

Studying the Possibility of Using Siliceous (Qarawany) Sand as standard sand to Determine the Cement Type

Summary

Cement factories produce different types of cement depending on the purposes of usage. For instance, there are three kinds of Ordinary Portland Cement according to the resistance (I, II, III) which has compression test value more than (32,5 – 42,5 – 52,5) Mpa respectively. Therefore, it is essential to determine the cement type(resistance) as one of the most important tests of cement.

Cement type can be defined as the standard compression resistance of a mortar at 28 days. Mortar consists of (3:1:0,5) of standard sand, cement, water respectively in French standard specifications and some international ones.

In Syrian Arab Republic, cement tests are made depending on Syrian standard specifications,using sand likes to that in French standard specifications. Standard sand is imported from several foreign sources, and it is paid for in hard currency. At the same time, there is a great amount of siliceous sand which can become similar of the American standard sand (ASTMC778) by some simple treatments.

In this research, the possibility of using siliceous(Qarawany) sand has been studied to determine the cement type by finding a suitable gradation of siliceous sand and fit mixing ratios in order to obtain a compressive strength value which is equivalent to that of the world standard sand kinds.

Using sand like siliceous (Qarawany), standard German, standard French during the study showed that the first one wuth gradation more than 0,425 mm and of a ratio (0,45:1:2,25) as water, cement, sand respectively gives the same compressive strength value of French and German standard sand.

1- مقدمة :

تعتبر مادة الإسمنت في الوقت الحالي من أهم المواد الرابطة التي تستخدم في مجال البناء ، حيث تدخل في تركيب مادة البيتون الذي يعتبر من أهم مواد البناء . وتنتج معامل الإسمنت أنواعا" مختلفة من الإسمنت ، وذلك بحسب الغاية والهدف من الاستخدام ، وعليه فإن خواص البيتون تتوقف بشكل كبير على نوع و خواص الإسمنت المستخدم .

بالنسبة للإسمنت البورتلاندي العادي ، فإن معامل الإسمنت تنتج ثلاثة أصناف من الإسمنت (I , II , III) ، توافق مقاومة على الضغط أعلى من MPa (32,5, 42,5, 52,5) على الترتيب ، لذلك فإن تحديد ماركة الإسمنت (مقاومته) يعتبر من الاختبارات الهامة التي تجرى على الاسمنت .

تعرف ماركة الإسمنت بأنها مقاومة المونة الإسمنتية النظامية على الضغط عند عمر 28 يوما" ، والمشكلة من الرمل القياسي النظامي والإسمنت والماء بنسب (3 : 1: 0,5) على التوالي ، وذلك بحسب المواصفات الفرنسية وكثير من المواصفات العالمية .

ويعرف الرمل القياسي وفق المواصفات الفرنسية ، بأنه رمل طبيعي سيليسي نظيف ، حباته مدورة ، خالي من الشوائب والمواد الغريبة ، مجال تدرجه الحبي يتراوح بين (0,075 وحتى 1,6) مم .

في معظم معامل الإسمنت في الجمهورية العربية السورية يتم إختبار الإسمنت بحسب المواصفة القياسية السورية (SNS 1674 / 1996) والتي تشابه إلى حد كبير المواصفة الفرنسية (NF P 15- 403) ، ويتم استيراد أكياس الرمل القياسي من مصادر أجنبية مختلفة ، ويتم دفع قيمتها بالعملة الصعبة ، في الوقت الذي تتوفر في سوريا كميات كبيرة من الرمل السيليسي والذي يمكن – مع بعض المعالجات البسيطة – ان يشابه الرمل القياسي الأمريكي .

2 – الهدف من البحث :

يهدف البحث إلى دراسة إمكانية استخدام الرمل السيليسي (القرواني) في تحديد ماركة الاسمنت من خلال إيجاد تدرج حبي مناسب من الرمل القرواني ، وإيجاد نسب خلط مناسبة مع الإسمنت والماء ، بحيث نحصل على مقاومة على الضغط مكافئة للمقاومة التي تعطيها أنواع الرمل القياسي العالمية . وذلك بهدف الاستغناء عن استيراد الرمل النظامي الأجنبي ، والذي يكلف الدولة ومعامل الاسمنت نفقات باهظة بالعملة الصعبة .

3– منهجية البحث :

تم في البداية تسليط الضوء على مواصفات بعض أنواع الرمال القياسية العالمية ، وأيضا" على مواصفات الرمل السيليسي والرمل القرواني الموجود في الجمهورية العربية السورية

بعدها تم إجراء تجارب مخبرية لتحديد مواصفات هذه المواد ، ودراسة إمكانية الحصول على تدرج حبي معين للرمل القرواني ، بحيث تعطي المونة الإسمنتية المشكلة من هذا الرمل نفس المقاومة التي تعطيها الرمال القياسية الأجنبية .

4– مواصفات بعض الرمال القياسية العالمية :

يعرف الرمل القياسي بالمواصفات الفرنسية (FN P15 – 433) بأنه رمل طبيعي سيليسي ، جاف ونظيف ، حباته مدورة ملساء ، يتراوح تدرجه الحبي بين (0.08 – 1.6) مم . أما الرمل القياسي بحسب المواصفة الألمانية (DIN EN 196– 1) فتتشابه مواصفاته تماما" مع الرمل بحسب المواصفة الفرنسية .

أما الرمل القياسي بحسب المواصفة الأمريكية (ASTM – C778) فهو رمل طبيعي سيليسي مثل الرمل القياسي الفرنسي ، ولكن يختلف عنه بالتدرج الحبي ، حيث يتراوح مجال التدرج بين (0.15 و 0.6) مم .

أما الرمل القياسي بحسب المواصفة القياسية الهندية (I.S – 650 – 1955) فهو رمل سيليسي بلون رمادي – مبيض ، حباته كروية تقريبا" ، مكونة من الكوارتز المكسر. يحتوي بعض الحبات الصفائحية والمستطيلة . خالي من السيلت والشوائب العضوية ، مجال تدرجه الحبي يتراوح بين (0.600 – 0.850) مم .

ونبين في الشكل (1) صور لبعض أنواع الرمال القياسية العالمية

رمل قياسي أمريكي	رمل قياسي ألماني

الشكل(1) صور لبعض أنواع الرمال القياسية العالمية

5 – الرمل السيليسي :

يعرف الرمل بأنه مادة حبيبية طبيعية ، تتكون من جزيئات الصخور المفتتة الناعمة ، ومن فتات المعادن ، ويعرف من حيث الحجم على أنه المادة ذات

الحبيبات الأصغر من الحصى وأكبر من الطمي . ويختلف تكوين الرمال تبعا" لمصادر الصخور المحلية المكونة وظروف تشكلها ، لكن المكون الأكثر شيوعا" لها في المناطق القارية الداخلية والمناطق الساحلية غير الاستوائية هو السيليكا (ثاني أوكسيد السيليس SiO_2)الذي عادة مايكون على شكل فلز الكوارتز ، وهو الرمل الأكثر شيوعا" واستخداما" في المجالات الهندسية بسبب خموله الكيميائي ، وصلابته الشديدة ومقاومته لعوامل التجوية .

ورمال السيليكا او رمال الكوارتز نتجت عن صخور رملية بيضاء نقية تحتوي على نسبة عالية من السيليكا (نسبة SiO_2> 99%)وتتكون بشكل أساسي من حبيبات الكوارتز ، وتحتوي بعض الشوائب والمعادن الأخرى بنسبة تقل عن 1% . ويعتمد لون الرمال عادة على غلبة المعادن الموجودة فيه ، حيث يمكن ان يكون أبيضا" ، أو رمادي فاتح (كوارتزيت) ، أخضر ، رمادي وردي (أركوز) ورمادي داكن ، أصفر ، وأحمر فاتح .

ورمل السيليكا (الكوارتز) الذي نشأ بفعل تجوية الغرانيت أو الصوان تكون حبيباته مزواة(ذات زاوية) ويعرف بالرمل الحاد في مجال البناء ، ويعتبر الرمل الأفضل للبيتون . أما الرمل المنقول لمسافات طويلة بفعل المياه أو الرياح فتكون حبيباته مستديرة ، وعادة ما تكون رمال الصحراء من هذا النوع .

تستخدم رمال السيليكا في صناعة الأواني والألياف الزجاجية ، وفي تصنيع قوالب السباكة والخزف والطوب ، وفي بعض الصناعات الكيميائية كمادة مالئة في صناعة المطاط والبلاستيك ، وتستخدم كفلاتر في محطات تنقية المياه ، وكمادة كاشطة في آلات السفع الرملي ، وحاليا" تستخدم بكثرة في إنتاج البيتون . ويعتبر رمل السيليكا ثروة طبيعية لا تقل قيمة عن باقي الثروات ، والتي تقفز قيمتها المادية بعد عملية تحويلها من مادة خام رخيصة الثمن إلى مستوى بعض الثروات الطبيعية الأخرى كالفوسفات . وتعتبر مصر والسعودية من أوائل الدول العربية التي أقامت صناعة تثمين رمل السيليكا وتصديره ، في حين بدأت دول أخرى مثل

الأردن والجزائر السير في نفس الإتجاه . في الوقت الذي توجد فيه دول مثل الصين وإندونيسيا وماليزيا وكمبوديا التي تحظر تصدير هذه الرمال ، بسبب المخاوف البيئية من استنزاف هذه المادة .

6- الرمل السيليسي (القرواني) :

تقع بلدة القريتين إلى الجنوب الشرقي من مدينة حمص ، وتبعد عنها بحدود (90) كم ، وتتواجد الرمال الكوارتزية السائبة ذات الأهمية الاقتصادية في تلك المنطقة في موقعين :

الرمال الكوارتزية في منظار الرميلي (وهي رمال مكمن القريتين) ،والرمال السائبة في ظهرة مزران .

6- 1- الرمال الكوارتزية السائبة في منظار الرميلي (مكمن القريتين) :

وهي الرمال التي يتم استثمارها حاليا" في منطقة القريتين ، وتقع ضمن الإحداثيات :

س = 37 13 40 و ع= 34 17 30

ويرتفع الموقع عن سطح البحر بحوالي 800 – 860 م .

هذه الرمال عبارة عن رمال كوارتزية سائبة ، بلون رمادي مبيض ، يتبين بالفحص المجهري البتروغرافي أن لها سحنة ميكروية تحوي حبات ذات بنية ناعمة.

الوضع البنيوي الجيولوجي :

تتبع هذه التوضعات لبنية حوض نيوجيني يمتد بالإتجاه شمال شرق ، وتقع هذه الطبقات فوق سلسلة تلال جبل الرميلي الذي يشكل الجناح الشرقي للحوض النيو جيني ، حيث ترتفع هذه الرمال فوق الجدار الكلسي العضوي التابع لتشكيلة الأبيض ، ويصل ميل الرمال من (10 – 15)% باتجاه شمال –غرب .

ويبين التحليل المينرالوجي وجود (94 – 97) % كوارتز صافي مكور الشكل ، وأقل من (6) % محتبسات سوداء وبيروكسين ومسكوفيت .

التركيب الكيميائي :

من خلال التحليل الكيميائي للرمل المتواجد في المنطقة ، تبين وجود الأكاسيد التالية :

الأوكسيد	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO
النسبة %	99 – 96	1,5 –0,4	0,2 – 0,06	1,8– 0,24

ويحتوي كمية من الرطوبة بحدود (1,6 – 1,7) % .

التدرج الحبي :

إن حجم حبات الكوارتز (وهي مدورة الشكل) أقل من 1 مم ، وأبعادها محصورة بين (0,1 – 1) مم .وتبلغ نسبتها (99,5) % ، وتصنف ضمن الرمال الناعمة .ونبين في الجدول التالي نتائج التحليل الحبي :

القعر	0,07	0,125	0,250	0,400	0,630	1,0	1,2	D(mm)
1,35	9,8	24,7	30,0	21,4	12,8	0,23	0,2	Ri(%)

كما يوجد فيها السيلت ، وأبعاد حباته أقل من (0,1) مم ، وتبلغ نسبته (0,5) %

الخواص الفيزيائية :

- المظهر : مسحوق أبيض .
- الوزن النوعي : 2,63 .
- درجة الإنصهار : 1650 ±75 درجة مئوية
- الإنحلال في الماء : 0,012 غ / 100مل .

2 – الرمال الكوارتزية السائبة في ظهرة مزران :

تقع ظهرة مزران شمال غرب قرية الحدث بحوالي 3,5 كم ، وذلك ضمن الإحداثيات :

س = 37 03 40 و ع = 34 21 30 والإرتفاع النسبي لها عن سطح البحر من (825 – 840)م والإرتفاع المطلق عن الوادي المجاور يصل حتى (30) م .

من حيث المواصفات المينرالوجية ، والكيميائية والفيزيائية ، تتشابه تماما" مع مواصفات رمل مكمن القريتين . تم تقدير الكميات المتوفرة في هذين الموقعين بحدود (54) مليون طن .

7– الجزء العملي :

7 – 1 – المواد المستخدمة لإجراء البحث :

لإنجاز البحث تم استخدام المواد التالية :

- رمل قياسي فرنسي ، معبأ بأكياس ، وزن الكيس الواحد (1350) غرام .يحقق المواصفة الفرنسية (FN P15 – 433) .
- رمل قياسي ألماني ، معبأ بأكياس ، وزن الكيس الواحد (1350) غرام ، يحقق المواصفة الألمانية (DIN EN 196–1) .والموافقة للمواصفة الدولية (ISO 679) .
- رمل قرواني من منطقة القريتين ،مجال تدرجه الحبي بين (0,075 – 1,0) مم .
- إسمنت إنتاج معمل إسمنت حماة ، صنف (32,5) .
- إسمنت ماركة(الجمل) ، إنتاج معمل البادية ، صنف (42.5) .
- ماء الشرب في مدينة حمص .

7– 2– مواصفات المواد : من خلال التعرف على أنواع الرمل القرواني والتدرجات الحبية لها ، لوحظ وجود اختلاف فيما بينها من حيث النظافة و درجة النعومة خاصة ضمن المجال (0.3 – 0.6) مم ، لذلك تم استحضار عدة عينات من الرمل القرواني ، وتم اختيار العينة ذات التدرج الحبي الأخشن والأكثر نظافة ، وتم إجراء التجارب عليها ، حيث كانت النتائج كما في الجدول التالي :

الوزن الحجمي Kg/m^3	الوزن النوعي	المكافئ الرملي	نسبة أوكسيد السيليس
1660	2,60	%68,5	% 95.9

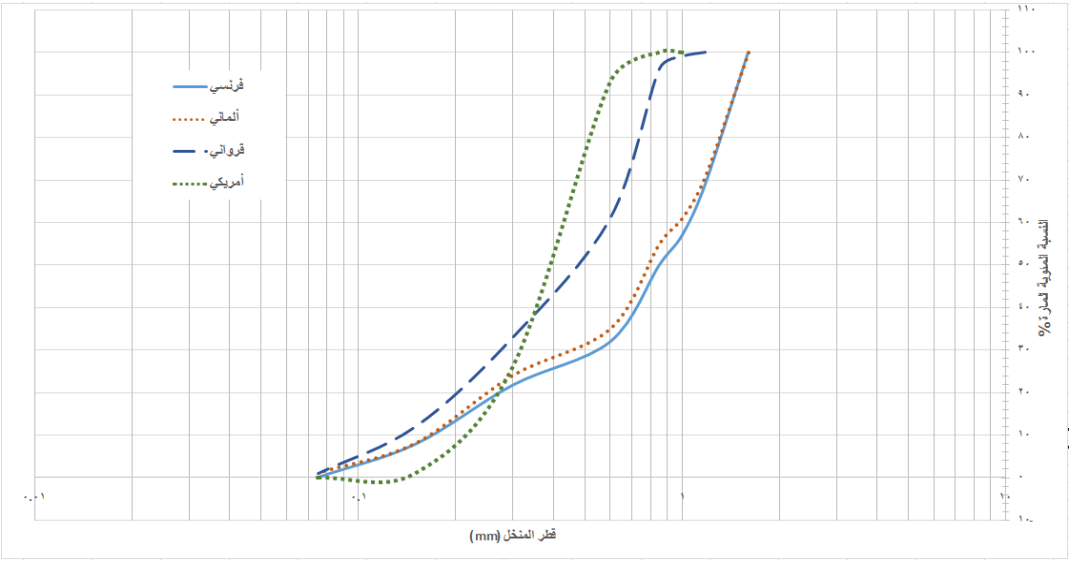
التدرج الحبي للمواد : تم إجراء تجربة التحليل الحبي لعينة الرمل القرواني بالإضافة لعينتي الرمل القياسي الفرنسي ، والألماني ، حيث كانت النتائج كما في الجدول(1) :

الجدول (1) : التدرجات الحبية لأنواع الرمال المستخدمة .

نوع الرمل	0,075	0,150	0,300	0,600	0.850	1.0	1,18	d(mm
فرنسي	0,1	7.9	21,8	32,0	50	57	69,1	Pi %
ألماني	1,2	8,0	24,0	35,4	55	61	71,1	Pi%
قرواني	1,0	12,2	33,3	61,4	96	99	100,0	Pi%
امريكي*	0	1,0	26,0	93,0	100	100	100	Pi%

*ملاحظة :تم أخذ نتائج التحليل الحبي للرمل الأمريكي من المواصفة الأمريكية (ASTM C778)

وتم رسم منحنيات التدرج الحبي لأنواع الرمال الأربعة ، كما في الشكل التالي (2) :



الشكل(2) : منحنيات التدرج الحبي لأنواع الرمال المختبرة

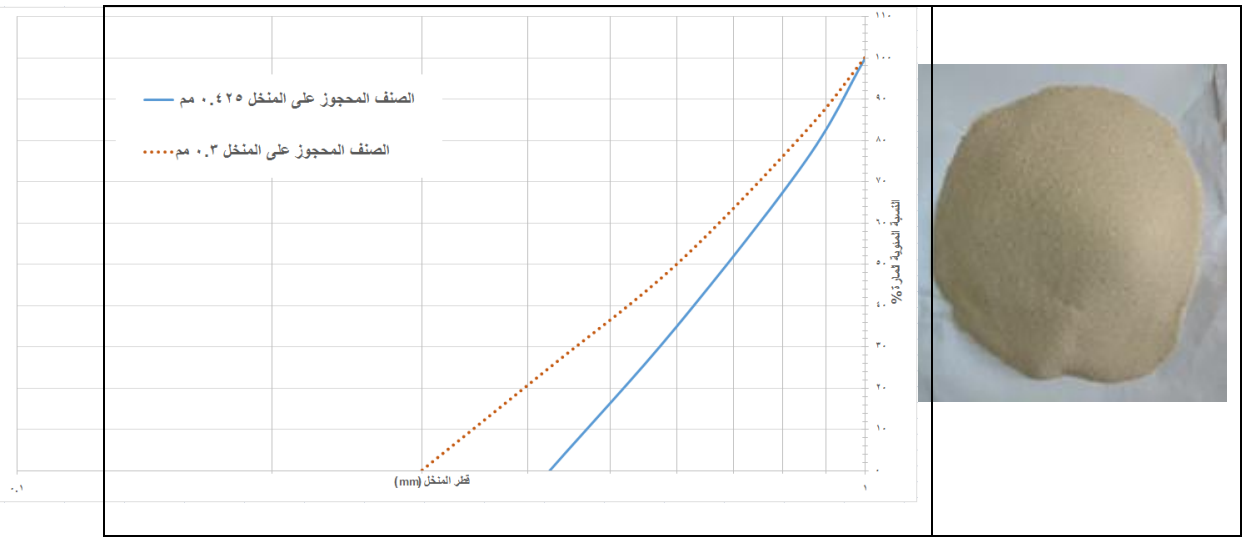
من الشكل (2) نلاحظ ما يلي :

- تقارب المنحني الحبي للرمل القرواني مع المنحني الحبي للرمل الأمريكي – المواصفة (ASTM C778) . مع ملاحظة مرور نسبة من الرمل القرواني(بحدود (12)%) من خلال المنخل ذي الفتحة (0,150)مم .وهذا لا نلاحظه في الرمل الأمريكي .
- تقارب كامل بين المنحني الحبي للرمل الفرنسي وللرمل الألماني .
- جميع حبات الرمل القرواني تمر من المنخل ذي الفتحة (1,0) مم . بينما يمر فقط بحدود (70) % من كلا نوعي الرمل الفرنسي والألماني من هذه الفتحة ، ويحجز بحدود (30)% .أي أن هذين الصنفين أخشن من الرمل القرواني .

وبالنتيجة كان التوجه لتشكيل رمل قرواني بمكافئ رملي أعلى ، وبتدرج حبي جديد (متوسط) يقع

منحنيه الحبي بين المنحني الحبي للرمل الأمريكي من جهة ، والرمل الفرنسي والألماني من جهة .

لذلك تم بداية غسل عينة الرمل القرواني على المنخل رقم (№200) وبعد تجفيفه تم نخله على المنخل (Ñ 50) ذي فتحة المنخل (0,300) مم .وعلى المنخل ذي الفتحة (0,425)مم .حيث أصبح التدرج الحبي كما في الشكل التالي (3) :



الشكل (3) : منحني التدرج الحبي للرمل القرواني بعد الغسيل والنخل

7- 3- تجارب المونة الإسمنتية :

الهدف من تجارب المونة الإسمنتية هو الوصول إلى خلطة مونة إسمنتية مع الرمل القرواني ،

حيث نحصل من خلالها على مقاومة على الضغط (عند عمر 28 يوما") تعادل المقاومة

التي نحصل عليها باستخدام الرمل القياسي الألماني والرمل الفرنسي .

نسب الخلط بحسب المواصفات الفرنسية هي (3 رمل : 1 إسمنت : 0,5 ماء) ، وبحسب المواصفات الأمريكية (2,75 رمل : 1 إسمنت : 0,485 ماء) ،

لذاك سوف يتم اختيار عدة خلطات بنسب (رمل : إسمنت : ماء) مختلفة ، ابتداء" من النسبة (3 : 1 : 0,5) وحتى الوصول إلى خلطة تعطي مقاومة مماثلة للمقاومة التي نحصل عليها من الرمل الفرنسي والرمل الألماني . مع الأخذ بالإعتبار – في كل خلطة – ضرورة الحصول على قوام نظامي للمونة الإسمنتية يتوافق من حيث السيولة مع المونة الإسمنتية النظامية المشكلة من الرمل القياسي الألماني أوالرمل الفرنسي ،(وبمعنى أخر)تحديد نسبة الماء للإسمنت (W/C) ،

7 – 4– تحديد القوام النظامي للمونة الإسمنتية :

يتم تحديد القوام القياسي للمونة الإسمنتية (Flow test) باستخدام جهاز القرص الرجاج المبين في الشكل (4) ، والذي يتكون من قرص معدني دائري ، يرتكز من الإسفل على عمود معدني عمودي قابل للحركة صعودا" ونزولا"بمقدار 1سم ، مسببا" صدمة للقرص تؤدي إلى رج المونة الإسمنتية الموضوعة على سطحه . توضع المونة الإسمنتية المشكلة في قالب بشكل جزع مخروط على طبقتين متساويتين تقريبا" ، وترص الطبقة الأولى بمعدل 15 ضربة بقضيب معدني قطره 10 مم ، والطبقة الثانية بمعدل 10 ضربات . بعدئذ يرفع القالب ، وترج المونة الإسمنتية من خلال رفع القرص وتركه يسقط بشكل حر بمعدل 30 مرة .بعدها يقاس مقدار انتشار المونة الإسمنتية بالاتجاهين بواسطة مسطرة معدنية مدرجة ، وتحسب القراءة الوسطية

الشكل (4): صورة تظهر القرص الرجاج (تجربة flow test)

في البداية تم تحديد القوام النظامي لخلطات المونة الإسمنتية للرمل الفرنسي ، والرمل الألماني ، حيث بلغ مقدار الإنتشار بحدود (166) مم ، وبالتالي فإننا سوف نسعى لتحديد نسبة الماء اللازمة للحصول على هذا الإنتشار بالنسبة لخلطات الرمل القرواني .

نبين في الجدول (2) خلطات المونة الإسمنتية المشكلة ، ونسبة الماء للإسمنت (W/C) اللازمة لتشكيل مونة إسمنتية قياسية ومتطابقة مع المونة المشكلة من الرمل القياسي الألماني والفرنسي .

جدول (2) : تحديد القوام القياسي لأنواع خلطات المونة :

تسلسل	نوع الرمل المستخدم	نسب المواد إلى الإسمنت			قطر الإنتشار mm
		رمل	إسمنت	ماء	
1	فرنسي	3	1	0,5	166
2	الماني	3	1	0,5	166
3	قرواني 0,3	3	1	0,58	164
4	=	2,75	1	0,55	164
5	=	2,50	1	0,52	164
6	=	2,25	1	0,49	163
7	=	2,0	1	0,46	162
8	قرواني 0,425	2,0	1	0,46	164
9	=	2,25	1	0,45	165

ملاحظة :

- الإسمنت المستخدم في التجارب هو من الصنف (32.5)
- المقصود (بالرمل القرواني0,3) أي المحجوز على المنخل ذي الفتحة (0,300) مم ، و(الرمل القرواني 0,425) أي المحجوز على المنخل ذي الفتحة (0,425) مم .

7- 5- صب مواشير المونة الإسمنتية :

تم تحضير خلطات المونة الإسمنتية بالنسب المبينة بالجدول أعلاه ، وتمت عمليات الخلط ، والصب والرج والحفظ وفق المواصفة القياسية السورية (SNS

1996 / 1674) ، حيث تم صب لكل خلطة 6 مواشير أبعادها (4×4×16) سم شكل (5) ، بحيث يتم كسر ثلاث منها على عمر 7 أيام ، وثلاث منها على عمر 28 يوما" . وبعد 24 ساعة تم فك القوالب ، وحفظت المواشير في الماء حتى قبل موعد الكسر بيوم واحد .حيث أخرجت المواشير من الماء وحفظت في جو المخبر لليوم التالي .

الشكل (5) : مواشير المونة الإسمنتية

7– 6– نتائج كسر عينات المونة الإسمنتية :

تم كسر عينات المونة الإسمنتية أولا" على الإنعطاف ، وبعدئذ على الضغط على جهاز كسر عينات المونة الإسمنتية الموجود في مخبر مواد البناء في كلية الهندسة المدنية بجامعة البعث ، شكل (6) . ونبين في الجدولين (3 و 4) نتائج الكسر على الإنعطاف والضغط على عمر (7 و 28) يوما" .

الشكل (6) جهاز كسر عينات المونة الإسمنتية على الإنعطاف والضغط

الجدول (3) - نتائج كسر عينات المونة الإسمنتية على الإنعطاف :

تسلسل	الرمل المستخدم	نسب الرمل والإسمنت والماء	نتائج الكسر بالإنعطاف MPa		σ_{t28}/σ_{t7}
			7 أيام	28يوما"	
1	فرنسي	0.5 : 1 : 3	3.6	5.7	1.56
2	ألماني	0.5 : 1 : 3	3.4	5.4	1.57
3	قرواني0.3 مم	0.58 : 1 : 3	1.4	2.2	1.64
4	0.3 = مم	0.55 :1: 2.75	1.5	2.9	1.85
5	0.3= مم	0.52: 1: 2.50	1.8	3.5	1.91
6	0.3= مم	0.49 : : 2.25	2.3	4.1	1.80
7	0.3= مم	0.46 : 1 : 2.0	2.8	5.1	1.84
8	0.425= مم	0.45 : 1 : 2.0	3.9	5.9	1.54
9	0.425= مم	0.46: 1: 2.25	3.6	5.4	1.51

الجدول (4) - نتائج كسر عينات المونة الإسمنتية على الضغط :

تسلسل	نوع الرمل المستخدم	نسب الرمل والإسمنت والماء	نتائج الكسر على الضغط MPa		$\frac{\sigma_{c28}}{\sigma_{c7}}$	$\frac{\sigma i}{\sigma}$ قياسي	$\frac{\sigma_{c28}}{\sigma_{t28}}$
			7 أيام	28يوما"	*	**	***
1	فرنسي	0.5 : 1 : 3	26.8	35.2	1.31	0.99	6.2
2	ألماني	0.5 : 1 : 3	26.3	35.8	1.37	1.01	6.6
3	قرواني0.3 مم	0.58 : 1 : 3	13.3	21.8	1.63	0.61	9.8
4	0.3 = مم	0.55 :1: 2.75	14.9	25.4	1.70	0.71	8.9
5	0.3= مم	0.52: 1: 2.50	17.3	28.4	1.63	0.76	8.2
6	0.3= مم	0.49 : : 2.25	20.7	31.7	1.53	0.89	7.8
7	0.3= مم	0.46 : 1 : 2.0	24.7	34.9	1.41	0.96	6.9
8	0.425= مم	0.45 : 1 : 2.0	28.2	38.4	1.36	1.07	6.6
9	0.425= مم	0.46: 1: 2.25	26.7	36.0	1.35	1.01	6.7

ملاحظات :

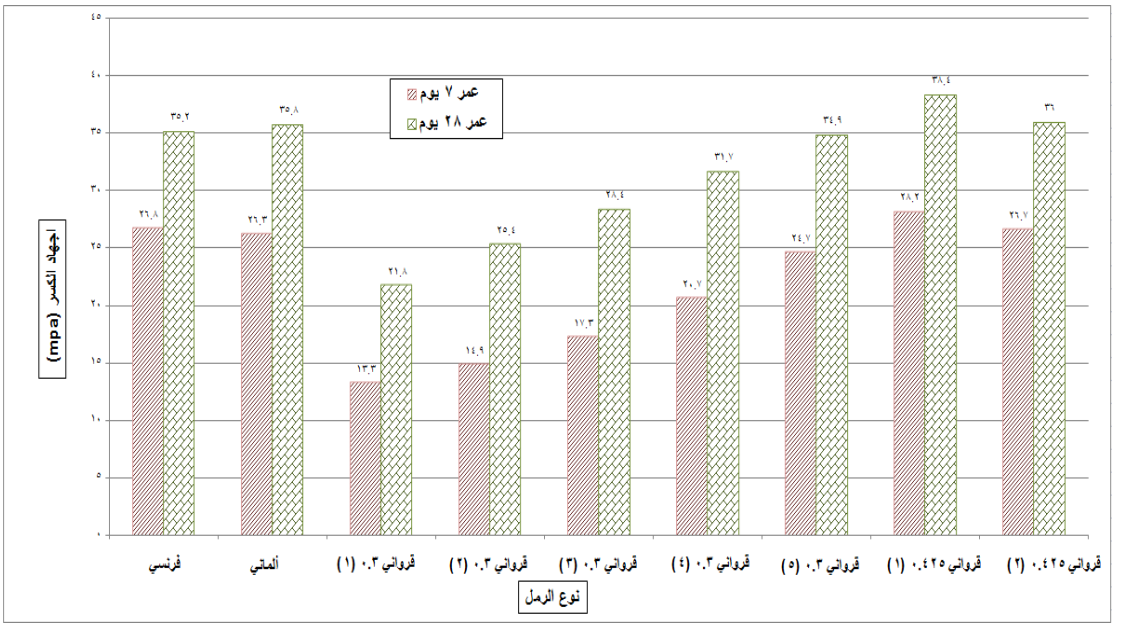
- * σ_{c28}/σ_{c7} : تعني نسبة مقاومة الضغط على عمر 28 يوما" إلى مقاومة الضغط على عمر 7 أيام .
- * * $\sigma i/\sigma$ قياسي : تعني نسبة مقاومة العينات المختلفة على الضغط إلى مقاومة عينات الرمل القياسي الوسطية . حيث تم اعتماد القيمة الوسطية لنتائج الكسر لنوعي الرمل الألماني والفرنسي كقيمة للمقارنة ، نظرا" لأن نوعي الرمل يعتبران رمال قياسية .
- * * * $\sigma_{c28}/\sigma_{t28}$: تعني نسبة مقاومة العينات على الضغط إلى مقاومة العينات على الإنعطاف عند عمر 28 يوما" .
- بالنسبة للرمل القياسي الألماني والرمل الفرنسي يلزم لكل قالب مكون من ثلاثة مواشير كيس رمل وزنه (1350) غرام + 450 غرام إسمنت + 225غرام ماء . أما بالنسبة للرمل القرواني فقد اختلفت أوزان الرمل

والإسمنت بحسب نسبة الخلط ، وبحيث يكون مجموع أوزان المواد(رمل + إسمنت + ماء) اللازمة لصب قالب واحد (ثلاثة مواشير) بحدود (2000)غرام .

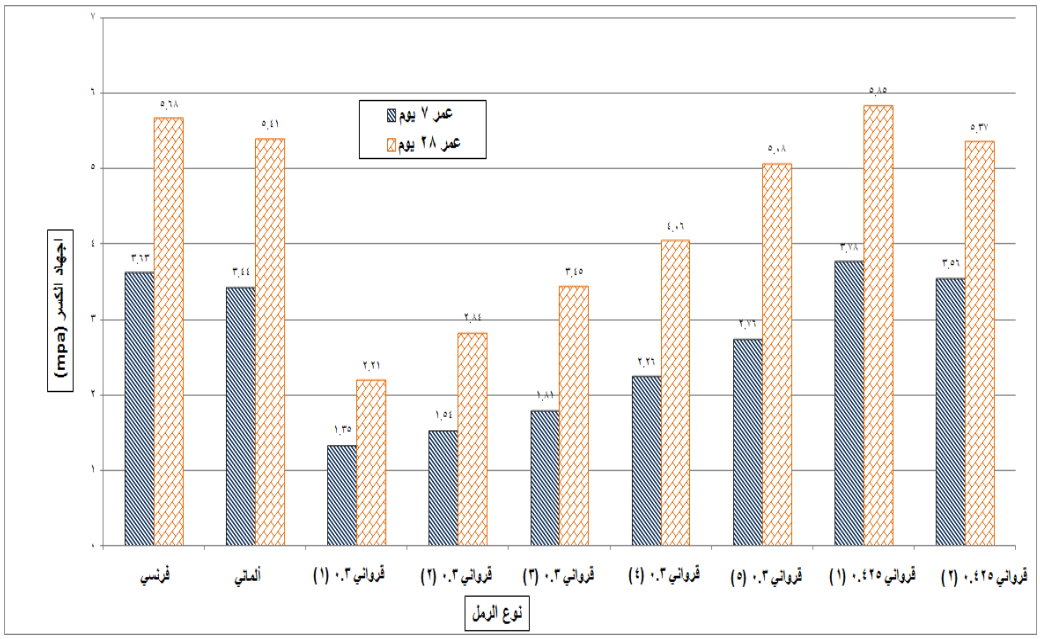
- نتائج الكسر المذكورة أعلاه ، هي القيم الوسطية لكسر ثلاث عينات على الإنعطاف وعلى الضغط .

من خلال النتائج نلاحظ أن نسب خلط (الرمل القرواني : الإسمنت : الماء) أقرب إلى المواصفة الأمريكية التي تستخدم الرمل النظامي وفق المواصفة (ASTM C778)

ونبين في الشكل (7) و الشكل (8) الرسم البياني لنتائج الكسر على الإنعطاف والضغط .



الشكل (7) : نتائج كسر عينات المونة الإسمنتية على الإنعطاف



الشكل (8) : نتائج كسر عينات المونة الإسمنتية على الضغط

7- 7- اختبار الرمل مع إسمنت – صنف (42.5) .

تم إعادة التجارب المجراة سابقا" مع إسمنت صنف (42.5)(ماركة الجمل) للتأكد من صلاحية النتائج للإستخدام مع أنواع مختلفة من الإسمنت . حيث تم صب عينات مونة إسمنتية باستخدام الرمل القرواني (0.425) ، والرمل القياسي الألماني .كما في الجدول (5) :

جدول (5): تحديد القوام القياسي لأنواع خلطات المونة :

تسلسل	نوع الرمل المستخدم	نسب المواد إلى الإسمنت			قطر الإنتشار mm
		رمل	إسمنت	ماء	
1	ألماني	3	1	0,5	166
2	قرواني 0,425	2,25	1	0,45	164
3	=	2,0	1	0,45	163

تم كسر عينات المونة الإسمنتية على الإنعطاف والضغط . ونبين في الجدولين (6 و 7) نتائج الكسر على عمر (7 و 28) يوما" .

الجدول (6) : نتائج كسر عينات المونة الإسمنتية على الإنعطاف :

تسلسل	الرمل المستخدم	نسب الرمل والإسمنت والماء	نتائج الكسر الإنعطاف MPa		σ_{t28}/σ_{t7}
			7 أيام	28يوما"	
1	ألماني	0.5 : 1 : 3	4.0	6.1	1.52
2	قرواني 0.425 مم	0.45 : 1 : 2.0	4.6	6.9	1.48
3	قرواني0.425 مم	0.46: 1: 2.25	4.2	6.3	1.50

الجدول (7): نتائج كسر عينات المونة الإسمنتية على الضغط :

تسلسل	الرمل المستخدم	نسب الرمل والإسمنت والماء	نتائج الكسر على الضغط MPa		σ_{c28}/σ_{c7}	$\frac{\sigma i}{\sigma}$ نظامي	$\sigma_{c28}/\sigma_{t28}$
			7 أيام	28يوما"			
1	ألماني	0.5 : 1 : 3	30.1	42.6	1.42	1.0	7.0
2	قرواني0.425 مم	0.45 : 1 : 2.0	30.2	46.6	1.46	1.09	6.9
3	قرواني0.425 مم	0.46: 1: 2.25	30.5	43.9	1.44	1.03	7.0

7- 8- تقييم النتائج :

من الجداول أعلاه نلاحظ ما يلي :

- إنخفاض مقاومة عينات المونة الإسمنتية مع الرمل القرواني0,3 على الإنعطاف مقارنة مع الرمل القرواني المحجوز على المنخل (0.425) مم ومع الرمل النظامي المستخدم ، وخاصة في الأيام الأولى (عند عمر 7 أيام) . ويعود ذلك لنعومة حبات الرمل القرواني المستخدم ، والتي تتطلب كمية أكبر من الإسمنت مقارنة بالرمل الأخشن
- تم الحصول على أعلى مقاومة على الضغط باستخدام الرمل القرواني0,3 للمونة بنسب (2رمل : 1 إسمنت : 0,46 ماء) وتعادل 96% من قيمة الضغط للرمل النظامي .
- باستخدام الرمل القرواني0,425 تم الحصول على أعلى مقاومة على الضغط وتساوي (MPa 38.4) عند النسب(2رمل : 1 إسمنت : 0,45 ماء). وهذه القيمة تعادل (1,06) من قيمة مقاومة الضغط للرمل القياسي . أما عند النسب (2,25رمل :1 إسمنت : 0,46 ماء) فكانت مقاومة الضغط (MPa 36.2) و هذه تعادل (1,01) من قيمة الضغط للرمل القياسي ، وهي مساوية تماما" لمقاومة الضغط مع الرمل الألماني .
- تطابق نتائج اختبار الرمل القرواني مع نتائج الإختبار مع الرمل القياسي الألماني باستخدام اسمنت صنف (42.5) ، وذلك باعتماد نسب مكونات المونة (2.25 رمل قرواني (0.425) : 1 إسمنت ، 0.45 ماء) كما هو مع الإسمنت صنف (32.5) .

8 – الجدوى الإقتصادية :

بإجراء مقارنة إقتصادية بين كلفة استخدام الرمل القياسي الأجنبي المستورد (في الظروف الحالية) وكلفة تحضير واستخدام الرمل القرواني لاختبار عينة إسمنت ، نلاحظ ما يلي :

- تبلغ كلفة استيراد 1 كيس إسمنت قياسي (ألماني أو فرنسي) يزن (1350) غرام بحدود (40000 – 50000) ليرة سورية .
- كلفة تحضير وتجهيز (1350) غرام من الرمل القرواني (تشمل الغسيل والنخل) بحدود (500) ليرة سورية.

وبالأخذ بالإعتبار أن اختبار عينة إسمنت واحدة تتطلب 2 كيس رمل قياسي أجنبي ، هذا يؤدي إلى أن كلفة اختبار عينة إسمنت واحدة تتطلب (80000 – 100000) ل.س من حيث ثمن الرمل فقط ، أما باستخدام الرمل القرواني فلا تزيد الكلفة عن (1000) ل.س .

9- مقترحات :

بناء على نتائج البحث التي حصلنا عليها نقترح ما يلي :

9-1- قبول استخدام الرمل القرواني المنخول والمحجوز على المنخل (0.425) مم في تحديد ماركة الإسمنت ، وذلك بتشكيل مونة إسمنتية نظامية وفق النسب التالية (2.25 رمل : 1 إسمنت : 0.45 ماء) . وبحيث يحقق التدرج الحبي التالي :

D(mm)	1.00	0.850	0.600	0.425
النسبة المارة(P%)	100	85 - 75	40 - 30	0
النسبة المحجوزة (R%)	0	30 - 20	45 - 35	40 - 30
النسبة المحجوزة التراكمية (H%)	0	20 ± 5	60 ± 5	100

9-2- نظرا" لأنه يتم تحديد ماركة الإسمنت عموما" من خلال نتيجة الكسر على الضغط على عمر 28 يوما" ، ونظرا" لضعف مقاومة الإنعطاف لعينات المونة المشكلة مع الرمل القرواني ،وخاصة في الأيام الأولى لذلك نقترح إجراء إختبارات تحديد ماركة الإسمنت باستخدام قوالب مكعبية قياس (5×5×5) سم كما في

المواصفة الأمريكية (ASTM – C 109–70) وبالتالي يتم استخدام نصف كمية المواد اللازمة لإجراء الإختبار .

3–9– تقديم النتائج إلى هيئة المواصفات والمقاييس السورية من أجل اعتمادها في تحديد ماركة الإسمنت، وتعميمها على معامل الإسمنت في الجمهورية العربية السورية للأخذ والعمل بها .

المراجع المستخدمة :

1- حنا . بسام ، 2000- الدليل العملي لمقرر مواد البناء. منشورات جامعة البعث- سوريا

2- المواصفة القياسية السورية (S.N.S 1674/ 1996) لاختبار مقاومة الإسمنت

-S.N.S 1674/ 1996 , Methods of testing cement :determination of strength

3- المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية ، الخريطة الجيولوجية السورية – إعداد الجيولوجي نوح وبي، 1996 م .

4- مقالات من شبكة الإنترنيت .

5 – ASTM C المواصفة الأمريكية لاختبار المونة الإسمنتية على الضغط 109 – 70

Compressive strength of hydraulic cement Mortar

6 – NF p المواصفة الفرنسية لإختبار الإسمنت على الضغط والإنعطاف 15 – 403

7 – Gurcharan .S ,2005- Bulding materials. Standard publishers distributors-B,Naisarak, Delhi, .

8 – Popov. L , 1988 –practical guide of building materials and constraction . stroyizdat ,Moskow, .