مجلة جامعة البعث

سلسلة علوم الهندسة المدنية والمعمارية

مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 45 . العدد 13

1445 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

م. هلا معروف

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 (40000) ل.س أربعون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (100000) ل.س مئة 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 (6000) ل.س ستة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

المحتوى

اسم البحث	اسم الباحث	الصفحة
تأثير التدعيم بالفيروسمنت على سلوك البلاطات البيتونية المسلحة المتضررة بلهب النار	د. منيب العلاف د. عبد الرزاق سالم م. رنين الضرف	44-11
تأثير النمذجة والاستدامة في تطوير السكن المتعدد العائلات في المنطقة الجبلية في محافظة حمص	م. إناس عدي د. مؤنس الجرايحي	90-45
دور إعادة الاستخدام التكيفي في تعزيز استدامة المباني العامة	م. ناديا شربك د. جاكلين طقطق	124-91
مقارنة قانون النظافة في سوريا مع نظائره في دول عربية	م. لبابه المنصور د. عابر محمد د. محمد المحمد	152-125
تطوير نماذج ذكاء صنعي للتنبؤ بالتشوه الفعّال لشرائح FRP المستخدمة في تقوية الجوائز البيتونية المسلحة	د. عصام ناصر د. بسام حويجة م. ثراء مبارك	176-153

تأثير التدعيم بالفيروسمنت على سلوك البلاطات البيتونية المسلحة المتضررة بلهب النار

أ.د. منيب العلاف [1] أ.د عبد الرزاق سالم [2] م. رنين أحمد الضرف [3]

مخلص البحث

تم في هذا البحث اقتراح طريقة تدعيم لتقوية البلاطات البيتونية المسلحة المتضررة نتيجة تعريضها للهب النار المباشر والمبردة بالماء باستخدام طبقة من الفيروسمنت بسماكة (25mm) وعلى كامل السطح السفلي المتضرر حيث أن كافة هذه البلاطات بسيطة الاستناد وتخضع لحمل خارجي مركز. يتضمن البحث دراسة تجريبية لمجموعة من البلاطات العاملة باتجاهين لمعرفة تأثير التدعيم بالفيروسمنت على مقاومة هذه البلاطات وفق أنماط الترابط المختلفة بين البلاطات وطبقة الفيروسمنت ((تخشين السطح المتضرر+ مادة SBR) و (تخشين السطح المتضرر+ 8 براغي + مادة SBR) و(16 برغي + مادة SBR) و (12برغي + مادة SBR)) على سلوك البلاطات البيتونية المسلحة المختبرة بعد تعريضها للهب النار. تشير النتائج أن تدعيم البلاطات المتضررة بالفيروسمنت ووفق كافة أنماط الترابط زادت من قدرة التحمل القصوى وخفضت السهم بشكل واضح عند هذه الحمولة ، حيث استعادت البلاطات المدعمة مقاومتها بنسب (75-92%) بالمقارنة مع البلاطات المرجعية. وخفضت السهوم بنسب (2-43%) بالمقارنة مع البلاطات المرجعية (دون حرق)، كما أن انهيار البلاطات تم عند الاستناد بعد وصول البلاطات إلى حمولتها القصوى.

كلمات مفتاحية: التدعيم، الفيروسمنت، البلاطات البيتونية المسلحة، لهب النار المباشر.

1- المشرف العلمي- أستاذ في قسم الهندسة الإنشائية -كلية الهندسة المدنية-جامعة البعث.
2- المشرف العلمي المشارك-أستاذ في قسم الهندسة الإنشائية -كلية الهندسة المدنية-جامعة حماه.
3- طالبة دكتوراه-قسم الهندسة الإنشائية -كلية الهندسة المدنية-جامعة البعث.

Effect the strengthening by Ferro-cement on the behavior of fire –Damaged reinforced concrete slabs

pro. Muneeb Al-allaf **pro. Abdulrazzak Salem**
E. Ranin Aldarf

Abstract

This research proposes a reinforcement method to strengthen fire-damaged reinforced concrete slabs that have been exposed to direct flame and subsequently cooled with water. The meth0d involved the application of 25mm-thick layer of Ferro-cement on the entire damaged lower surface. All the slabs considered in this study are simply supported and subjected to a concentrated external load.

This research includes an experimental study to investigate the effect of Ferro-cement with different bonding patters((surface roughing +SBR),(surface roughing+8bolts+SBR),(12bolts+SBR),(16bolts+SBR)) on the behavior of concrete slabs tested after being exposed to fire.

The results indicate that strengthening fire-damaged slabs with Ferro-cement using different bonding patterns increased their maximum load-carrying capacity and significantly reduced deflections at this load. The strengthened slabs regained their resistance by (38-92)% compared to the reference slabs ,and reduced deflection by (6-25)%. Furthermore, the collapse of the slabs occurred upon reaching their maximum load capacity during the testing process.

Key words: Strengthening, Ferro-cement, RC slabs, fire flame.

1- مقدمة البحث:

تعتبر الخرسانة المسلحة هي مادة أساسية للإنشاء والتي تدخل في تركيب معظم المنشآت الهندسية وان تعرض هذه المنشآت لدرجات حرارة عالية (كالحرائق) يعتبر من أخطر التحديات التي تؤدي لانخفاض كبير في قدرة التحمل للعناصر الإنشائية وأحياناً إلى دمار كبير أو جزئي للمنشأة بالإضافة إلى خسائر بالأرواح [1].

حيث توجد العديد من المباني التي تحتوي على بلاطات مصمتة (كبلاطات المستودعات والمنازل) والتي قد تعرضت للضرر والتلف نتيجة لسوء التصميم أو لتنفيذ أو الأحداث الاستثنائية كالزلازل والحرائق [2].

فتعرض المنشآت الخرسانية للحرائق تؤدي الى احتراق المواد الداخلة فيها مما يؤدي التخريب النسيج الداخلي للخرسانة و تغيير في الخواص الميكانيكية للخرسانة وفولاذ التسليح الداخلين في هندسة البلاطة وبالتالي انخفاض في مقاومتها وقابلية تحملها[1].

ولذلك يجب سوف تقدير حجم الضرر في هذه المنشآت ولا يتم هدمها بل يلجأ المهندس الى تدعيمها وإصلاحها وإعادة تأهيلها.

وان تطوير تقنية لإعادة تأهيل البلاطات الخرسانية ليستعيد المنشأ نسبة من سلامته بعد التعرض للحرق لفترة طويلة تعتبر إحدى التحديات الكبيرة التي قد تواجه المهندس الإنشائي[2].

ونتيجة لارتفاع تكاليف وسائل التدعيم كاستخدام ألياف الكربون والألياف الزجاجية وكذلك الشبكات الفولاذية وصعوبة تطبيقها على سطح البيتون المتضرر والمتهشم بفعل الحريق ، تم البحث عن مادة بديلة تحقق الشروط المرجوة من حيث:
سهولة الاستخدام ، والاقتصادية أي منخفضة التكاليف، متوفرة محلياً وقابلة للتطبيق على سطوح متضررة غير منتظمة و توفر قدرة تماسك عالية بين السطح الخرساني القديم المتضرر والسطح الخرساني الجديد . لذلك سيتم استخدام مادة الفيروسمنت المتوفرة فيها هذه الشروط.

1-1- التقنيات المستخدمة لتدعيم البلاطات البيتونية المسلحة[2]:

توجد عدة تقنيات لتدعيم البلاطات البيتونية المسلحة

1- التدعيم بالبولميرات المسلحة (ألياف الكربون والألياف الزجاجية).
2- التدعيم بقمصان فولاذية (الزوايا المعدنية ، شبكة قضبان تسليح جديدة، شرائح فولاذية (مبسطات)).
3- قمصان بيتونية: صب بلاطة علوية فوق البلاطة القائمة. يظهر الشكل(1) تقنيات التدعيم للبلاطات البيتونية المسلحة.

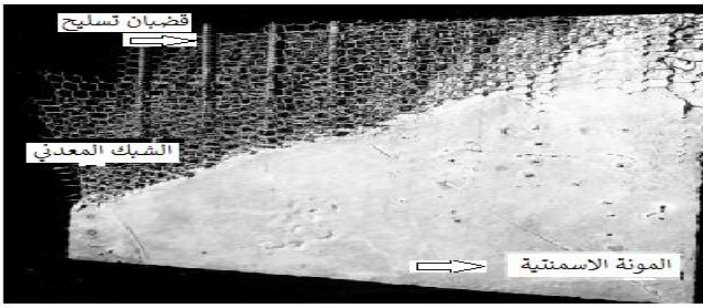
الشكل (1) تقنيات التدعيم للبلاطات البيتونية المسلحة

1-2- تعريف الفيروسمنت:

يعود بداية استخدام الفيروسمنت لعام (1848) من قبل المهندس جان لوي لامبوت الذي قام باستخدام هذه المادة بإنشاء القوارب كما استخدمها العديد من المهندسين في مجالات هندسية أخرى (بناء القبب والمنازل) وغيرها [4] الشكل(2).

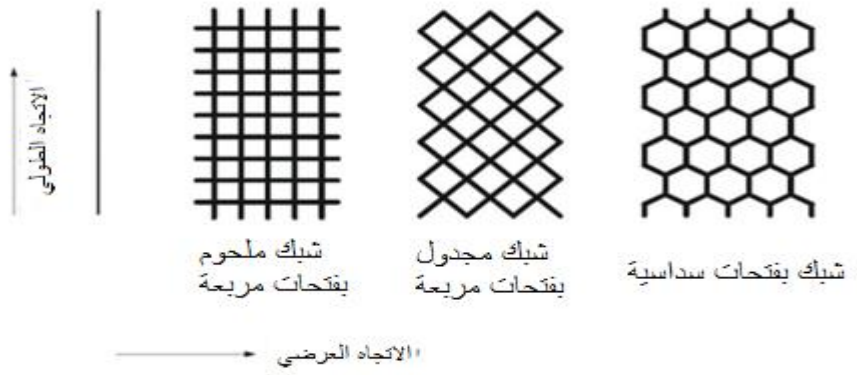
الشكل(2) قارب لامبوت والقبة الدائرية بإيطاليا المصنوعة من الفيروسمنتت

يمكن تعريف الفيروسمنت بأنه شكل من أشكال الخرسانة المسلحة ومكون من طبقة أو طبقات متعددة ومتقاربة من الشبك المعدني يتم تغطيتها بالمونة الإسمنتية بالكامل[5] الشكل(3) .



الشكل(3) مكونات الفيروسمنت

توجد عدة أشكال للشبك الفولاذي المستخدم في الفيروسمنت : الشبك ذو الفتحة السداسية أو ما يعرف بشبك الدجاج وهو غير فعال إنشائياً، الشبك ذو الفتحة المربعة ويتضمن الشبكات الملحومة أو الشبكات المجدولة ، كما يتوفر الشبك بأقطار مختلفة [5] كما في الشكل(4).



الشكل(4) أشكال الشبك المعدني[5]

استخدمت مادة الفيروسمنت في السنوات الأخيرة في التدعيم وإعادة التأهيل فهي مادة اقتصادية من حيث التصنيع والتنفيذ وذات خصائص مقاومة للتشققات ولا تحتاج إلى حماية من التآكل والحرائق[5].

ومن هنا تأتي أهمية طريقة التقوية المقترحة:

1- تعبر مادة اقتصادية بالمقارنة مع مواد التدعيم الأخرى كألياف الكربون والألياف الزجاجية وموادها متوفرة محلياً ولا تحتاج إلى مهارات تنفيذ وخبرة كبيرة.
2- قدرتها على اتخاذ الشكل الهندسي المطلوب مهما كان شكل العنصر الإنشائي المراد تدعيمه (بلاطات، أعمدة ...).
3- تعد طريقة تسمح بإمكانية استخدام شبكات الأسلاك الملحومة المتوفرة محلياً.

2-هدف البحث:

تتركز أهداف البحث في النقاط التالية:

1- دراسة سلوك البلاطات البيتونية المصمتة المسلحة تحت تأثير لهب الحريق المباشر وتأثير التبريد بالماء عليها.

2- إعادة تأهيل البلاطات البيتونية المسلحة المتضررة بلهب النار باستخدام الفيروسمنت وفق أنماط الترابط المختلفة ومعرفة مدى فعالية تخشين السطوح للبلاطات المتضررة من عدمه ودراسة أثر ذلك على كل من قدرة التحمل القصوى، والسهوم ونمط الانهيار.

3- الدراسة المرجعية:

1- إعادة تأهيل البلاطات الخرسانية المسلحة العاملة باتجاه واحد المعرضة لدرجات حرارة عالية [6]:

قام الباحثون (Shireen Awad Abass, Amer Farouk, Jamal Abdul wahid) بإجراء فحوصات مخبرية على (21) بلاطة بيتونية مسلحة ذاتية التوضع ،(18) نموذجاً منها قد أعيد تأهيلها بعد حرقها وتحميلها حتى الانهيار، بينما أعيد تأهيل ثلاث عينات منها بعد تحميلها حتى الانهيار (دون حرق) واعتبرت عينات مرجعية.
لقد قام الباحثون باختبار البلاطات البسيطة الاستناد تحت تأثير نقطتي تحميل وكانت المتغيرات كالتالي:

1- درجات حرارة مختلفة C^o (300,500,700).
2- مقاومة الضغط للخرسانة MPa(20,30,40).
3- طريق تبريد (فجائي ، تدريجي).

تم إعادة تأهيل هذه البلاطات باستخدام صفائح من ألياف الكربون على الوجه السفلي المتضرر نتيجة درجات الحرارة عالية.

وقد ركز الباحثون على دراسة هذه المتغيرات على الحالة السلوكية للبلاطة من حيث قدرة التحمل القصوى وعلاقة الحمولة–السهم ونمط الانهيار.

لقد وجد الباحثون أن البلاطات التي أعيد تأهيلها باستخدام ألياف الكربون استعادت نسبة من المقاومة (93.95–97.92%) مساوية تقريباً أو أقل من المقاومة الأصلية. كما تبين

أن السهوم عند حمولات الانهيار للبلاطات التي أعيد تأهيلها أكبر من السهوم للبلاطات المرجعية عند الحمولات نفسها.

وجد الباحثون أن متوسط النسبة المئوية لقدرة التحمل القصوى للبلاطات المبردة تدريجياً والمعاد تأهيلها هي (55.37% , 74.16 , 78.74) عند درجات حرارة C^o (300,500,700) على التوالي. بينما كان متوسط النسبة المئوية لقدرة التحمل القصوى للبلاطات المبردة فجائياً والمعاد تأهيلها هي (45.42%, 65.82 ,75.48) عند درجات حرارة C^o (300,500,700) على التوالي.

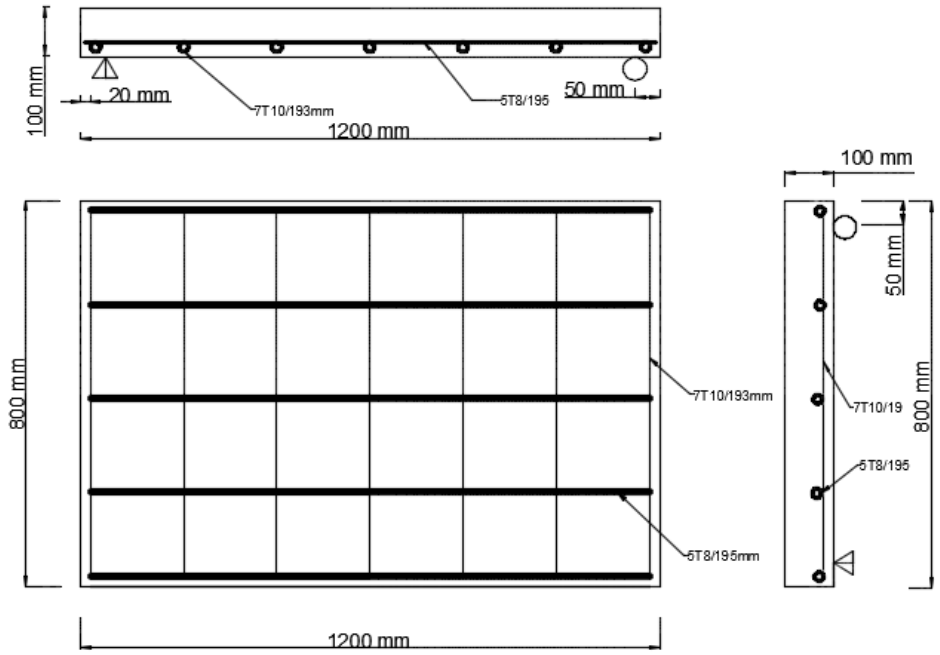
تزداد قدرة التحمل القصوى للبلاطات المعاد تأهيلها بعد تعريضها لدرجات الحرارة العالية مع زيادة مقاومة الضغط المميزة لخرسانتها، بينما تقل المقاومة مع زيادة درجات الحرارة قبل تطبيق صفائح ألياف الكربون (CFRP).

كما وجد الباحثون أن البلاطات المعاد تأهيلها و ذات مقاومات الضغط العالية تظهر صلابة أكبر من البلاطات ذات مقاومات الضغط المنخفضة وعند جميع درجات الحرارة.

4- المواد والطرق التجريبية للبحث:

4- 1-وصف النماذج المدروسة :

تم صب (7) بلاطات بيتونية مسلحة عاملة باتجاهين ذات أبعاد (1200*800*100mm) ومزودة بشبكة تسليح رئيسية حيث وضع فولاذ التسليح بالاتجاه القصير (7T10) وتسليح في الاتجاه الطويل (5T8) جميع البلاطات بسيطة الاستناد ومتماثلة بالأبعاد وخواص المواد. تم إخضاع هذه البلاطات إلى حمولة مركزة في منتصف مجاز البلاطة، يوضح الشكل (5) أبعاد البلاطة وتفاصيل التسليح.



الشكل (5) أبعاد البلاطة وتفاصيل التسليح

تم تقسيم البلاطات البيتونية المسلحة المختبرة الى مجموعتين:

المجموعة الأولى البلاطات المرجعية : تتضمن بلاطتين بيتونتين مسلحتين تم تحميلهما حتى الانهيار.

المجموعة الثانية البلاطات المحروقة والمبردة: تتضمن (5) بلاطات بيتونية مسلحة محملة مسبقاً بنسبة (62%) من حمولة الانهيار، تم تعريض البلاطات الخمس للهب النار المباشر الموزع على ثلاث شعلات حرارية (مسار واحد) ولمدة ساعة واحدة باستخدام فرن غاز (منزلي) وبردت هذه البلاطات بالماء، اعتبرت واحدة من هذه البلاطات كبلاطة مرجعية بينما تم تدعيم البلاطات الأربعة الأخرى بطبقة واحدة من الفيروسمنت وفق أنماط الترابط المختلفة:

1- تخشين السطح السفلي + مادة SBR .

2- تخشين السطح السفلي المتضرر + 8براغي + مادة SBR.

3- 12برغي+ مادة SBR.

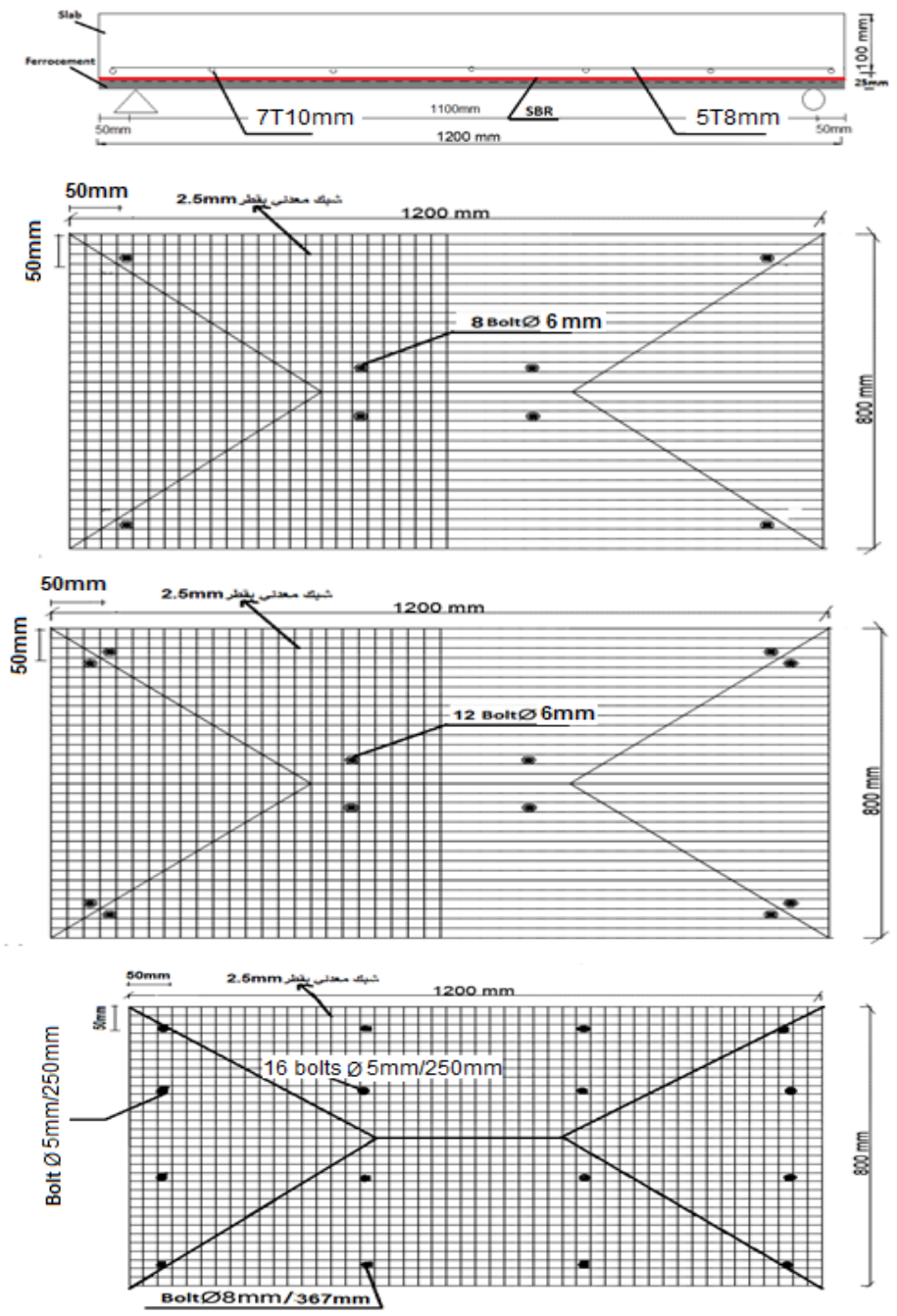
4- 16 برغي+ مادة SBR.

تم توزيع براغي الشنكل ذات العدد (8) و(12) حول الشقوق الناتجة من جراء التحميل المسبق بينما البراغي (16) تم توزيعها منتظماً. تبين الأشكال (6) و (7) تخشين السطح و توزع أنماط التدعيم وتوزع البراغي حول شقوق. والجدول () يبين مواصفات البلاطات المختبرة.

الجدول (1) مواصفات البلاطات المختبرة

نمط التدعيم	طريقة الحرق والتبريد	اسم البلاطات	المجموعة
–	–	RS1	الأولى
		RS2	
–	ثلاث شعلات حرارية ومبردة بالماء	SW3	الثانية
تخشين السطح+8 براغي+ SBR		FS1	
تخشين السطح + SBR		FS2	
12 برغي+SBR		FS3	
16 برغي+SBR		FS4	

الشكل(6) تخشين السطوح



الشكل (7) يبين توزع أنماط الترابط للفيروسمنت المستخدمة في التدعيم.

4-2 – صب البلاطات البيتونية المسلحة والعينات الاسطوانية:

تم إحضار جميع المواد اللازمة لصب العينات المخبرية حيث تم استخدام أربعة أصناف من المواد الحصوية (حصويات خشنة، زرادة، رمل مكسر، رمل قرواني) وأجريت كافة التجارب المخبرية في مخبر البيتون المسلح بكلية الهندسة المدنية– جامعة البعث على هذه المواد للتأكد من صلاحيتها وجودتها لاستخدامها في صب البلاطات كما استخدم الاسمنت البورتلاندي من الصنف (32.5) وبعيار $400Kg/m^3$.

تم صب ثلاث عينات اسطوانية من نفس الخلطة للبلاطات البيتونية بأبعاد (15*30Cm) وبعد (28) ساعة تم فك القوالب وغمرت بالماء ضمن خزان كبير وبعد (28) يوماً أجريت تجربة الكسر لهذه العينات في مخبر مواد البناء بكلية الهندسة المدنية –جامعة البعث ، فكان متوسط قيمة مقاومة الضغط الأسطوانية عند الانهيار (22.7MPa).

تم إجراء تجربة الشد لثلاث عينات من الفولاذ المستخدم في تسليح البلاطات البيتونية المسلحة في مخبر مواد البناء، فكان متوسط إجهاد الخضوع لفولاذ التسليح بقطر ($10mm$) هو (540MPa) ولفولاذ التسليح بقطر ($8mm$) هو (660MPa).

تم تجهيز وتنظيف القوالب الخشبية اللازمة لصب البلاطات البيتونية وتنفيذها بنفس أبعاد البلاطات المطلوبة، ثم جرى تشكيل شبكة التسليح الفولاذية، وضبطت سماكة طبقة التغطية (20Cm) واستخدم الهزاز الميكانيكي في عملية الصب وأخيراً أجريت تسوية لسطح البلاطات باستخدام المسطرين كما في الشكل (8).

الشكل (8) صب البلاطات البيتونية المسلحة

كما أجريت عملية الترطيب والعناية للبلاطات المصبوبة لمدة (7) أيام وبعدها تم فك القوالب الخشبية كما في الشكل(9).

الشكل (9) صب البلاطات البيتونية المسلحة المراد اختبارها

4-3- نموذج التحميل للبلاطات البيتونية المسلحة:

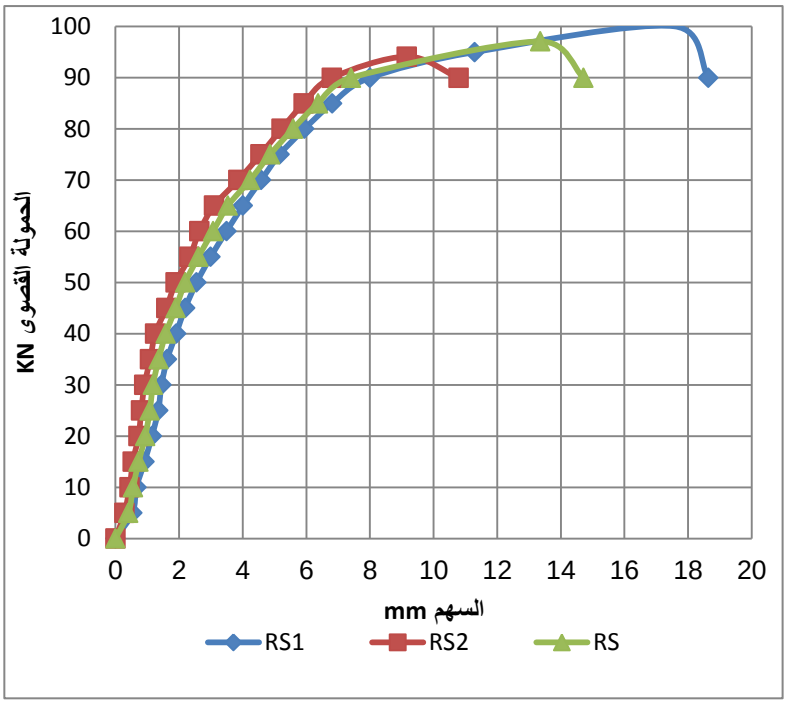
تم اسناد البلاطات البيتونية مسلحة الى طاولة معدنية صممت بنفس أبعاد البلاطة (1200*800*100mm) وبعرض مساند(50mm) وذلك لتأمين عمل البلاطة بالاتجاهين والحصول على نمط انهيار حيث توزعت الحمولة المطبقة كشبه منحرف على البعد الطويل للبلاطة ومثلث على البعد القصير، وهو نمط الانهيار للبلاطات العاملة باتجاهين. تم كسر العينات باستخدام جهاز كسر القساطل في مخبر البيتون المسلح بكلية الهندسة المدنية – جامعة البعث الموضح في الشكل (10) وذلك بتطبيق قوة خارجية مركزة في منتصف مجاز البلاطة. ولرصد الانتقالات والسهوم في البلاطات تحت نقطة تطبيق القوة المركزة (أي منتصف مجاز البلاطة المشدود) تم استخدام حساسات الكترونية من نوع (LVDT) كما تم قياس الانتقال فوق المساند لحذف أي هبوط محتمل في أطراف البلاطات، أما لقياس الانتقالات في بيتون المنطقة المضغوطة ثبتت حساسات الكترونية من النوع نفسه على حوامل معدنية زرعت على السطح العلوي للبلاطات كما في الشكل (11) وبتقسيم الانتقال الناتج على المسافة بين الحامل والصفيحة المحددة للحساسات والبالغة (12Cm) نحصل على قيمة التشوه في بيتون المنطقة المضغوطة.

الشكل(10) جهاز الكسر وطاولة الاستناد

الشكل (11) مواقع الحساسات لقياس الانتقالات في منطقة الضغط والشد

4-4- نتائج الكسر للعينتين المرجعيتين (المجموعة الأولى) كما يلي:

يوضح الشكل (12) مخطط (الحمولة–السهم) لبلاطتين المرجعيتين (RS1,RS2) والمنحني الوسطي (RS).

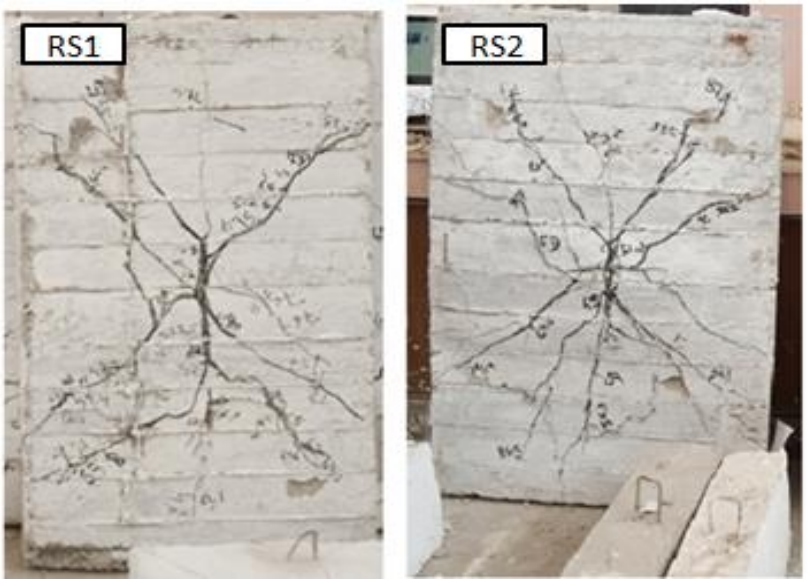


الشكل(12) مخطط (الحمولة–السهم) للبلاطتين المرجعيتين (RS1,RS2) والمنحني الوسطي (RS)

من مخطط (الحمولة – سهم) تبين أن متوسط حمولة الانهيار للعينات المرجعية قد بلغت (97.08KN) وأن قيمة متوسط السهم المقابل لها في منتصف مجاز البلاطة (13.35mm).

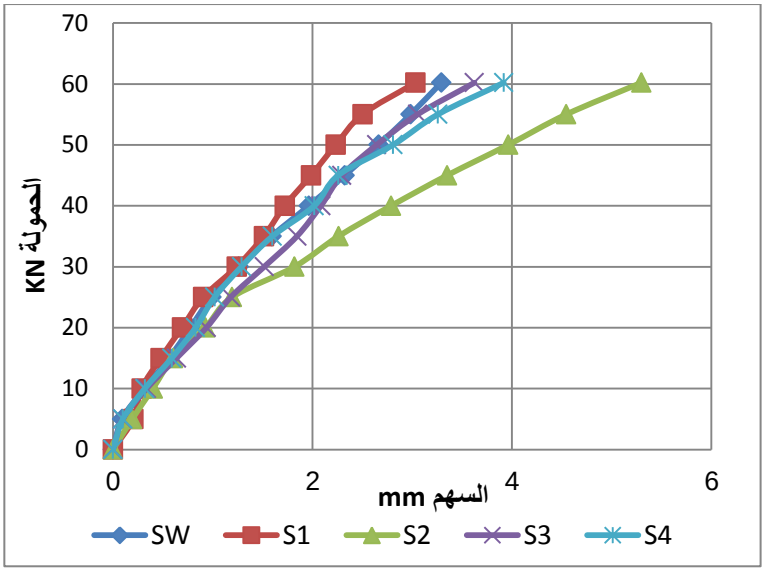
يوضح الشكل (13) أنماط الشقوق للعينات المرجعية، حيث ظهر شق رئيسي في منتصف مجاز البلاطة ومع تزايد الحمولة امتدت منه شقوق قطرية تميل بزاوية (45)

تقريباً على كامل الوجه السفلي واستمرت حتى المساند وصولاً للحافة العلوية للبلاطات ،ليحدث بعدها الانهيار عند الوصول إلى الحمولة القصوى.



الشكل (13) أنماط الشقوق للبلاطتين المرجعيتين (RS1,RS2)

حُملت خمس بلاطات قبل تعريضها للهب النار تحميلاً مسبقاً عند حمولة استثمارية تمثل (62%) من حمولة الانهيار(لمحاكاة الحالة الواقعية باعتبار أن كافة العناصر مجهدة ومعرضة لقوى خارجية عند استثمارها) وذلك وفق شروط مماثلة لاستناد البلاطات المرجعية. يوضح الشكل (14) مخطط (الحمولة – السهم) للعينات نتيجة التحميل المسبق عند حمولة استثمارية (60.2KN).



الشكل (14) مخطط (الحمولة–السهم) للعينات المحملة بحمولة الاستثمارية (60.2KN)

4-5- اجراءات الحرق للبلاطات المتضررة بالتحميل المسبق:

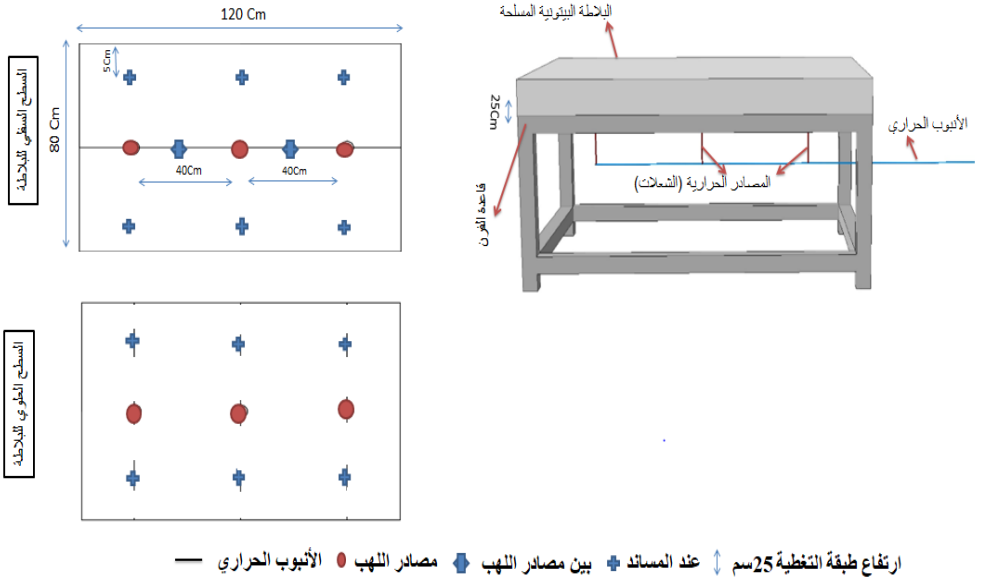
تم حرق البلاطات المتضررة نتيجة التحميل المسبق باستخدام فرن مصمم من قاعدة معدنية تستند عليها البلاطة المراد حرقها ، الفرن محاط بأربعة جدران اثنين ثابتين وآخرين متحركين وفق عدة شفرات هذه الجدران مملوءة بالصوف الزجاجي، كما يحتوي الفرن على مسار معدني (أنبوبي) مكون من عدة شعلات حرارية في نهايته صمام لإتاحة التسخين السريع والبطيء .

الشكل(15) فرن الغاز والجهاز الليزري

تم حرق السطح السفلي فقط للبلاطات المحملة بالحمولة الاستثمارية باستخدام فرن الغاز ولمدة ساعة واحدة وبردت العينة بالماء (وذلك لمحاكاة المنشآت القريبة من مراكز الإطفاء) كما هو موضح في الشكل (16).

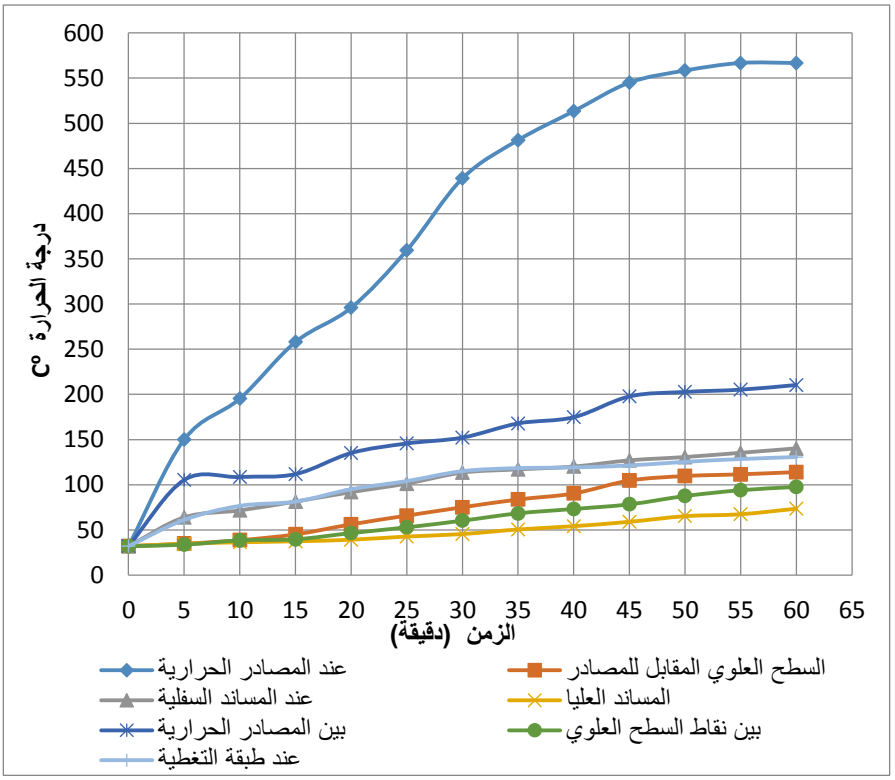
الشكل(16) البلاطة أثناء الحريق و عند التبريد

تم قياس درجة حرارة الأسطح البيتونية (العليا والسفلى) في عدة نقاط (عند المصادر الحرارية وبين المصادر وعلى بعد (5Cm) من المساند وعلى ارتفاع (25Cm) من سماكة البلاطة) باستخدام جهاز ليزري كما هو موضح في الشكل (15).



الشكل (15) نقاط الأسطح البيتونية التي تم قياس درجات الحرارة عندها

يوضح الشكل(17) مخطط تغير درجة الحرارة مع الزمن لسطح أحد البلاطات المتضررة بلهب النار.

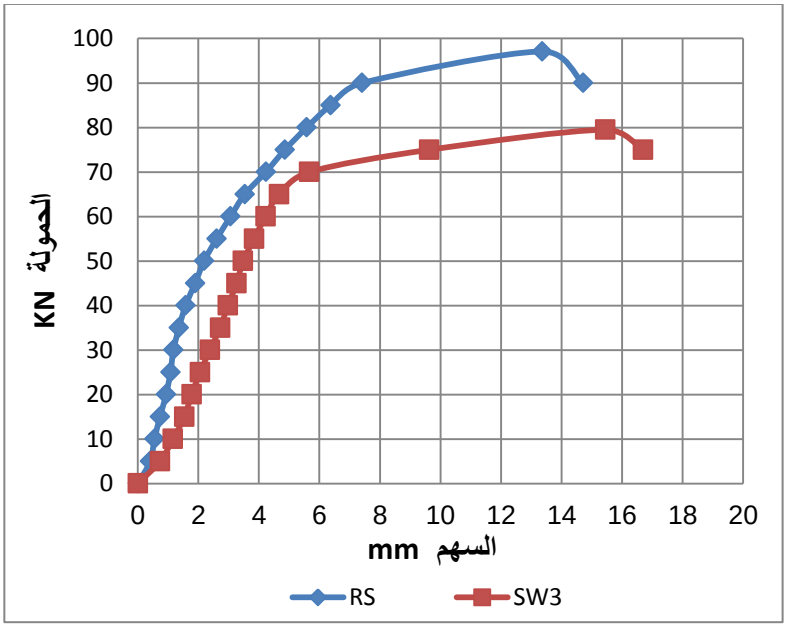


الشكل(17) مخطط تغير درجة الحرارة مع الزمن لسطح أحد البلاطات المتضررة بلهب النار

بعد الانتهاء من عملية الحرق تم كسر واحدة من البلاطات المحروقة واعتبرت كعينة مرجعية (SW3) وذلك وفق شروط مماثلة من حيث الاستناد وبتزايد ثابت للحمولة ، كما هو الحال للعينات المرجعية (المجموعة الأولى) ، يوضح الشكل (18) نظام التحميل للعينة المرجعية المحروقة ونمط الشقوق.

الشكل (18) نظام التحميل للعينة المحروقة بلهب النار ونمط الشقوق

يظهر الشكل (19) مخطط (الحمولة – السهم) للعينة المرجعية المحروقة (SW3) مقارنة مع وسطي العينات المرجعية(RS).



الشكل (19) مخطط (الحمولة–السهم) للعينة المرجعية المحروقة مع وسطي العينات المرجعية

نلاحظ من مخطط (الحمولة–السهم) انخفاض في قدرة التحمل الحدية للبلاطة المحروقة بنسبة (18.5%) بالمقارنة مع وسطي العينات المرجعية (بدون حرق). كما نلاحظ زيادة في السهم وسط مجاز البلاطة المرجعية المحروقة بنسبة (15.6%) عند حمولة الانهيار مقارنة مع السهم لوسطي العينات المرجعية عند الحمولة نفسها. وزيادة السهم بعد الحريق عند الحمولة الاستثمارية (60.2KN) بمقدار (36.4%) مقارنة مع السهم الاستثماري لوسطي العينات المرجعية.

4-6- اجراءات التدعيم للبلاطات المتضررة بلهب النار والمبرد فجائياً باستخدام الفيروسمنت وفق أنماط الترابط المختلفة:

بعد حرق العينات بلهب النار المباشر وتبريدها، تم إجراء تدعيم للسطح السفلي المتضرر للبلاطات.

المونة الإسمنتية: تتكون المونة الإسمنتية المستخدمة في الفيروسمنت من (اسمنت ورمل وماء) وذلك وفق النسب (1:2:0.5). تم إجراء تجربة الضغط لعينات مكعبية من المونة الإسمنتية ذات الأبعاد (100mm*100*100) فكانت متوسط المقاومة المكعبية على الضغط (26MPa) كما تم إجراء تجربة الشد بالانعطاف على عينات موشورية من المونة بأبعاد (160mm*40*40) وفق الطريقة البرازيلية وذلك بنفس النسب الوزنية وتم اختبارها على عمر 28 يوماً فكان متوسط المقاومة على الشد بالانعطاف (14.1MPa) كما في الشكل (20).

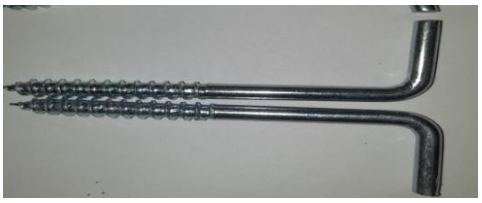
الشكل(20) تجربة الشد والضغط للعينات الموشورية والمكعبية

الشبك المعدني: تم استخدام طبقة واحدة من الشبك الفولاذي الملحوم ذو فتحة مربعة أبعادها (25*25mm) وبقطر (2.5mm) كما في الشكل (21).

الشكل (21) الشبك المستخدم بالتدعيم

تم اجراء تجربة الشد مخبر مواد البناء بكلية الهندسة المدنية- جامعة البعث على عينات من السلك الفولاذي لتحديد خواصه الميكانيكية، فكان متوسط اجهاد الخضوع (800MPa).

البراغي : براغي على شكل حرف (L) بقطر (5mm) وثبتت ضمن ثقوب أحدثت بسطح البلاطات باستخدام مادة مالينات البوليستر وهذه المادة تتكون من (مواد مكربنة-راتنج-سيترين-بوليستر ريزين) (Polyester Melamine Resin) الشكل (22).



الشكل (22) براغي (L)

المادة الرابطة (SBR): تم تشكيل روبة اسمنتية من (SBR + ماء+ اسمنت) وبنسب وزنية (2:1:1).

4-7- تدعيم البلاطات المتضررة وفق النمط (SBR+ تخشين السطح) وكذلك وفق النمط (8bolts+SBR+تخشين السطح) :

تم وضع قوالب خشبية حول البلاطة المتضررة ترتفع عن سطح البلاطة بسماكة (25mm) وهي تمثل سماكة طبقة الفيروسمنت، تم تخشين سطح البلاطة المتضرر باستخدام جلخ كهربائي، التخشين يتم على شكل أثلام متعامدة بعمق (5mm) وبعرض قرص الجلخ، ثم نظف سطح البلاطة المخشن بمنفاخ الهواء ،تم وضع قطع فولاذية بقطر (10mm) لضبط سماكة طبقة الأولى للفيروسمنت وثبت معها الشبك المعدني بعد قصه بحيث يوضع على كامل سطح البلاطة باستخدام أسلاك التربيط، رُش كامل سطح البلاطة المخشن والشبك المعدني بالروبة الإسمنتية الحاوية على (SBR) بشكل جيد ، ثم طبقت مونة الفيروسمنت بشكل مباشر على السطح المدهون مع ضغط ورج البسيط لملأ الأثلام وتم تسوية سطح المونة باستخدام المالج وتم ترطيبها بالماء لمدة (7) أيام. أما البلاطة المتضررة التي ستستخدم (8) براغي، فيها نتبع نفس الخطوات السابقة إلا أنه بعد تثبيت الشبك المعدني على سطح البلاطة المخشن تم إجراء (4) ثقوب حول الشق الرئيسي في منتصف مجاز البلاطة التي حددت بالتحميل المسبق وعلى بعد (5Cm) من الشق، أما الثقوب الأخرى فقد وضعت حول الشقوق القطرية وعلى بعد(5Cm) منها ثم ثبتت براغي الشنكل داخل الثقوب باستخدام مادة ماليانات البوليستر(Polyester Melamine Resin).

تدعيم البلاطة المتضررة وفق النمط (SBR+12برغي) والنمط (16برغي+SBR):

تم تثبيت القوالب الخشبية حول البلاطة بنفس سماكة طبقة الفيروسمنت (25mm) ومن ثم ثبت الشبك المعدني مع محددات السماكة ذات القطر (10mm) ، تم إجراء ثقوب بقطر (6mm) وذلك على بعد (5Cm) من الشق الرئيسي في منتصف مجاز البلاطة والشقوق القطرية التي تحدد مسارها نتيجة التحميل المسبق للبلاطة ، ثبتت براغي الشنكل باستخدام ماليات البوليستر داخل هذه الشقوق ، رُش كامل سطح البلاطة والشبك المعدني والبراغي بالروبة الاسمنتية الحاوية على (SBR) بشكل جيد ، ثم طبقت مونة الفيروسمنت بشكل مباشر على السطح المدهون مع الرج البسيط للشبك وتم تسوية سطح المونة باستخدام المالج وتم ترطيبها بالماء لمدة (7) أيام. أما نمط التدعيم (16برغي+SBR) وضعت البراغي على سطح البلاطة المراد تدعيمه بحيث يكون التوزيع منتظماً ، يبعد الصف الأول للبراغي عن حافة البلاطة مسافة (5Cm).

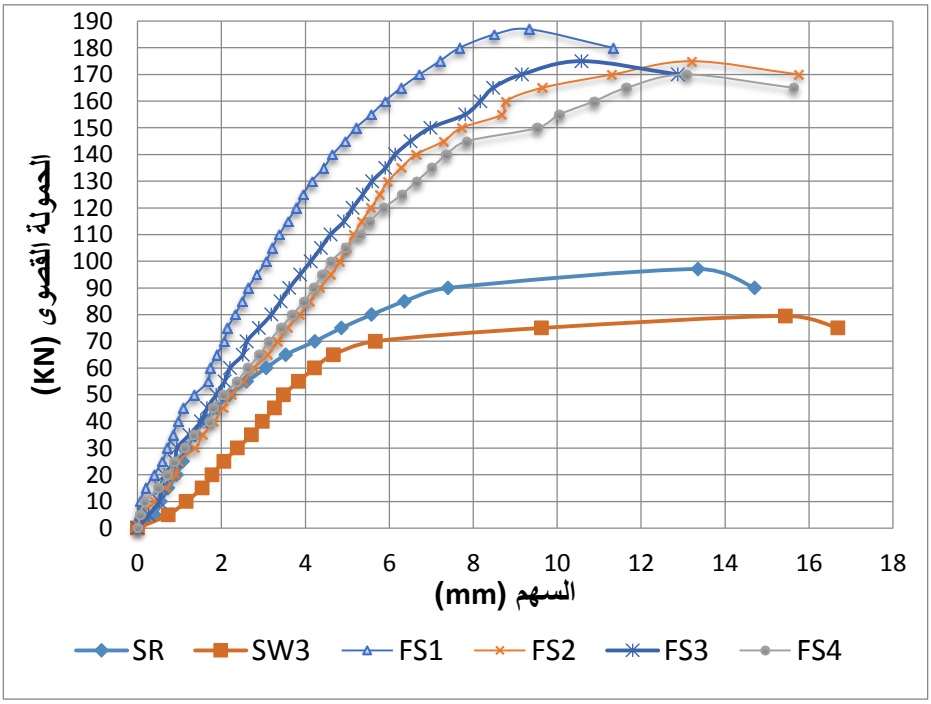
الشكل (23) يظهر إجراءات التدعيم للبلاطات البيتونية المسلحة المتضررة بلهب النار وفق أنماط الترابط المختلفة.

الشكل(23) إجراءات التدعيم للبلاطات المتضررة بلهب النار وفق أنماط الترابط المختلفة

4-7- نموذج التحميل :

تم إجراء اختبار التحميل للبلاطات البيتونية المسلحة المتضررة المدعمة بالفيروسمنت بشروط مماثلة لاستناد وتحميل البلاطات المرجعية المحروقة حيث حُملت جميع العينات حتى الانهيار وزودت بنفس مواقع الحساسات (حساس في منتصف مجاز البلاطة المدعم، حساسات في منطقة الضغط ، حساسات عند المساند لحذف أيا هبوط يمكن حدوثه فيه). وللتحقق من السلوك الاجهادي- التشوهي للبلاطات المدعمة تم اجراء مقارنة سلوكية تتمثل بمنحنيات (الحمولة –السهم) للبلاطات المدعمة ومقارنتها مع البلاطات المرجعية المتضررة بلهب النار ووسطي العينات المرجعية .

يبين الشكل (24) سلوك البلاطات البيتونية المدعمة بمرحلة التحميل الاخيرة حتى حدوث الانهيار ومقارنتها مع البلاطات المرجعية المحروقة بلهب النار المباشر ووسطي العينات المرجعية.



الشكل(24) مخطط الحمولة –السهم للعينات المدعمة بأنماط الترابط المختلفة مقارنة مع وسطي العينات المرجعية (SR) والعينة المرجعية المحروقة (SW3)

النتائج والمناقشات:

من مخطط (الحمولة–السهم) للعينات المدعمة نستنتج:

قدرة التحمل القصوى:

- في حال نمط الترابط (FS2) أي (تخشين السطح+SBR) ازدادت الحمولة القصوى بنسبة مئوية (120%) مقارنة مع العينة المرجعية المحروقة كما ازداد الحمولة القصوى للبلاطة بنسبة مئوية (80.3%) مقارنة مع وسطي العينات المرجعية.
- في حال نمط الترابط (FS1) أي (تخشين+SBR+8 براغي) ازدادت الحمولة القصوى بنسبة (135%) مقارنة مع العينة المرجعية المحروقة كما ازداد الحمولة القصوى للبلاطة بنسبة(92.5%) مقارنة مع وسطي العينات المرجعية.
- في حال نمط الترابط (FS3) أي (SBR+12 برغي) ازدادت الحمولة القصوى بنسبة (126%) مقارنة مع العينة المرجعية المحروقة كما ازدادت الحمولة القصوى للبلاطة بنسبة (85.4%) مقارنة مع وسطي العينات المرجعية.
- في حال نمط الترابط (FS4) أي (SBR+16 برغي) ازدادت الحمولة القصوى بنسبة (113.8%) مقارنة مع العينة المرجعية المحروقة كما ازداد الحمولة القصوى للبلاطة بنسبة (75%) مقارنة مع وسطي العينات المرجعية.

السهوم:

- في حال نمط الترابط (تخشين السطح+SBR) انخفض السهم وسط المجاز عند الحمولة القصوى بنسبة (14.5%) مقارنة مع السهم وسط المجاز للعينة المرجعية المحروقة. كما انخفض السهم وسط المجاز عند الحمولة القصوى بنسبة (1.12%) مقارنة مع وسطي السهم وسط المجاز للعينات المرجعية (دون حرق).

كما انخفض السهم وسط المجاز عند الحمولة الاستثمارية (60.2KN) للعينة المدعمة بنسبة (34.4%) مقارنة مع السهم وسط المجاز عند الحمولة الاستثمارية للعينة المرجعية المحروقة ، وبنسبة (9.7%) مع السهم وسط المجاز للحمولة الاستثمارية لوسطي العينات المرجعية.

- في حال نمط الترابط (تخشين+SBR+8 براغي) انخفض السهم وسط المجاز عند الحمولة القصوى بنسبة (58%) مقارنة مع السهم وسط المجاز للعينة المرجعية المحروقة. كما انخفض السهم وسط المجاز عند الحمولة القصوى بنسبة (43.8%) مقارنة مع وسطي السهم وسط المجاز للعينات المرجعية.

كما انخفض السهم وسط المجاز عند الحمولة الاستثمارية للعينة المدعمة بنسبة (59.1%) مقارنة مع السهم وسط المجاز عند الحمولة الاستثمارية للعينة المرجعية المحروقة ، وبنسبة (43.8%) مع السهم وسط المجاز للحمولة الاستثمارية لوسطي العينات المرجعية.

- في حال نمط الترابط (SBR+12 برغي) انخفض السهم وسط المجاز عند الحمولة القصوى بنسبة (31.5%) مقارنة مع السهم وسط المجاز للعينة

المرجعية المحروقة. كما انخفض السهم وسط المجاز عند الحمولة القصوى بنسبة (20.7%) مقارنة مع وسطي السهم وسط المجاز للعينات المرجعية.

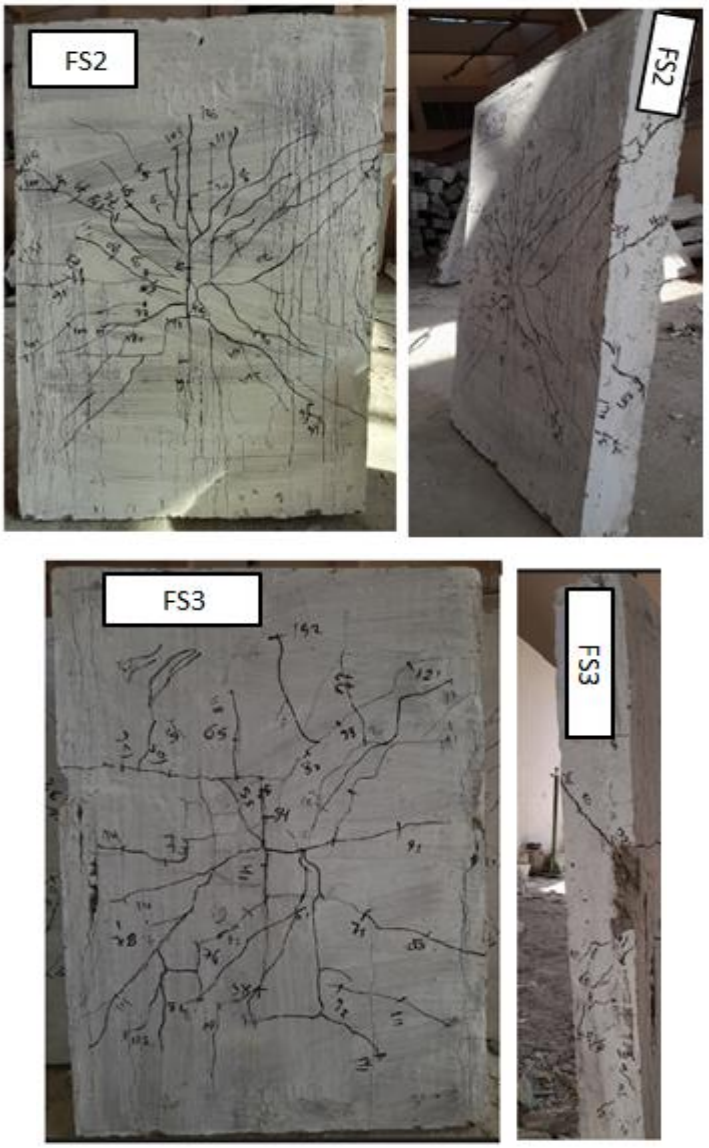
كما انخفض السهم وسط المجاز عند الحمولة الاستثمارية للعينة المدعمة بنسبة (47.6%) مقارنة مع السهم وسط المجاز عند الحمولة الاستثمارية للعينة المرجعية المحروقة ، وبنسبة (27.9%) مع السهم وسط المجاز للحمولة الاستثمارية لوسطي العينات المرجعية.

- في حال نمط الترابط (SBR+16 برغي) انخفض السهم وسط المجاز عند الحمولة القصوى بنسبة (15.3%) مقارنة مع السهم وسط المجاز للعينة المرجعية المحروقة. كما انخفض السهم وسط المجاز عند الحمولة القصوى بنسبة (2%) مقارنة مع وسطي السهم وسط المجاز للعينات المرجعية (دون حرق).

كما انخفض السهم وسط المجاز عند الحمولة الاستثمارية للعينة المدعمة بنسبة (37.7%) مقارنة مع السهم وسط المجاز عند الحمولة الاستثمارية للعينة المرجعية المحروقة وبنسبة (14.3%) مع السهم وسط المجاز للحمولة الاستثمارية لوسطي العينات المرجعية. لوسطي العينات المرجعية.

4-8- أنماط الشقوق وآلية الانهيار:

يبين الشكل (26) أنماط الشقوق وآلية الانهيار في بعض البلاطات المدعمة وفق أنماط الترابط المختلفة:



الشكل (26) أنماط الانهيار في بعض البلاطات المدعمة بالفيروسمنت وفق أنماط الترابط المختلفة

من الشكل (26) نلاحظ أن جميع البلاطات المدعمة ومهما كان نمط الترابط تشابهت في نمط الانهيار حيث لوحظ ظهور شبكة من الشقوق الشعرية في طبقة المونة للفيروسمنت، حيث ظهر شق في منتصف مجاز البلاطة ومع زيادة الحمولة تفرعت عنه شقوق قطرية سطحية استمر عدد قليل من الشقوق الى المساند لتستمر في العينة المدعمة الى الحافة العلوية للبلاطات لتنهار بعدها البلاطات عند الوصول الحمولات القصوى .

النتائج:

1- إن تعريض البلاطات البيتونية للهب النار المباشر يخفض من مقاومتها بنسبة (18.5%) ويزيد السهوم بنسبة (15.6%) عند حمولة الانهيار بالمقارنة مع وسطي العينات المرجعية (دون حرق).

2- ان التدعيم بالفيروسمنت يساعد بشكل فعال في زيادة قدرة تحمل البلاطات المتضررة بلهب النار ويخفض من السهوم بشكل كبير مما يؤدي الى زيادة صلابتها وكان قادراً على إعطاء مقاومات أعلى من مقاومات البلاطات المرجعية .

3- يمكن ملاحظة أن تخشين السطوح للبلاطات البيتونية يلعب دور فعال في زيادة قدرة التحمل وخفض السهوم، نلاحظ أن التدعيم وفق نمط الترابط (+SBR+ 8boltsتخشين) أفضل أنواع الترابط حيث خفض السهوم عند الحمولة الاستثمارية بنسبة (59.2%) ، يليه نمط الترابط (SBR +12 bolts) خفض السهوم عند الحمولة الاستثمارية بنسبة (47.6%) ، ومن ثم نمط الترابط

(SBR+16boltrs) خفض السهوم عند الحمولة الاستثمارية بنسبة (37.7%)، ومن ثم نمط الترابط (SBR+ تخشين) وخفض السهوم عند الحمولة الاستثمارية بنسبة (34.4%) وذلك بالمقارنة مع السهوم الاستثمارية للعينات المحروقة على التوالي.

4- يمكن اعتبار أن التدعيم بمادة (SBR) فعال وقوي حيث كانت هذه المادة قادرة على زيادة فعالية التدعيم مع عدم حدوث أيا انفصال بين طبقة التدعيم والبلاطات المتضررة.

المراجع:

المراجع العربية:

1- د. إحسان الطرشة ، منار تقلا ،" تحديد حمولة انهيار العناصر الانشائية المعرضة للحريق ومقارنتها بالحمولة التصميمة وفق طريقة isomtherm500.

2- الكود العربي السوري لتصميم المنشآت وتنفيذها بالخرسانة المسلحة الملحق (4) " الدليل الارشادي لتدعيم المباني والمنشآت القائمة وتأهيلها لمقاومة الزلازل" 2016.

المراجع الأجنبية:

3- Haitham Hassan Intesha, " Rehabilitation of Fire Damage Reinforced Concrete Bubbled Slabs," Mustansiriya University, 2020.

4- Shehab Eldin M. Mourad, "Performance of Plain Concrete Specimens Externally Confined with Welded Wire Fabric," King Saud University college of Engineering, 2006.

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

6- Shireen Awad Abass, Amer Farouk, Jamal Abdul wahid "Retrofitting Reinforced Concrete One-Way Damaged Slabs Exposed to High Temperature," University of Baghdad,2013.

تأثير النمذجة والاستدامة في تطوير السكن المتعدد العائلات في المنطقة الجبلية في محافظة حمص

طالبة الدراسات العليا: م. إناس عبد الرحمن عدي
قسم التصميم المعماري – كلية الهندسة المعمارية – جامعة البعث
بإشراف: الدكتور مؤنس الجرايحي

ملخص البحث:

يتناول البحث أهمية ودور نمذجة معلومات البناء والاستدامة في رفع كفاءة المسكن في المناطق الجبلية في سبيل تحسين جودة الحياة للسكان وتحقيق الاستدامة في المجتمع من خلال تصميم مباني متكاملة ومنسجمة مع التكوينات الجغرافية الجبلية وتحقق توازناً بين الوظيفة والجمال وذات أداء بيئي مرتفع ناتج عن دراسات النمذجة الدقيقة للعوامل المناخية وتوفير الأمان نتيجة لتوقع وتقليل المخاطر التي تعاني منها المنطقة وإنتاج العمل المتكامل الناتج عن التنسيق بين جميع المهندسين والاختصاصيين لتحقيق أفضل نتائج في تطوير المباني الجبلية. وفي هذا الإطار يقدم البحث تعريفاً في المناطق الجبلية وخصائصها ومميزاتها، كما يتناول الدراسات الطبيعية والمناخية للمنطقة وأثرها على تصميم المبنى الجبلي المستدام والتصميم المستدام ومفهومه، والمسكن المستدام وعلاقة المبادئ الأساسية في تصميم المسكن المستدام بالعناصر المؤثرة في تصميمه، ويتضمن مفهوم نمذجة معلومات البناء وامكانياتها في التصميم المستدام وما ينتج عنها من تحسين وتطوير في التصميم السكني في المناطق الجبلية وذلك من خلال تطبيق دراسة تحليلية تجريبية على مبنى سكني في المنطقة الجبلية في محافظة حمص والوصول إلى مدى تأثير النمذجة الإيجابي في رفع كفاءة المسكن الجبلي في المنطقة.

الكلمات المفتاحية: الاستدامة، المسكن، نمذجة معلومات البناء، المناطق الجبلية، تطوير.

The Impact of Modeling and Sustainability on the Development multi-family Housing in the Mountainous Areas in Homs Governorate

Research Summary

The research deals with the importance and role of building information modeling and sustainability in raising the efficiency of housing in mountainous areas in order to improve the quality of life for residents and achieve sustainability in society through the design of integrated buildings that are consistent with mountain geographical formations and achieve a balance between function and beauty and with high environmental performance resulting from accurate modeling studies of climatic factors and providing safety as a result of anticipating and reducing the risks suffered by the region and producing integrated work resulting from coordination between all engineers and specialists to achieve the best results in the development of mountain buildings. In this context, the research provides a definition of mountainous areas, their characteristics and features, as well as natural and climatic studies of the region and their impact on the design of the sustainable mountain building and sustainable design and its concept. Sustainable housing and the relationship of the basic principles in the design of sustainable housing to the elements affecting its design, It includes the concept of building information modeling and its potential in sustainable design and the resulting improvement and development in residential design in mountainous areas by applying an experimental analytical study on a residential building in the mountainous area in Homs governorate and reaching the extent of the positive impact of modeling in raising the efficiency of mountain dwelling in the region.

Keywords:Sustainability, House, BIM, Mountainous areas,Development.

❖ **مقدمة البحث:**

في بداية القرن العشرين بدأ البحث عن شخصية جديدة للعلاقة بين العمارة والطبيعة. وكان جديدًا في تشكيل التنمية والأماكن العامة معالجة تصور موحد للفضاء المعماري والحضري. وتعرف المناطق الجبلية بأنها أماكن ذات طبيعة خلابة وصفات بيئية مميزة إلا أنها ذات ارتفاع وانحدار شديدين وذات تربة تمتاز بالانجراف والانزلاق مما يدفعنا للبحث عن اساليب وتقنيات بناء تتناسب مع الخصائص البيئية للمنطقة الجبلية حيث يلقي البحث الضوء على دور النمذجة الشاملة والاستدامة في التأثير على تطور السكن في المناطق الجبلية.

❖ **إشكالية البحث:**

عدم مراعاة المناخ والبيئة والتوجه للتضاريس فيما يتعلق بتصميم السكن في المنطقة الجبلية في محافظة حمص.

❖ أهمية البحث:

تؤثر المباني السكنية على مختلف جوانب الحياة البشرية بيئياً واقتصادياً وحيوياً ويعد السكن الجبلي اساسياً للحياة في المناطق الجبلية حيث يلعب دوراً مهما في تأمين احتياجات الإنسان من الأمان والمأوى في المنطقة فضلاً عن كون المسكن الجبلي يقع في منطقة ذات تنوع جيولوجي فريد وثروات طبيعية متنوعة وتأتي أهمية البحث في كونه يسلط الضوء على كيفية مساهمة النمذجة الرقمية في رفع كفاءة واستدامة المسكن الجبلي وتأثيرها على تحسين المباني القائمة والمستقبلية في المنطقة.

❖ **هدف البحث:**

يهدف البحث إلى إظهار الأثر الإيجابي للنمذجة والاستدامة في رفع كفاءة المباني السكنية متعددة العائلات في المناطق الجبلية في محافظة حمص.

❖ **منهجية البحث:**

1. **المنهج النظري:** ويتضمن دراسة حول المناطق الجبلية والاعتبارات التصميمية للمباني السكنية في المناطق الجبلية، والاستدامة والمسكن المستدام وأثر تطبيق النمذجة الرقمية في تصميم المسكن المستدام .

2. **المنهج التحليلي التجريبي:** ويتضمن دراسة تحليلية تجريبية على مسكن تراسي متعدد العائلات في محافظة حمص لرفع كفاءة واستدامة المسكن الجبلي في الوضع الراهن والتصميم المستقبلي.

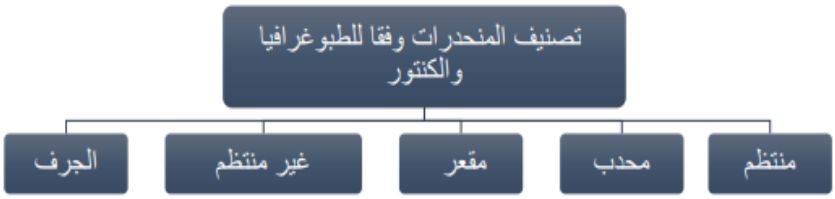
1-المناطق الجبلية والاعتبارات التصميمية للمباني السكنية فيها:

المناطق الجبلية هي مناطق مرتفعة تمثل ظاهرة تضاريسية تتسم بخصائص معينة تنفرد بها وتميزها عن السهول والوديان وتتميز الجبال بقمم صخرية حادة وسفوح شديدة الانحدار ويزيد ارتفاعها عن ستمائة وعشرة متراً عن سطح الأرض وتمتاز بالارتفاع والانحدار، وتمتلك بيئة ومشهد حضري مميز[5]

1-1-تحليل وتصنيف المنحدرات :

تحليل الموقع مهم للغاية عند تصميم أي مبنى، وبالأخص عندما يراد بناء المنزل على موقع منحدر وهناك بعض الأمور التي يتعين تحديدها في مرحلة تحليل الموقع بمزيد من التفصيل كاتجاه وقساوة المنحدر، ومن المهم فهم شدة التدرج لأنه يساعد في الوصول لإيجاد التصميم المناسب مع الموقع، فالانحدار البسيط حتى معتدل تتراوح فيه نسبة الميل(2%-19%) وتعد تلك المنحدرات الأكثر فاعلية للأنشطة المختلفة. أما الأراضي ذات الانحدار المتوسط وحتى المنحدر جداً حيث تتقارب خطوط الكنتور من بعضها

يتراوح فيها الانحدار بين (20%-69%).وتتنوع أشكال المنحدرات وفقا للطبوغرافيا والكنتور إلى عدة أقسام الانحدارات المنتظمة، الانحدارات غير المنتظمة، الانحدارات



المقعرة، الانحدارات المحدبة، الانحدارات الجرفية [10]

الشكل(1):جدول تصنيف المنحدر وفقاً للطبوغرافيا المصدر:[12]

1-2- تحديات البناء على المنحدرات:

عند تصميم وبناء منزل على موقع منحدر يجب الأخذ بعين الاعتبار خصائص المواقع، والصعوبات التي يخلقها هذا النوع من المواقع لمالك المنزل والمنفذ والمصمم حيث يبدأ التعامل مع القيود الصعبة بالتقليل من الآثار البيئية للوصول إلى أعلى أداء ممكن. وتعظيم نتائج التصميم الإيجابية وضمان القيمة مقابل المال ، مع مراعاة الهيكل الإنشائي، التضاريس، المناخ، والمعايير البصرية والصوتية. [12]

وهناك بعض أسباب ومميزات البناء على المنحدر : (الإطلالة المذهلة ،الضوء الطبيعي، التصريف والتهوية الطبيعية، التصميم الإبداعي والحدائق، تنوع الفراغات ،العزلة) .[13].

1-3- العوامل المؤثرة طبيعياً ومناخياً في تشكيل وتوزيع التجمعات السكنية في المنطقة الجبلية: تتنوع متغيرات البيئة الطبيعية المؤثرة على العمران الجبلي من حيث الطبغرافية وتضاريس الأرض وعامل المناخ بالإضافة للعناصر الجمالية الخضراء، فتلعب

عوامل عديدة دورا في تشكيل وتوزيع التجمعات العمرانية في المناطق الجبلية، منها الطبيعي ومنها المناخي كالاتي:

– **العوامل الطبيعية:** تؤثر العوامل الطبيعية على التوزع العمراني الريفي ضمن الأقاليم فالمناطق الجبلية العالية وذات الانحدارات الشديدة تعاني من تخلخل في التجمعات السكنية. وتنقسم العوامل المؤثرة طبيعياً كالأتي: (التكوينات الجيولوجية_إنحدار السطح – مصادر المياه–التربة).

–**العوامل المناخية:** يتكون المناخ من أربعة عناصر رئيسية يمكن قياسها ومن مجموعها نحصل على صورة وصفية متكاملة وهي :الحرارة والضغط الجوي والرياح والرطوبة الجوية والتساقط، وتساهم العوامل المناخية في شكل وتوجيه الأبنية في البيئة العمرانية، و تكتسب كل منطقة عناصر معمارية تميزها عن غيرها حسب الظروف المناخية المحيطة حيث نجد مداخن التدفئة والإكساء الحجري في المناخ البارد ،ويكون للمناخ دوره الفعال في تحديد ملامح وشكل البيئة العمرانية وخاصة الجبلية.[15]

1–4– أسس واعتبارات تصميم المباني السكنية على الأرض المنحدرة:

تتميز عمارة وعمران المناطق الجبلية بموقعها ومناظرها الطبيعية التي تتوافق مع المنحدرات والمدرجات ويراعى اختلاف نظام البناء في هذه المناطق عن المناطق المستوية نتيجة لذلك يجب مراعاة مجموعة من الأسس والاعتبارات :

1–4–1– تصميم المباني السكنية على ارض منحدرة من حيث تحقيق الاعتبارات المعمارية:

حيث يراعى اتباع أسلوب التصميم على مستويات مقسمة والذي يعمل بشكل متوافق مع المواقع المنحدرة ويمكن أيضا أن تكون هذه التصاميم فعالة من حيث التكلفة. كما يمكن إتاحة استخدام المناطق تحت مستوى الأرض كمساحات خدمية إضافية.

1-4-2-التصميم على الارض المنحدرة من حيث تحقيق اعتبارات الراحة البصرية:

الشكل(2) النوافذ الكبيرة على واجهات المنحدر المصدر:[25]

تعد المشاهد البصرية(الإطلالات)السبب الذي يجعل العديد من الناس يبنون على المواقع المنحدرة لذا من المنطقي أن يحقق التصميم أقصى قدر من الرؤيا وذلك من خلال وجود النوافذ وتوزعها بعناية حول المنزل والتفكير في اسطح المنازلالتي قد تظهر على اطلالة المباني المجاورة [13]

1-4-3- التصميم السكني على المناطق المنحدرة من حيث تحقيق الاعتبارات البيئية: يجب مراعاة الجانب البيئي والتعامل مع المناطق المنحدرة بطرق أكثر استدامة ولاسيما التي لا يقل انحدارها عن 25% ولا يزيد عن 50% باتباع مجموعة من المعايير في تصميم المشروع حسب نوعه والطبيعة الجيولوجية في الموقع(الانسجام مع المنحدر_الإهتمام بنوعية التربة_التناغم مع البيئة) [23]

1-4-4- التصميم على ارض منحدرة مع مراعات الناحية الإنشائية:

تتم مراعاة القيود الإنشائية المتعلقة بالعوامل الفيزيائية للموقع والتي تشمل التضاريس والتركيبات الطبيعية وتحقيق توازن وانتشار الكتل البنائية والفراغات الخارجية [2]

2- الاستدامة والتصميم المستدام:

ظهر مفهوم التنمية المستدامة ليعبر عن أهمية إيجاد ارتباط وثيق بين التنمية الاقتصادية والبيئية، وكرد فعل على الأشكال التقليدية للتنمية الاقتصادية التي تقوم على الاستغلال الجائر للموارد الطبيعية، وكان من الطبيعي أن يستجيب القطاع العمراني للتوجهات

الجديدة ويتماشى مع القضايا البيئية الملحة التي بدأت تهدد العالم وتم التنبه إليها في السنوات القلائل الأخيرة .[9]

2-1- المسكن المستدام Sustainable House:

هو المسكن الذي يلبي الاحتياجات الحقيقية للسكان في الوقت الحاضر بشكل كفء في استغلال الموارد بما يحقق وحدة جيدة آمنة، مريحة ومحافظة على البيئة. إن تصميم المسكن المستدام يعني تحمل المسؤولية تجاه استدامة الموارد [17]

2-2- المبادئ الأساسية في تصميم المسكن المستدام وعلاقتها بالعناصر التصميمية المؤثرة في تصميمه:

2-2-1- كفاءة التعامل مع الطاقة:

يجب أن يصمم المبنى ويشاد بأسلوب يراعي تقليل الاحتياج لمختلف حوامل الطاقة والاعتماد بصورة أكبر على الطاقة الطبيعية والمتجددة مع توفّر الراحة لمستخدميه [11]

نجد أن كفاءة التعامل مع الطاقةٌ يتطلب اتخاذ مجموعة الاعتبارات التصميمية الأتية:

أولاً-توجيه المبنى ودوره في رفع كفاءة الطاقة: يكمن في توظيف محاور المبنى وترسيمها على الواقع لأغراض التحكم في عناصر المناخ. [6] ومن الإجراءات المتبعة في توجيه التجمعات السكنية في المناطق المناخية الباردة استغلال طبوغرافية الارض بشكل جيد عن طريق تكثيف مواقع المباني على الجهة الجنوبية للاستفادة القصوى من الاشعاع الشمسي المباشر من خلال تنظيم الشوارع الرئيسية بحيث تتجه شرق غرب وتقسيم قطع الاراضي وتوزعها بشكل عمودي على هذه الشوارع. [14]

ثانياً: ملائمة غلاف المبنى وتوظيف خصائص الموقع المناخية في انتاج الطاقة:

من خلال تقليل الفقد الحراري أو الاكتساب الحراري بالتوصيل لغلاف المبنى الخارجي، والذي يعتمد على درجات الحرارة الخارجية، وكذلك حركة الهواء داخل المبنى. [17]

ثالثاً– كفاءة تكنولوجيا أنظمة التشغيل (تدفئة _تهوية _تكييف _اضاءة وأجهزة أخرى).

يعتبر التصميم البيئي السليم والمستدام للمسكن هو الذي يقلل من أحمال أنظمة الطاقة بحيث تكون ذات تكلفة قليلة **[1]**، وذلك من خلال استغلال الطاقة البديلة سواء من خلال التصميم الشمسي السالب(التظليل الذاتي للكتلة) أو من خلال التصميم الشمسي النشط(أنظمة الطاقة الشمسية). [7] وفي المناطق الجبلية يمكن استغلال طاقات الرياح في توليد طاقة كهربائية وتعد طاقة نظيفة ومتجددة. [39] ولاسيما في منطقة الدراسة حيث تتراوح سرعة الرياح بين(5 –28 كم/سا) وفقاً لوردة الرياح في المنطقة. [27]

رابعاً–تطوير التقنيات المحلية في إنتاج الطاقة: يعتمد على البحث في ثقافة وتقاليد المجتمعات المحلية لإنتاج الطاقة بالوسائل ذات الاعتبارات البيئية وتطوير المحاولات الناجحة منها مع الاستعانة بالاكتشافات العلمية والتقدم التكنولوجي المعاصر. [11]

2–2–2–كفاءة التعامل مع المواد :

وذلك من خلال استخدام المواد الطبيعية أو المحلية بالموقع واستخدام المواد الملائمة للمناخ المحلي والصديقة للبيئة والاهتمام بالفلسفة اللونية وتأثيرها على الراحة الحرارية للمسكن، [21] واستخدام العزل المناسب لمواد البناء والفتحات. [27] وتقليل كميات المواد المستخدمة في الإنشاء والإكثار من استخدام المواد المعاد تدويرها[11].

2–2–3– كفاءة التعامل مع المياه:

تعد كفاءة استخدام المياه ضرورة في تحقيق الإسكان المستدام، نظرا لاستنزاف موارد المياه العذبة على مستوى العالم ويمكن تنفيذ ممارسات مستدامة للحد من استهلاكها بالتقليل من خسائر المياه والتسريبات إلى الحد الأدنى. [24]

2-2-4- التصميم الإقليمي:

وهو التصميم الذي يرتبط فيه المسكن بالبيئة المحلية ويشمل احترام التصميم لخصائص الموقع خاصة في عملية الحفر والردم أو اقتلاع بعض الأشجار، بحيث يكون البناء منسجماً مع الوسط المحيط ومشكلاً ترابطاً عضوياً معه. [13] والتصميم المتوافق مع المناخ المحلي من توجيه المبنى في الموقع وحتى اختيار مواقع وأحجام النوافذ والمواد المستخدمة في غلاف المبنى.

-**التصميم المرتبط بثقافة المكان وتحقيق الاستدامة الاجتماعية للسكان:** ويكون ذلك من خلال استخدام المواد والعمالة والتقنيات المحلية بقدر الإمكان، والاستفادة من الفنون والحرف المحلية وإدخالها في تصميم المسكن. [11]

- **تحقيق الكفاءة الوظيفية والتوافق مع المناخ لتحقيق الجودة البيئية الداخلية:** وذلك من خلال ملائمة الفراغات لأغراضها الوظيفية دون إهدار أو تقصير، مع تحقيق المرونة التصميمية التي تقبل الامتدادات في المستقبل لملائمة التغييرات المستقبلية للمسكن.[21]

3- نمذجة معلومات البناء ودورها في تطور التصميم المعماري:

هي العملية التي تتم لإدارة معلومات وبيانات المبنى بصورة رقمية خلال دورة الحياة الكاملة له ، ويحاكي نموذج معلومات المبنى عملية البناء في بيئة افتراضية تتضمن نماذج ثلاثية الأبعاد لكافة عناصر المشروع وذات علاقات بجميع المعلومات التي ترتبط بأجزاء التصميم ، ومن خلال استخدام مجموعة من البرامج يمكن ان تشير إلى إمكانية المبنى في التنفيذ الفعلي وتجريبه وإجراء التعديلات في المشروع قبل أن يصبح حقيقياً .[20]

3-1- مستويات النمذجة:

يتم إضافة معلومات محددة الى النمذجة مبنية على متطلبات المشروع وتعقيداته والتي تمكن من مشاركة مستوى معزز من المعلومات مما يجعل العملية أكثر كفاءة وشفافية [28] .

وتتعدد مستويات النمذجة الرقمية وفقاً لتسلسل المعلومات:

-المستوى الأول النمذجة ثنائية البعد 2D BIM،المستوى الثاني النمذجة الثلاثية البعد للتكوين 3D BIM، مستوى الثالث البعد الزمني 4D BIM، المستوى الرابع تقدير التكلفة 5DBIM، المستوى الخامس البعد البيئي_الاستدامة وكفاءة الطاقة 6D BIM، المستوى السادس العمليات وإدارة المشروع بعد الإشغال 7D BIM، المستوى السابع الأمان في موقع البناء 8D BIM، أما المستوى الثامن تقليل الهدر في المواد 9D BIM ، المستوى التاسع التصنيع الإنشائي 10 D BIM.[29]

الشكل(3) : مستويات نمذجة معلومات البناء بدأً من النمذجة ثلاثية البعد المصدر: [28]

3-2-عملية التصميم المعماري وتأثير تطبيق نمذجة معلومات البناء على مراحل التصميم:

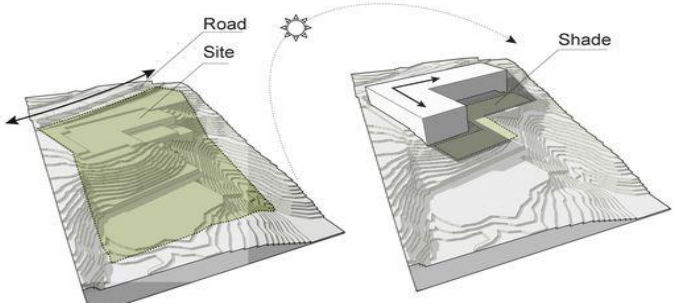
عملية التصميم المعماري:هي عملية ابداع وابتكار وفقاً لقواعد ومنظومات علمية هندسية وذوقية ناتجة من قيم وثقافات متعددة **[3]**.و تعددت النظريات حول رسم خريطة لمراحل عملية التصميم المعماري، وذلك في إطار كونها عملية تتكون من سلسلة من أنشطة واضحة ومحددة تحدث في ترتيب منطقي ،ومن النظريات التي وضحت مراحل عملية التصميم المعماري نموذج Archer ، **الذي حدد ست مراحل رئيسية في العملية التصميمية للوصول إلى الحل النهائي وهي:** [16]وضع البرنامج، جمع المعلومات Data collection ، تحليل المعلومات Data Analysis ،التصميم Synthesis، التطوير Development، توصيل الفكرة. ويظهر تأثير النمذجة الرقمية في العملية التصميمية بشكل فعلي منذ البدء

بتحليل المعلومات وحتى توصيل الفكرة إلا أن مرحلتي وضع البرنامج وجمع المعلومات هما جوهر بناء القاعدة الأساسية حول متطلبات العميل وفهم رغباته واحتياجاته.

3-2-1- أثر تطبيق نمذجة معلومات البناء على مراحل التصميم المعماري للمسكن:

أولاً- مرحلة تحليل المعلومات: يتم تحديد معلومات المبنى وموقعه وارتفاعاته الأولية قبل البدء بالعملية التصميمية بالإضافة الى تحليل البيئة المحيطة..الخ تحضيراً لوضع المخطط المبدئي والذي يتضمن التوزيع الوظيفي لفراغات المبنى ومحاور الحركة ضمن المشروع ومن هذه المرحلة يبدأ ظهور أثر النمذجة الرقمية إنطلاقاً من خصائص التضاريس وذلك يتم استخدام برامج محاكاة التضاريس ونمذجتها على برامج BIM للتضاريس(AUTODESK CIVIL3D) .ثم يتم تصدير المشروع إلى برامج مثل (ECOTECE ,DESIGN DULDER) ومن خلال إدراج بيانات البيئة الحقيقية عن طريق ربط البرامج بملفات من مواقع تحتوي على معلومات مناخية متكاملة(درجات حرارة

_ رطوبة _ رياح_...) مثل موقع (ENERGY PLUS) يتم إنشاء محاكاة ظل الأشعة الشمسية والبيئة الحرارية وبيئة الرياح لتشكل الأساس العلمي لاختيار الموقع .

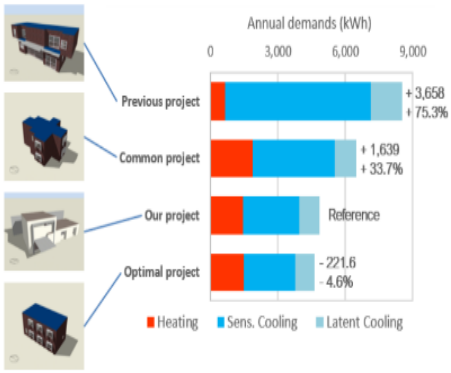


الشكل (4): يوضح مرحلة الدراسات الأولية وفقاً لتحليل معلومات الموقع المصدر:[32]

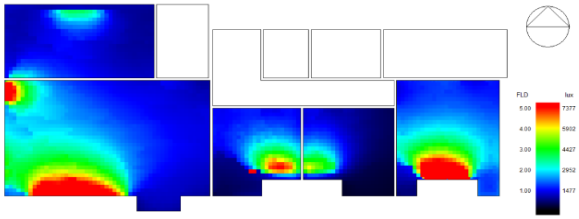
ثانياً– في مرحلة التصميم: حيث تمثل البدء بعملية التوزيع المكاني للفراغات ويرتكز توجيه الفراغات في هذه المرحلة على دراسات المرحلة السابقة ثم يتم العمل على برامج نمذجة معلومات البناء لدراسة مساحات الفراغات بنموذج ثلاثي البعد والتحقق منها عن طريق نموذج متكامل ودقيق ثم يتم تصدير النموذج الى أحد برامج التحليل البيئي (ECOTECT,DESIGN BUILDER) واجراء تحليلات استهلاك الطاقة والتهوية الداخلية والإضاءة الطبيعة للفراغات .

ثالثاً– في مرحلة تطوير التصميم:

في هذه المرحلة من التصميم يقترح مصممو الكهرباء والميكانيك متطلبات التصميم الخاصة بهم وذلك من أجل التحقق من عدم وجود مشكلات أساسية بالإضافة الى تقديم مخطط مبدئي للحلول الإنشائية من خلال العمل على نموذج بيم موحد لحل التقاطعات. ثم تقييم مجموعة من البدائل التصميمية الناتجة عن الدراسات في مرحلة التصميم ثم يتم اختيار أفضل نموذج والعمل على تطويره



الشكل(5): دراسة وتحليل البدائل
الأولية واختيار الأفضل بالاشتراك مع
جميع التخصصات المصدر:[33]



الشكل(6): دراسة نسبة الإضاءة الطبيعية في الفراغات المصدر[21]

رابعاً– أثر تطبيق النمذجة الرقمية في مرحلة توصيل الفكرة:

حيث تظهر النمذجة ثلاثية البعد تفاصيل المنطقة السكنية وذلك من خلال التجول في موقع الافتراضي.وعلى مستوى التصميم تعمل على إنشاء تصور متكامل للتكوين الكتلي وتوضح الواجهات التفصيلية وارتفاعات المبنى (SKETCH UP, 3D MAX).بالإضافة لتقديم تصور متكامل عن الفراغات الداخلية وتوزع الأثاث .وعليه نجد بأن النمذجة الرقمية تشارك في مراحل العملية التصميمية بدأً من تحليل المعلومات وانتهاءً

بالتصور المرئي المتكامل بشكل متسلسل ومنطقي يجعل الحل التصميمي متكاملاً ومنسقا بين جميع الأفراد لتطوير المباني السكنية لتكون أكثر راحة واستدامة.[18]

4-دراسة تحليلية تجريبية حول تأثير النمذجة والاستدامة على مبنى سكني متعدد العائلات في حمص:

4-1-موقع الدراسة: يقع النموذج السكني المدروس في مرمريتا والتي تقع في منتصف الطريق بين حمص وطرطوس وتبعد عن حمص حوالي 55 كم ، ويحيط بها عدداً من الجبال الخضراء الرائعة، وترتفع عن سطح البحر حوالي 850م. [35]

الشكل(7): مصور طبوغرافي

لمرمريتا المصدر:[8]

4-2- دراسة تحليلية للعوامل الطبيعية والمناخية المؤثرة في منطقة الدراسة:

تشكل دراسة المقومات الطبيعية والمناخية أساس الدراسات البيئية في المناطق الجبلية وذلك بسبب أهمية المنطقة الجبلية وتكويناتها الجيولوجية والطبوغرافية ومناخها المميز وأثرها في تصميم المسكن الجبلي **وأهم العوامل الطبيعية :**

أولاً – التضاريس والميول:مرت تضاريس مرمريتا بتطورات جيولوجية متعاقبة أفرزت التكوينات الجبلية الراهنة ،حيث تتربع على سفح جبل السايح بالجهة الجنوبية الغربية والذي يعد اكثر الجبال الغربية ارتفاعاً 950م عن سطح البحر [15]

ثانياً – الهيدرولوجيا:الماء هو أحد أهم مواردنا الطبيعية و إن إمدادات المياه المتاحة لاستخدامنا محدودة بطبيعتها،ويتأثر سلوك المسيلات المائية في المناطق الجبلية بعدة عوامل كخصائص التضاريس والجغرافيا ونوعية التربة.**[6]**

ثالثاً – الصخور و التربة والغطاء النباتي:تعتبر الصخور في مرمريتا صخور بازلتية بركانية

وتعد الترب السائدة في المنطقة هي الترب المختلطة ذات النظام الرطوبي mollisols[15] وهي تربة صالحة لنمو الغطاء النباتي.[37]

حيث تتميز مناطق الدراسة بالغطاء النباتي الكثيف والغابات دائمة الخضرة والتي تسهم في تلطيف المناخ وتعديل درجات الحرارة وتعد المنطقة غنية بالغابات(الصنوبر_السنديان_البلوط_الكستناء) **[4]**

الشكل(8) كثافة الغطاء النباتي

في المنطقة المصدر: تصوير

-ومن حيث العوامل المناخية:

تمتاز المنطقة بالتنوع المناخي وذلك وفقاً للإرتفاع عن سطح البحر حيث تتراوح درجات الحرارة في المنطقة من 4 درجات مئوية شتاءاً وحتى 30 درجة مؤية صيفاً، تعتبر الأيام التي يقل فيها الغطاء السحابي عن 20% أيام مشمسة وعندما تتراوح نسبة الغطاء السحابي من 20%-80% أيام غائمة جزئياً.والرياح السائدة في المنطقة هي الرياح الغربية وهي التي تعمل على تعديل درجات الحرارة صيفاً وتهب الرياح الشمالية الشرقية خلال فصل الشتاء وهي رياح باردة[26]

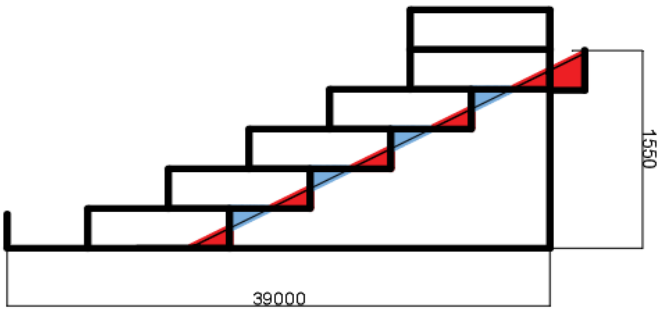
4-3- دراسة تحليلية للسكن الجبلي التراسي في مرمريتا (جمعية مرمريتا السكنية):

4-3-1- الدراسة التوصيفية للمبنى: يقع البناء في مرمريتا على منحدر جبلي ذو نسبة ميل 49.69% ويتوجه المبنى من الجهة الشمالية الشرقية إلى الجهة الجنوبية الغربية للمنحدر.ويرتفع المبنى على 6 طوابق متدرجة بشكل منتظم يتألف الطابق الواحد (الشريحة السكنية) من ثلاث وحدات سكنية ذات تصميم داخلي موحد تبلغ مساحة الوحدة السكنية 70 م^2 بأبعاد 7*10 م تتراكب بتباعد 5.8 وفق خط مسقيم وتبلغ مساحة النموذج كاملاً 1062,4 م^2

-و تم الاعتماد على نظام الحفر والردم في النظام الإنشائي ومن حيث الإكساء تم استخدام الحجر الأبيض في اكساء الواجهات والحجر الجيري الأحمر في المداخن.

الشكل (9):الموقع العام لكتلة

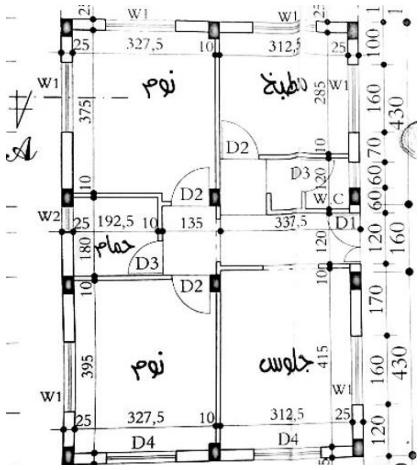
البناء في الوضع الراهن



الشكل(10) يظهر التراكب الكتلي وكمية الحفر والردم

المصدر: عمل الباحث على برنامج AuotoCAD بالإستعانة بمخططات بلدية مرمريتا

-**الفتحات:** يلحظ استخدام الفتحات من لوح واحد من الزجاج العادي الشفاف بسماكة 3مم ، وإطار معدني من مادة الألمنيوم وذلك بأبعاد 1.6* 2.2 م للنوافذ مع جلسة نافذة 0.9م و 2.2*1.6 م لأبواب التراسات.ومن حيث التصميم الداخلي تتألف الشقة السكنية الواحدة من غرفة جلوس وغرفتين نوم ومطبخ وخدمات عامة وتراس خارجي.



الشكل(11): مسقط الشريحة السكنية

الواحدة المصدر:[4]

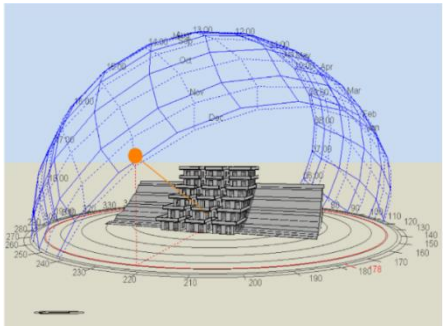
4-3-2- الدراسة التحليلية للمبنى:

من اجل العمل على الدراسة التحليلية للمبنى ونظراً لعدم وجود مخططات متكاملة توضح المبنى ومن اجل العمل على نموذج الدراسة التحليلية للإستدامة تمت نمذجة مخططات الواقع الراهن ثنائية وثلاثية البعد.

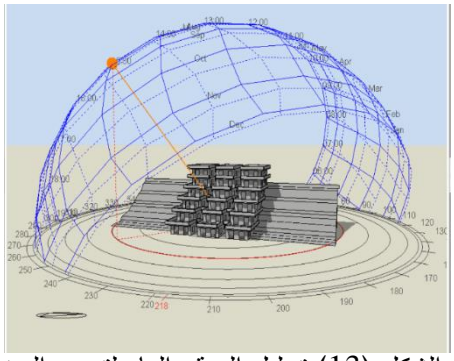
أولا: دراسة الموقع العام :

1-من حيث كفاءة التعامل مع الطاقة: يعتبر توجيه المبنى جيد بالنسبة للمنطقة حيث يحقق الاستفادة القصوى من الإشعاع الشمسي خلال فصل الشتاء و تعمل الرياح الغربية على ترطيب الفراغات في فصل الصيف. ويلحظ تحقيق انسجام جيد بين التكوين الكتلي والموقع من حيث الاندماج مع ميل المنحدر وخطوط التضاريس إضافة لإدخال العنصر الأخضر بشكل ضئيل جداً حيث بلغت نسبة المناطق الخضراء داخل تكوين المبنى مساحة 24.4م^2 مايعادل 9.7% من مساحة المبنى الكلي.

2- **كفاءة التعامل مع المواد:** لم يتم استخدام المواد المحلية من الموقع نفسه وانما تم استيراد مواد البناء من المناطق والمحافظات المجاورة وعليه فقد أدى ذلك الى تكاليف إضافية في النقل والايدي العاملة.



الشكل (12) تحليل الموقع العام لتوجيه المبنى في 15 من شهر كانون الثاني الساعة الثالثة ظهراًالمصدر :الباحث بواسطة designbuilder



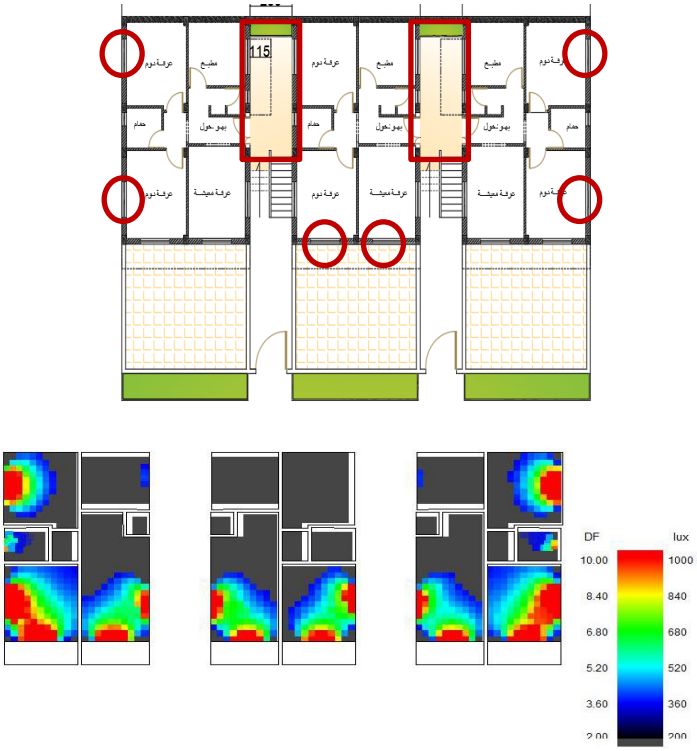
الشكل (13) تحليل الموقع العام لتوجيه المبنى في 15 من شهر حزيران الساعة الثالثة ظهراً المصدر :الباحث بواسطة designbuilder

- **كفاءة التعامل مع المياه:** تم الإعتماد على النباتات المحلية في تنسيق الموقع.ولكن لم يتضح وجود أي استراتيجية لحفظ أو استغلال مياه الأمطار والفيضانات.

4-الكفاءة الوظيفية والجودة البيئية:تمت الاستجابة لمحددات الموقع في التصميم الداخلي دون النظر في تفاصيل تصميم الفتحات في تحقيق الراحة الحرارية الداخلية والجودة البيئية حيث تم اعتماد فتحات نوافذ واحدة موحدة في جميع فراغات المبنى.إضافة إلى عدم مراعاة التصميم العام لتحقيق الإنارة الطبيعية والراحة الحرارية ويعود ذلك إلى توضع فتحات الفراغات على مساحة الصغيرة جداً وغير ملائمة على فراغ الدرج الجانبي.

الشكل(15): عناصر النباتية المستخدمة

،المصدر: تصوير الباحث



الشكل (16): يظهر الشكل مخطط شدة و نسبة الإنارة الطبيعية في الفراغات الداخلية

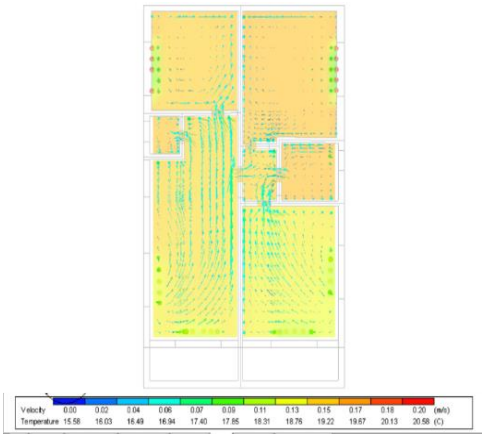
المصدر: تحليل الباحث على برنامج النمذجة Design Builder

-**من حيث الخصوصية** إن تصميم الفتحات وتوزيعها على فراغ الدرج كان سبباً في عدم احترام خصوصية السكان داخل الشقة السكنية وفي عناصر الإتصال الشاقولي،حيث حققت مايعادل نسبة 126/72 فراغ مخترق الخصوصية.

5- التصميم الإقليمي : يعد التصميم المتدرج تصميم جيد من حيث دمج تكوين المبنى في تضاريس الموقع الطبيعية وترابطه مع المحيط أما من حيث مواد البناء والإكساء فقد تم استخدام الحجر الأبيض ولكن ليس حجر مستخرج من الموقع ولم يكن الطابع العام للإكساء جيدا ويحقق انسجام مع البيئة المحيطة .

ثانياً- الدراسة المناخية

1-كفاءة التعامل مع الطاقة: لم يتم التحكم في غلاف المبنى بشكل متكامل لمواجهة الأحمال والتسريبات الحرارية ولم يتم استغلال التصميم الداخلي للمبنى من حيث توزع الفتحات أو استخدام الحلول البديلة (أفنية خارجية_ مداخن هوائية...) في التحكم في حركة الهواء داخل المبنى والتقليل من نسبة الرطوبة. حيث نلاحظ من خلال الدراسة التحليلية للفراغ أن الفتحات في الواجهات الجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية تساهم في تحريك الرياح السائدة داخل الفراغ وضمن الفراغات الأخرى وبسرعة (0.02 إلى 0.06 م/ثا) في ظروف البيئة المحلية، أما بالنسبة للواجهات الداخلية فنلاحظ ركود الهواء وحركته ضمن الفراغ نفسه وعليه يلحظ بأن درجة حرارة الهواء في الفراغات الجنوبية الغربية أبرد من درجة حرارة الهواء في الجهة الشمالية الشرقية وتتراوح درجة حرارة الهواء من(18.67°-19.67°).



الشكل (17) حركة ودرجة حرارة الهواء

المصدر: تحليل الباحث Design Builder

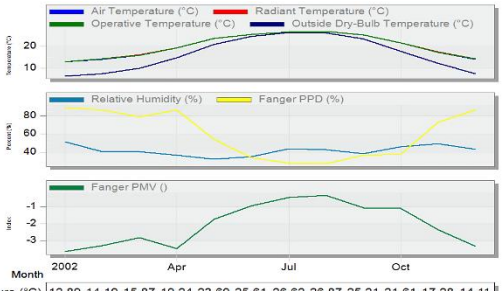
2-كفاءة التعامل مع المواد: من حيث **مواد البناء والإنشاء** تم استخدام مواد متباينة في محتوى استهلاك الطاقة مثل الخرسانة والبحص والرمل ولكن جودتها لم تكن بالقدر الكافي لحماية المبنى وعزله حيث لوحظ وجود نسبة رطوبة عالية في العناصر الإنشائية وتشكل العفن على العنصر الإنشائي نتيجة لدرجات الحرارة المنخفضة وضعف مقاومة العناصر الإنشائية للتغييرات الحرارية وعليه كان لمواد البناء اثرا في برودة ورطوبة المبنى من الداخل.

الشكل (18): في عناصر
المبنى الإنشائية.

المصدر: تصوير الباحث

-**من حيث الإكساء الخارجي والألوان:** بعض واجهات المبنى الخارجية ذات اكساء حجري أبيض بينما البعض الأخر فهو مكسو فقط بطينة إسمنتية كما في الدرج الجانبي.ويعد الإكساء الحجري اكساء جيد من حيث الناقلية الحرارية إضافة لكون اللون الأبيض يعكس الإشعاع الشمسي صيفاً .

-**ومن حيث الفتحات** يعد استخدام الزجاج الشفاف ذو لوح زجاجي واطار معدني من الفولاذ غير جيد من حيث العزل ومقاومة التسريبات الحرارية خلال فصلي الصيف والشتاء حيث يسهل في فصل الشتاء تكاثف بخار الماء عليه من الوسط الداخلي نتيجة الفروقات في درجات الحرارة وبالتالي تشكل قطرات الماء التي قد تتسلل إلى أثاث المنزل وتساهم في تعفنه . أما صيفاً فتكون ذات نفاذية حرارية شديدة ولاسيما في وقت الذروة . ووفقاً لما سبق من دراسة تم اجراء دراسة تحليلية للراحة الحرارية للنموذج مبنية على المعلومات المتكاملة حول المبنى والمعلومات المناخية للمنطقة كانت نتيجة الدراسة بأن المسكن ذو برودة الشديدة خلال فصل الشتاء حيث بلغت درجة الحرارة خلال شهر كانون الثاني (12.8°) فيما تراوحت درجات الحرارة صيفا بين (25.61°-26.87°).



Air Temperature (°C)	12.89	14.19	15.87	19.24	23.69	25.61	26.62	26.87	25.21	21.61	17.28	14.11
Radiant Temperature (°C)	13.04	14.42	16.08	19.38	23.69	25.56	26.55	26.84	25.21	21.68	17.44	14.31
Operative Temperature (°C)	12.97	14.30	15.97	19.31	23.69	25.58	26.58	26.86	25.21	21.64	17.36	14.21
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	6.33	7.46	10.06	14.74	21.05	24.54	26.34	26.29	23.41	17.66	12.28	7.50
Relative Humidity (%)	51.31	40.58	40.63	36.29	31.89	34.64	43.90	42.39	38.34	45.77	49.07	43.18
Fanger PPD (%)	89.29	86.36	79.02	86.39	54.19	34.00	27.65	27.25	36.48	37.54	72.84	86.88
Fanger PMV ()	-3.66	-3.31	-2.82	-3.48	-1.75	-0.93	-0.41	-0.31	-1.04	-1.07	-2.36	-3.33

الشكل(19) : مخطط الراحة الحرارية للمبنى في الوضع الراهن

المصدر: تحليل الباحث على برنامج النمذجة Design Builder

3-كفاءة التعامل مع المياه: لم يتم الاستفادة من مياه الأمطار في تجميع المياه واستخدامها عند الحاجة في ظل الصعوبات التي تعاني منها المنطقة من صعوبة وصول المياه وانقطاعها لفترات طويلة .

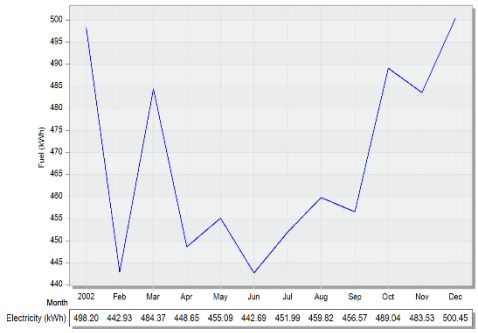
4-الكفاءة الوظيفية والجودة البيئية: لم تكن الاستفادة من العوامل الجوية المناخية كالرياح والإشعاع الشمسي كافية في تحقيق الجودة البيئية والراحة الحرارية في الفراغات الداخلية وترك ذلك أثراً على كفاءة الفراغ الداخلي بالنسبة للسكان وأدى ذلك إلى استهلاك كم كبير من الطاقات غير النظيفة من أجل رفع سوية التدفئة في الفراغات الداخلية إضافة إلى استخدام الإنارة الصناعية لتحقيق مستوى إنارة أفضل داخل الفراغات وجميعها كانت أسباب دفعت بعض السكان لإجراء تعديلات في التصميم الداخلي من أجل رفع سوية الإنارة والتهوية في الفراغات كإزالة فراغات بالكامل (فراغ دورة المياه) وإزالة عناصر إنشائية (جدران) وعلى الرغم من ذلك نلحظ استخدام الإضاءة الصناعية خلال النهار.

الشكل (20)تعديل في فراغات المبنى على الواقع

5-التصميم الإقليمي: تم العمل من اجل تحقيق التصميم المتكافئ مع مناخ المنطقة من حيث توجيه المبنى والتكوين الكتلي العام فقط ولم يتم أخذ المواد والتوجهات المحلية في عين الاعتبار لتحقيق التصميم البيئي الأمثل في المنطقة الجبلية .

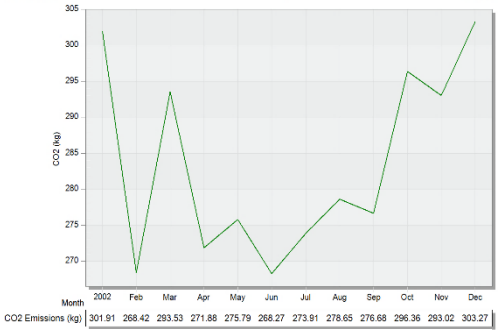
ثالثاً: دراسة الحالة التكنولوجية

–لم يتم استخدام أي نوع من أنواع أنظمة التشغيل ذات الكفاءة في استهلاك الطاقة او استغلال عناصر المناخ في توليد الطاقة النظيفة (طاقة شمسية–طاقة الرياح).أو دراسة وتخصيص مكان ملائم لتوظيف طاقة وسرعة الرياح في المنطقة في توربينات الرياح وجميعها عوامل ساهمت بزيادة استهلاك الطاقة غير النظيفة ولاسيما في ظل عدم تأمين المبنى حرارياً من خلال تصميم ملائم ومواد مناسبة .مما ساهم في ارتفاع استهلاك



الشكل(21) :مخطط استهلاك الطاقة

المصدر: تحليل الباحث على Design Builder



الشكل (22):مخطط انبعاثات CO_2

المصدر: تحليل الباحث على Design Builder

الطاقات غير النظيفة وبالتالي ارتفاع إنبعاثات غاز ثاني أوكسيد الكربون CO2.

ولم يتم استخدام أي من تكنولوجيا إعادة تدوير أو إعادة استخدام المواد ولم يتم استخدام تجهيزات صحية عالية الكفاءة للمياه. أو أي نوع من أنواع أنظمة الري الاقتصادية، وإقليمياً تم البناء باستخدام تقنيات محلية بسيطة ناتجة عن خبرات العمالة المحلية ولكن لم يلحظ إدخال أي من الحرف أو الفنون المحلية في تشكيل التكوين.

رابعاً–دراسة مدى ثقافة المجتمع المحلي:

–لم يتم استخدام أو تطوير تقنيات خاصة بالمجتمع المحلي في انتاج الطاقة انما تم الاعتماد بشكل أساسي على مصادر الوقود الأحفوري ولم يتم استخدام أي من مواد معاد تدويرها.

–من حيث الكفاءة الوظيفية فإن الفراغات الداخلية في التصميم في الحدود الدنيا من المساحة حيث أن فراغ غرفة الجلوس لا تتجاوز مساحته ال 13 $م^2$.

4–3–3– سلبيات تصميم الوضع الراهن:

1–المسافات بين الكتل غير المدروسة بالنسبة لزاوية سقوط الأشعة الشمسية وعدم توظيف إمكانيات الموقع في التصميم الداخلي (إنارة وتهوية) .

2–استفادة ضعيفة جداً من العناصر النباتية في التظليل وتخفيف الحرارة نسبتها من المساحة المبنية 9.7% .

3–عدم احترام خصوصية السكان(داخل الفراغ _ فراغ الدرج) نسبة فراغات منخفضة الخصوصية 57% .

4–لم يتم استخدام المواد الطبيعية من الموقع في الواجهات الخارجية و تعرض الأشخاص لخطورة الرطوبة والعفن نتيجة سوء التصميم وسوء عزل العناصر الإنشائية .

5–لم يتم استخدام أي أنظمة للطاقة المتجددة أو تكنولوجيا إقتصادية (تدوير_تقليل..) ولم يتم استخدام أي أسلوب من أساليب ترشيد استهلاك المياه.

4–3–4– الاستراتيجيات المقترحة لرفع استدامة المسكن:

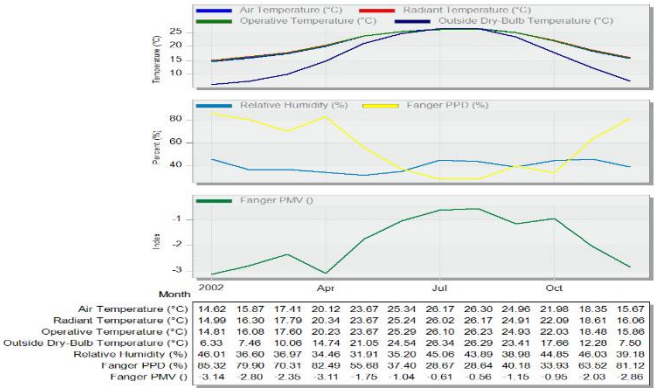
أولا_ في محور مواد البناء والإنشاء: رفع كفاءة مواد البناء وزيادة العزل استخدام مواد مستخرجة من الموقع ، دراسة تصميم الفتحات من حيث المواد والمساحة والتظليل.

ثانياً_محور التصميم والتكوين الكتلي: دراسة إضافة أفنية داخلية.

ثالثاً_محور أنظمة المبنى: إضافة تقنيات طاقة متجددة(توربينات الرياح_ألواح طاقة شمسية...)،استخدام أجهزة موفرة للمياه في المرافق الصحية.

4-3-5- دراسة استراتيجيات الاستدامة المقترحة بواسطة برامج النمذجة الرقمية :

اولاً- استراتيجيات رفع استدامة المبنى في محور مواد البناء والإنشاء :تمت معالجة عزل السطح النهائي على اعتباره جزء كبير مكشوف على العوامل الجوية بمادة ال(foam_polyurethane) ، ومعالجة الجدران الاستنادية المجاورة للمنحدر بطريقة مباشرة بإضافة عازل مائي من ألواح G board Aquaمقاومة للرطوبة بسماكة 9 مم وإتباع مجموعة من الإجراءات في تعديل إنشاء الجدران الخارجية وتغييرها إلى الجدران المضاعفة على أن يكون الجدار الخارجي بسماكة 15 سم والجدار الداخلي بسماكة 10سم . تم إنشاء دراسة تحليلية تجريبية على النموذج على أن يكون الفراغ العازل بين الجدارين من مادة الفوم (foam_polyurethane)،وإضافة الإكساء الحجري من الحجر الكلسي المحلي.وكانت نتيجة الدراسة ارتفاع في درجة الراحة الحرارية وخفض في معدل الرطوبة خلال فصل الشتاء حيث يظهر المخطط ارتفاع في معدل درجات الحرارة في شهر كانون الثاني بما يقارب درجتين مئوية وانخفاض في معدل درجات الحرارة صيفاً ثلاثة أرباع الدرجة.وعليه حققت مواد الإنشاء والبناء تحسناً في الأداء الحراري للفراغ بمعدل 13.42% خلال شهر كانون الأول و1.6% خلال شهر حزيران.

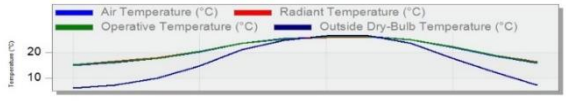


Air Temperature (°C)	14.62	15.87	17.41	20.12	23.67	25.34	26.17	26.30	24.96	21.98	18.35	15.67
Radiant Temperature (°C)	14.99	16.30	17.79	20.34	23.67	25.24	26.02	26.17	24.91	22.09	18.61	16.06
Operative Temperature (°C)	14.81	16.08	17.60	20.23	23.67	25.29	26.10	26.23	24.93	22.03	18.48	15.86
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	6.33	7.46	10.06	14.74	21.05	24.54	26.34	26.29	23.41	17.66	12.28	7.50
Relative Humidity (%)	46.01	36.60	36.97	34.46	31.91	35.20	45.06	43.89	38.98	44.85	46.03	39.18
Fanger PPD (%)	85.32	79.90	70.31	82.49	55.68	37.40	28.67	28.64	40.18	33.93	63.52	81.12
Fanger PMV ()	-3.14	-2.80	-2.35	-3.11	-1.75	-1.04	-0.61	-0.56	-1.15	-0.95	-2.03	-2.86

الشكل(23): يوضح مخطط معدل تغيرات درجات الحرارة بعد إضافة عازل الفوم في الجدران الخارجية للمبنى والإكساء الحجري ،المصدر: تحليل الباحث على Design Builder

-دراسة عزل الفتحات وتعديل في مساحة الفتحات في الواجهة الجنوبية :

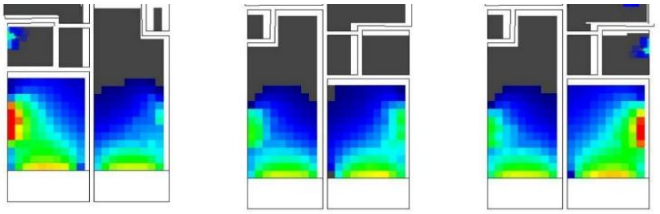
تمت دراسة تعديل مساحة الفتحات على الواجهة الجنوبية وزيادة مساحتها لتعادل نسبة 90% من الواجهة. وتعديل على عزل النوافذ وذلك لضمان العزل الصوتي والحراري حيث تم استخدام الزجاج المضاعف الصافي ذو سماكة 6مم مع فراغ هوائي ولرفع سوية إطار النافذة تم استخدام إطار من UPVC WINDOW FRAME مع حجرة هوائية بمعامل انتقال 2.2u-value(W/M2-K) وهو من أفضل الأنواع في تحمل الظروف المناخية ومقاومة الرطوبة. ونتيجة لذلك ارتفعت درجات الحرارة بما يعادل 1.3° خلال شهر كانون الأول وانخفضت في شهر حزيران بما يعادل 0.45° .



Air Temperature (°C)	15.92	16.41	17.97	20.12	23.55	25.12	25.92	26.08	24.86	21.99	18.04	15.98
Radiant Temperature (°C)	16.33	16.86	17.95	20.33	23.50	24.95	25.70	25.89	24.76	22.08	19.33	16.41

الشكل(24):يوضح مخطط الراحة الحرارية الناتج عن الدراسة التجريبية لعزل وتعديل مساحة النوافذ المصدر: تحليل الباحث علىDesign Builder

بالإضافة إلى تحقيق نسبة إضاءة طبيعية أكبر في الفراغات الداخلية على الواجهات الجنوبية مع تقليل نسبة التوهج غير المرغوب خلال وقت الذروة فضلا عن الخفض الكبير في استهلاك الطاقة بالإضافة إلى رفع عامل الأمان حيث تعد النوافذ المزدوجة أكثر متانة ومن الصعب كسرها.



الشكل: (25) مخطط الإنارة الطبيعة للفراغات الداخلية بعد تكبير النوافذ الجنوبية وإضافة العزل

المصدر: تحليل الباحث بواسطة برنامج النمذجة Design Builder

– **تعديل مساحة الفتحات في الواجهتين الشمالية الغربية والجنوبية الشرقية** حيث يظهر المخطط بان النوافذ في هذه الجهة ذات معدل متوسط في تأمين الإنارة الطبيعية للفراغ .

الشكل (26): ضعف إنارة الفراغات الجهة الشمالية الغربية والجهة الجنوبية الشرقية

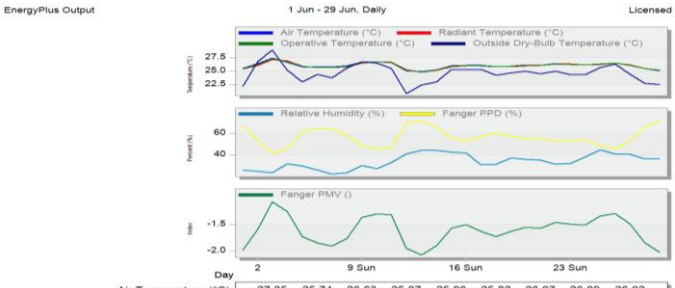
المصدر: تحليل الباحث بواسطة برنامج النمذجة Design Builder

وعليه تمت زيادة أبعاد النوافذ الى 240عرض 200 ارتفاع أي ما يعادل نسبة 40% من واجهة الفراغ المدروس لتكون النتيجة إنارة أفضل ضمن الفراغات المذكورة.

الشكل (27): نتيجة تكبير النوافذ بأبعاد 2.2 *2 م

المصدر: تحليل الباحث على برنامج النمذجة Design Builder

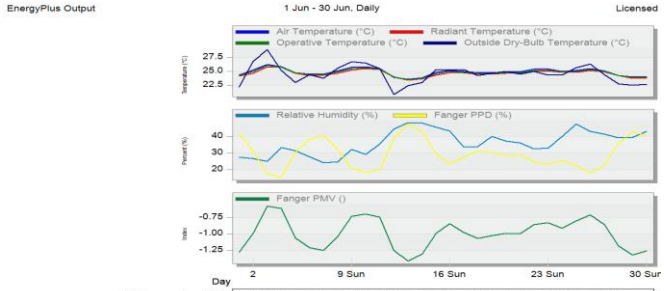
-**ومن أجل كفاءة المبنى الحرارية صيفاً** تمت دراسة إضافة الكاسرات الشمسية المتحركة على الواجهات وتأثيرها على رفع كفاءة الأداء الحراري في فراغ غرفة المعيشة وكانت نتيجة تحليل الراحة الحرارية خلال شهر حزيران أثناء فتح الكاسرات تتراوح بين 26 إلى 27,35درجة مئوية مع رطوبة نسبية تتراوح بين (23,75°- 42.64°)



Air Temperature (°C)	27.35	25.74	26.63	25.07	25.96	25.82	26.07	26.09	26.02
Radiant Temperature (°C)	27.17	25.60	26.43	25.25	25.76	25.77	26.02	26.10	26.12
Operative Temperature (°C)	27.26	25.67	26.53	25.16	25.86	25.80	26.04	26.09	26.07
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	28.86	24.37	26.73	20.82	25.29	24.22	24.45	24.29	24.41
Relative Humidity (%)	23.75	26.12	30.46	41.00	42.64	31.38	35.29	38.29	40.65
Fanger PPD (%)	41.38	64.60	48.55	69.82	55.79	60.81	55.69	53.76	52.97
Fanger PMV ()	-1.07	-1.85	-1.37	-1.95	-1.57	-1.73	-1.57	-1.51	-1.49

الشكل(28): يوضح مخطط الراحة الحرارية (كاسرات مفتوحة) المصدر: تحليل الباحث

-وبعد إغلاق الكاسرات تبين حدوث توازن أكبر بالتبادل الحراري وانخفاض في درجة لحرارة في الفراغ على مدار الشهر بما يقارب حوالي(1,5°) ما يعادل فارق 5% .



Air Temperature (°C)	26.25	24.49	25.72	23.88	24.79	24.70	24.86	24.96	25.03
Radiant Temperature (°C)	25.78	24.24	25.20	23.97	24.31	24.50	24.62	24.78	24.91
Operative Temperature (°C)	26.01	24.37	25.46	23.92	24.55	24.60	24.74	24.87	24.97
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	28.86	24.37	26.73	20.82	25.29	24.22	24.45	24.29	24.41
Relative Humidity (%)	25.13	27.68	32.09	44.37	45.36	33.97	35.97	39.85	41.29
Fanger PPD (%)	17.63	38.04	21.02	38.63	29.40	31.48	29.30	25.63	22.59
Fanger PMV ()	-0.58	-1.21	-0.73	-1.25	-0.99	-1.07	-1.00	-0.91	-0.85

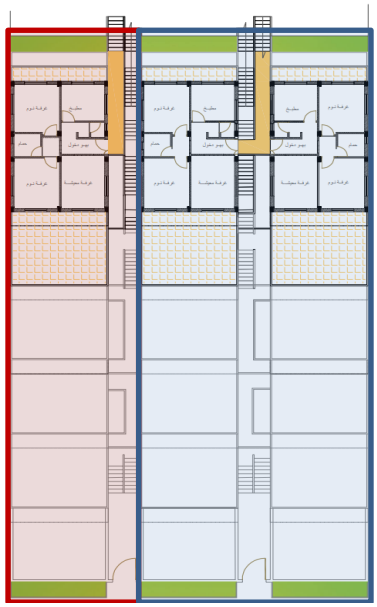
الشكل(29): مخطط الراحة الحراري(كاسرات مغلقة)

المصدر: تحليل الباحث على برنامج النمذجة Design Builder

ثانيا:- استراتيجيات رفع استدامة المبنى محور التصميم والتكوين الكتلي:

بعد العمل على رفع كفاءة مواد البناء وتعديل مساحات الفتحات ارتفعت كفاءة المبنى بيئيا ووظيفيا مع التقليل من استهلاك الطاقة الكهربائية إلا أنها إجراءات غير كافية من أجل رفع سوية واستدامة المبنى وعليه تم اقتراح:

-دراسة محور إضافة الأفنية (الحدائق الخارجية) والحفاظ على نسبة التدرج: حيث أن الشريحة مؤلفة من ثلاث شقق سكنية وفقاً للمخطط التنظيمي اثنتان منها تأخذ وضع الشقق التوأمية وواحدة منهما تنفرد بدرج من اجل شقة سكنية واحدة



الشكل (30) يوضح الوظيفة التخديمية
للدرج في الكتلة السكنية
المصدر: عمل الباحث

-وصف التكوين الكتلي بعد تعديل المسافات بين الكتل ودراسة زاوية سقوط الاشعة الشمسية: تم الحفاظ على تكوين الكتل التؤامية وإضافة أفنية خارجية بحيث يعادل أقل بعد بين الدرج والوحدة السكنية 2.2م كحد أدنى بحيث يكون البعد بين كتلتي التكوين يعادل ضعف ارتفاع الطابق الواحد الذي يبلغ 3.1 م. يظهر النموذج بأن الأشعة الشمسية خلال فصل الشتاء في اليوم الخامس عشر من شهر كانون الثاني في الساعة الثانية عشرة ظهراً تؤمن إنارة مباشرة على الواجهة الجنوبية الشرقية للشقتين السكنيتين وفي وقت الذروة تكون عمودية على الواجهة الجنوبية وتخترق الفناء المضاف والتباعد الكتلي وهذا يؤمن إنارة طبيعية وارتفاع في درجة حرارة المبنى.

الشكل(31): مسقط المقترح

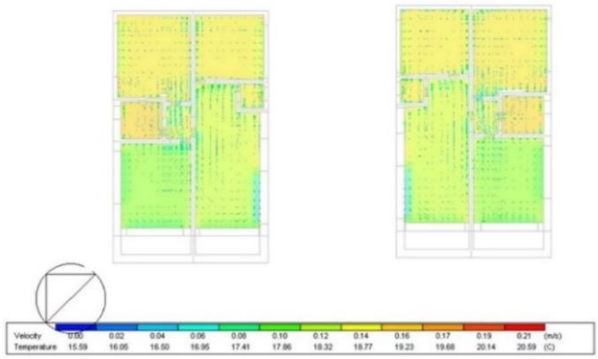
المصدر: عمل الباحث على AutoCAD

الشكل(32): كتلة المقترح

المصدر: عمل الباحث على

-دراسة تحليلية لتأثير تصميم وعزل الفتحات في رفع سوية التهوية الطبيعية في الفراغات بعد إضافة الفناء كانت ذات تأثير إيجابي في زيادة سرعة الهواء في الفراغ وخفض درجة حرارته صيفاً. ورفع مستوى الراحة الحرارية حيث يلحظ بأن سرعة حركة الهواء تتراوح بين

(0.02_ 0.10م/ثا)في درجة حرارة تتراوح بين(16.95°_19.23 °).

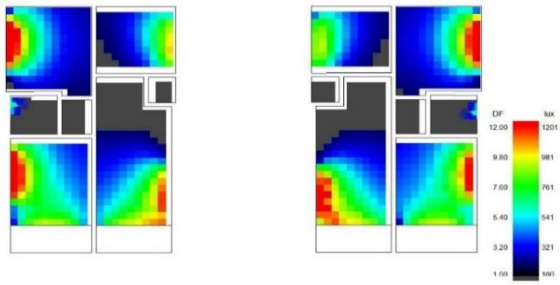


الشكل (33): يوضح درجة حرارة وسرعة الهواء في النموذج المقترح

المصدر: نمذجة الباحث على برنامج Design Builder

-دراسة تحليلية لتأثير تصميم وعزل الفتحات في رفع سوية الإنارة الطبيعية في الفراغات:

أدت أضافة الأفنية الخارجية إلى رفع مستوى الإنارة الطبيعية حيث تحققت الإنارة في الفراغات الداخلية بنسبة تعادل (89%) من مساحة الفراغات المدروسة حيث ارتفعت نسبة جودة الفراغات المنارة الوضع الراهن إلى 45%.

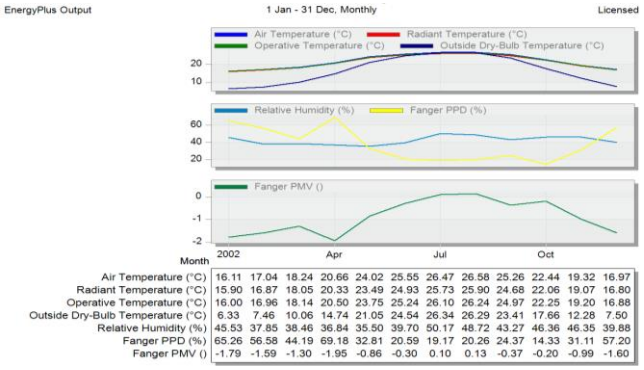


الشكل (34) : مخطط الإضاءة الطبيعية

المصدر: الباحث على Design Builder

-دراسة لمدى تأثير إضافة الفناء على الراحة الحرارية في المبنى :

يظهر مخطط الراحة الحرارية للنموذج المدروس ارتفاع في درجات الحرارة شتاءً حيث بلغ الفارق في درجات الحرارة بين النموذج في الوضع الراهن والنموذج المقترح في شهر كانون الثاني 3.94 °درجة مئوية بينما حافظ النموذج على درجات حرارة معتدلة صيفاً .



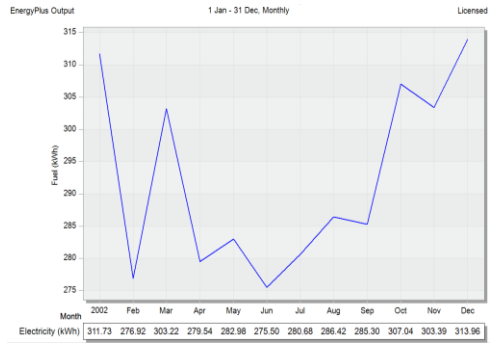
Air Temperature (°C)	16.11	17.04	18.24	20.66	24.02	25.55	26.47	26.58	25.26	22.44	19.32	16.97
Radiant Temperature (°C)	15.90	16.87	18.05	20.33	23.49	24.93	25.73	25.90	24.68	22.06	19.07	16.80
Operative Temperature (°C)	16.00	16.96	18.14	20.50	23.75	25.24	26.10	26.24	24.97	22.25	19.20	16.88
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	6.33	7.46	10.06	14.74	21.05	24.54	26.34	26.29	23.41	17.66	12.28	7.50
Relative Humidity (%)	45.53	37.85	38.46	36.84	35.50	39.70	50.17	48.72	43.27	46.36	46.35	39.88
Fanger PPD (%)	65.26	56.58	44.19	69.18	32.81	20.59	19.17	20.26	24.37	14.33	31.11	57.20
Fanger PMV ()	-1.79	-1.59	-1.30	-1.95	-0.86	-0.30	0.10	0.13	-0.37	-0.20	-0.99	-1.60

الشكل(35) يوضح مخطط الراحة الحرارية للنموذج المقترح المدروس المصدر: نمذجة الباحث

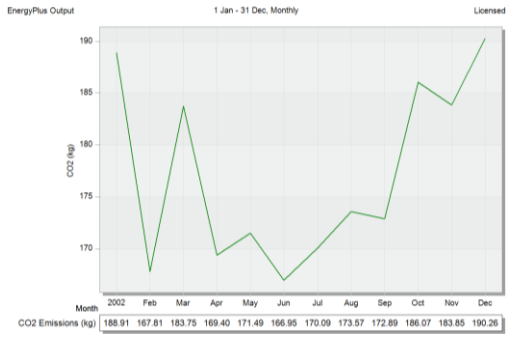
-دراسة تأثير مدى تحقيق الوفر في الطاقة الكهربائية وانخفاض انبعاثات الكربون:

حقق النموذج وفرا في الطاقة عن الوضع الراهن في جميع أشهر السنة بمعدل 37.55% خلال كانون الثاني وبلغت درجة الوفر في الطاقة الكهربائية 38.62% في شهر حزيران.

انخفض معدل نبعاثات غاز الكربون CO2 Emissions (kg) السنوي حيث بلغ معدل انخفاض الكربون في شهر كانون الثاني 37.42 % وفي شهر حزيران 37.77% .



الشكل(36):يوضح استهلاك الكهرباء،
المصدر: الباحث علىDesign Builde

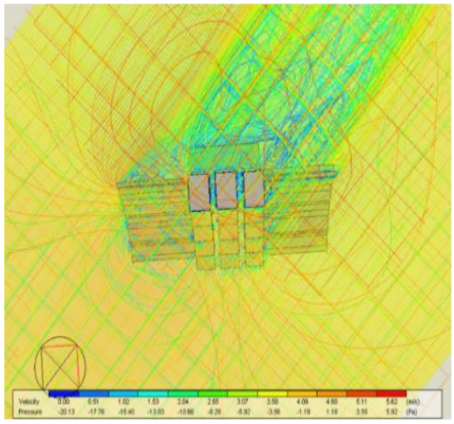


الشكل(37):مخطط انبعاث الكربون للنموذج
المصدر: الباحث علىDesign Builde

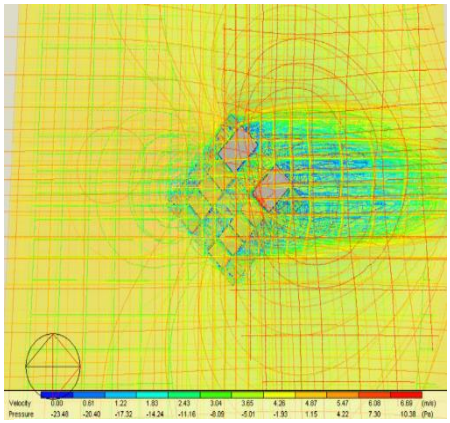
دراسة مدى تأثير إضافة الفناء في رفع عامل الخصوصية ونسبة المسطحات الخضراء في التكوين الكتلي :ساهم الحل في رفع نسبة المسطحات الخضراء داخل التكوين الكتلي إلى 88.89% و خصوصية أكبر في جميع النوافذ على محور الدرج لترتفع عن الوضع الراهن بنسبة 57%.

ثالثاً– استراتيجيات رفع استدامة المبنى في محور أنظمة المبنى:

إضافة مصدر توليد طاقة بديلة: تم إجراء تحليل سرعة الرياح على وضع الراهن والمقترح وعليه يحدد أفضل مكان لتركيب توربينات الرياح هو في الزاوية المقابلة للرياح الغربية من المبنى و تكون توربينات الرياح الصغيرة ذات مساحة لا تتعدى 3.5 م^2، مع ارتفاع 2.5م لإنتاج 10 كيلو واط/ساعة من الكهرباء.



الشكل (38): دراسة سرعة وضغط الرياح في الوضع الراهن
المصدر: الباحث على برنامج design builder



الشكل (39): دراسة سرعة وضغط الرياح في النموذج المقترح
المصدر: الباحث على برنامج design builder

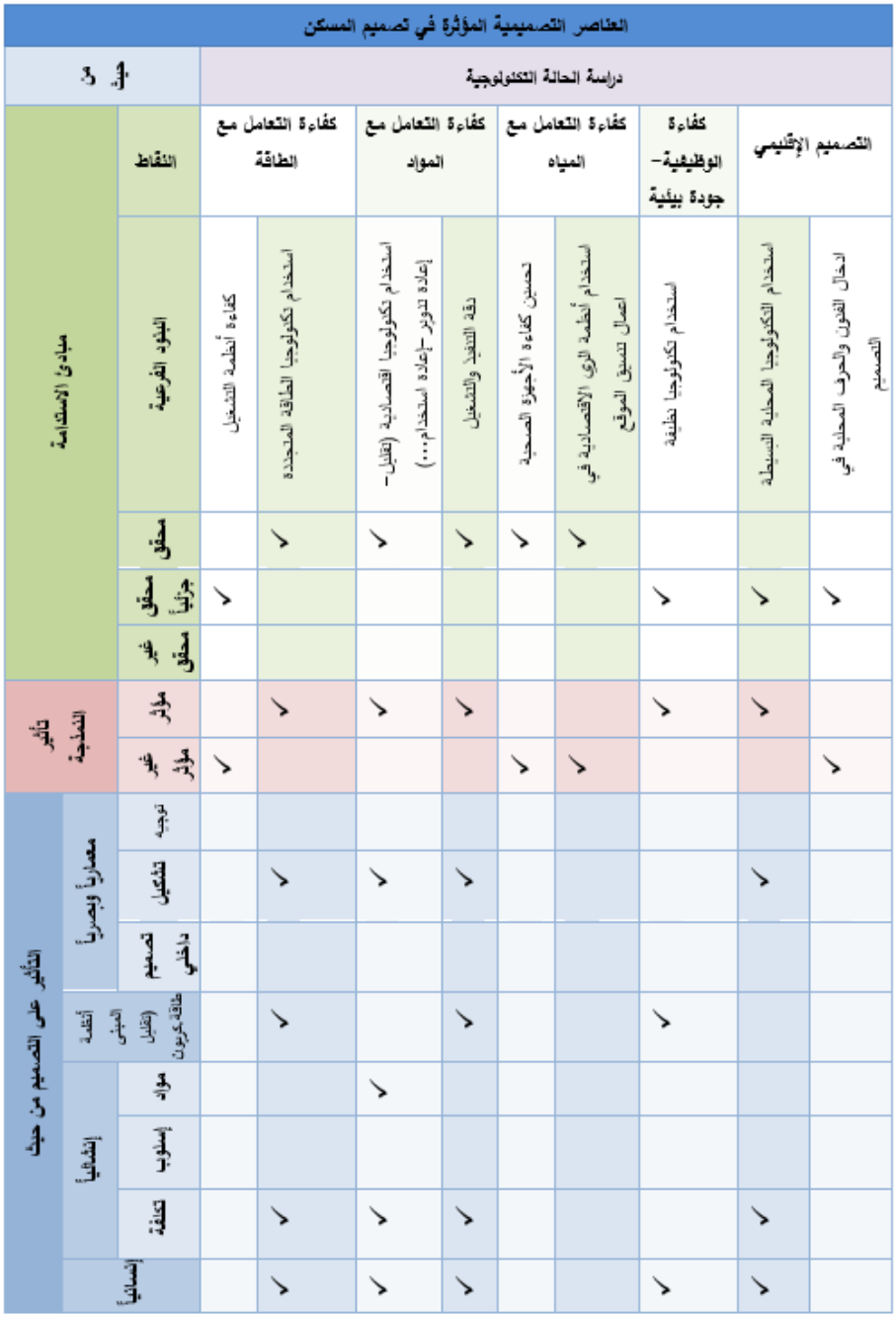
-إجراءات مقترحة من أجل ترشيد استهلاك المياه :

يمكن أن يتم ترشيد استهلاك المبنى وذلك من خلال اختيار التجهيزات والقطع الصحية المناسبة (تركيب صنابير وادواش ذاتية الإغلاق _ تركيب محدد داخلي لضبط التدفق في الأجهزة الصحية ....) إنشاء خزانات لتخزين مياه الأمطار من الأسطح ولاسيما بأن المنطقة ذات نسبة أمطار شديدة وإمكانية تخزين المياه متوفرة في خزانات مغمورة في باطن الأرض.

4-3-6-إسقاط التحليل على مسطرة قياس النمذجة والإستدامة:

العناصر التصميمية المؤثرة في تصميم المسكن													
من حيث		الموقع العام											
مبادئ الاستدامة	النقاط	التصميم الإقليمي			كفاءة الوظيفية-جودة بيئية		كفاءة التعامل مع المياه		كفاءة التعامل مع المواد		كفاءة التعامل مع الطاقة		
	البنود الفرعية	التصميم لمقاومة الظروف المحيطة	احترام الأنظمة الإيكولوجية	احترام خصائص الموقع(تضاريس-تربة-مناخ)	البعد عن المناطق الخطرة وغير الصحية	الاستجابة لمحددات الموقع في التصميم	الاستفادة من مياه الأمطار والفيضانات	اختيار النباتات المحلية أو قليلة استهلاك المياه	استخدام المواد المصنعة محليا وتقليل مسافات النقل	استخدام المواد الطبيعية	الاستفادة من التنسيق الطبيعي للموقع	توظيف إمكانيات الطبيعية للموقع	دقة اختيار الموقع
	محقق	✓		✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓
	محقق جزئيا		✓						✓	✓			
	غير محقق												
تأثير النمذجة	مؤثر	✓	✓	✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓
	غير مؤثر				✓		✓	✓					
التأثير على التصميم من حيث: معماريا وبصريا	توجيه												
	تشكيل	✓	✓	✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓
	تصميم داخلي			✓		✓						✓	
أنظمة المبنى	(تقليل طاقة كربون)	✓		✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓
إقتصاديا	مواد	✓		✓		✓			✓				
	إسلوب		✓								✓		
	تكلفة	✓		✓		✓			✓	✓	✓		✓
إنسانيا		✓	✓	✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓

العناصر التصميمية المؤثرة في تصميم المسكن									
ج 3			المناخ						
مبادئ الاستدامة		النقاط	التصميم الإقليمي	كفاءة الوظيفية- جودة بيئية	كفاءة التعامل مع المياه	كفاءة التعامل مع المواد		كفاءة التعامل مع الطاقة	
		البنود الفرعية	التصميم المتوافق مع خصائص المناخ	ادخال المعالجات الطبيعية في التصميم(اشعاع شمسي-اضاءة...)	استخدام تبادلات تحمل الظروف المناخية المحلية	حسن استغلال المواد ورفع أدائها الحراري	استخدام مواد ملائمة للمناخ	توظيف الخصائص المناخية في انتاج الطاقة	التحكم في غلاف المبنى للتقليل من الأحمال والتسريبات
		محقق	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		محقق جزئيا							
		غير محقق							
تأثير المدمجة		مؤثر	✓	✓		✓	✓	✓	✓
		غير مؤثر			✓				
التأثير على التصميم من حيث	معماريا وبصريا	توجيه							
		تشكيل	✓	✓		✓	✓	✓	✓
		تصميم داخلي							
	أنظمة المبنى (النقل) طاقة عربون		✓	✓		✓	✓	✓	✓
	إنشائيا	مواد	✓	✓		✓	✓		✓
		إسلوب							
		تكلفة	✓	✓		✓	✓	✓	✓
	إنسانيا		✓	✓		✓	✓	✓	✓


العناصر التصميمية المؤثرة في تصميم المسكن
دراسة الحالة التكنولوجية
التصميم الإقليمي
كفاءة الوظيفية- جودة بيئية
كفاءة التعامل مع المياه
كفاءة التعامل مع المواد
كفاءة التعامل مع الطاقة
النقاط
البنود الفرعية
مبادئ الاستدامة
تأثير النمذجة
التأثير على التصميم من حيث
معمارياً وبصرياً
إنشائياً
إنسانياً
استخدام التكنولوجيا المحلية البسيطة
ادخال اللون والحرف المحلية في التصميم
استخدام تكنولوجيا نظيفة
استخدام أنظمة الري الاقتصادية في اعمال تنسيق الموقع
تحسين كفاءة الأجهزة الصحية
دقة التنفيذ والتشغيل
استخدام تكنولوجيا اقتصادية (تقليل- إعادة تدوير -إعادة استخدام...)
استخدام تكنولوجيا الطاقة المتجددة
كفاءة أنظمة التشغيل

❖ **نتائج البحث:**

1-إيلاء الجانب الإقليمي أهمية في التصميم يرفع من كفاءة المبنى حيث يعنى بالجوانب المناخية واحترام الموقع والأنظمة الايكولوجية و ينعكس على جميع الجوانب التصميمية .

2- تعد دراسة الحالة الطبيعية والمناخية بدقة للموقع العام ونقطة توضع المبنى بالنسبة للموقع هي الأساس في تصميم المبنى السكني ليكون أكثر استدامة.

3- تساهم الدراسة اللونية واستخدام مواد البناء المحلية في رفع كفاءة واستدامة المبنى والتخفيف من تكاليف النقل وترفع من مستوى اندماج التكوين الكتلي مع الوسط المحيط.

4- تعد الفتحات عناصر ذات أهمية كبيرة جداً بالنسبة للمباني وتزداد أهميتها في المناطق الجبلية نتيجة ارتباطها بالمناخ والإطلالة معاً ويمكن أن تتراوح مساحة النوافذ على الواجهة الجنوبية من (60%-90%) في المنطقة الجبلية ومن (40 % -50%) على الواجهات الشمالية والغربية وذلك تبعاً لعمق الفراغ المدروس وتوضح الدراسات التجريبية في النمذجة الرقمية التصميم الأمثل للنافذة تبعاً لتوضعها على الواجهة وعمق الفراغ المدروس.

5- بينت الدراسات الدقيقة للنمذجة الرقمية في المسكن التراسي المتدرج في ميل بحوالي 50% أن إضافة الأفنية الخارجية بين التكوين والدرج الجانبي بمسافة أكبر أو تساوي ارتفاع الطابق الواحد تسهم في رفع كفاءة المبنى من

حيث الإنارة والتهوية الطبيعية و الراحة الحرارية وارتفاع في مستوى الخصوصية والأمان للمبنى وخفض الحمل الحراري وانبعاثات الكربون.

6-إن الاعتماد على النمذجة الرقمية المبنية على المعلومات الدقيقة في اختيار أفضل توجه و تكوين ومواد للمبنى يحقق تصميماً متكاملاً ومستدام من خلال الدراسات الدقيقة مما يحقق راحة المستخدم بشكل خاص وينعكس على المجتمع بشكل عام.

7- ان اعتماد استخدام أسلوب النمذجة الرقمية القائم على التجربة والتحليل في اختبار مجموعة الإجراءات المقترحة لرفع استدامة المبنى وعدم اعتماد نتائج ثابتة وتطبيقها على

جميع المباني يساهم في تطوير الفكر المعماري فيما يخص الجوانب التصميمية والإبداعية وارتباطها بالحل المستدام.

❖ **مراجع البحث:**

1-ابراهيم، عبد الباقي، (1999)- العمارة الخضراء- المفهوم والتطبيق"، موضوع العدد بمجلة عالم البناء، العدد (214)، القاهرة، ج. م. ع.

2-إسماعيل عبد الهادي، سحر،(2019)- نحو أسلوب تقني ومرجعي لتحديد وتخطيط وتصميم المواقع الجبلية في ضوء اختيار المواقع الصالحة للتنمية العمرانية المستدامة بها، مجلة جمعية المهندسين المصريين المجلد الثامن والخمسون ،العدد الثاني_ ص85

3-بصيص، محمد هيثم أحمد،(2000)-التصميم المعماري بمساعدة الحاسب الآلي باستخدام قواعد الشكل كأداة للتكوين. رسالة ماجستير، جامعة القاهرة ، كلية الهندسة المعمارية.

4-بلدية مرمريتا

5-تقرير مبادئ ومواجهات عامة لتخطيط مواقع مشاريع وزارة الإسكان في المناطق الجبلية والوعرة (مكتب دار الرياض السعودية بالتعاون مع وزارة الإسكان)،2013.

6-التنمية البشرية للمدن،(1995) -مجلة عصر المدن،المجلد(3)،العدد (2)،القاهرة،مصر.

7-حمودة، نجلاء يحيى،(2002)- "الإشعاع الشمسي والعمارة في المناطق الصحراوية "، سجل بحوث ندوة التنمية العمرانية في المناطق الصحراوية ومشكلات البناء فيها (الجزء الثاني)، وزارة الأشغال العامة والإسكان، الرياض، المملكة العربية السعودية.

8-دائرة الخدمات الفنية في حمص

9-الدليل الاسترشادي للعمارة الخضراء في سورية،(2014)- نقابة المهندسين، الجمهورية العربية السورية، دمشق، ص 13-205

10-الدليمي، خلف حسين علي،(2012)- علم شكل الأرض التطبيقي الجيومورفولوجيا التطبيقية. عمان، دار الصفاء، ص214.

11-عقبى، إيهاب،(2004)-المبادئ التصميمية المحققة للمسكن المستدام،" The Design Principles for Sustainable House,"الرياض المملكة العربية السعودية، ندوة الإسكان (2)"السكن الميسر _الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

12-غازي عبد الله عمرو، رناد .(2021) -الأنماط المعمارية للمساكن على المنحدرات:نحو حلول مستدامة. حالة دراسية: عين دير بحة-الخليل ص.15

13-الفران، شهد، (2021) -العمارة على المنحدرات. مجلة. TWENTY_TWO Architecture MAGAZINES، العدد 103 ،ص33-38.

14-اللجنة التوجيهية لمشروع أنظمة المباني الموفرة للطاقة ،(2004)- الدليل الإرشادي لتصميم المباني الموفرة للطاقة،وزارة الحكم المحلي،الأراضي الفلسطينية المحتلة.

15-مطانيوس موسى، عهد،(2016)-التنمية العمرانية للتجمعات السكنية الريفية في المناطق ذات الطبيعة الجبلية (وادي النضارى مثالاً). رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة المعمارية جامعة البعث كجزء من متطلبات الحصول على درجة الدكتوراه في الهندسة المعمارية. تخطيط مدن ص 30-31 -115.

16-Gero,J.S, (1990)- Design Prototypes, A Knowledge Representation Schema for Design.

17-Howard,Bion,(2003)-Green Building, A primer for Builders, Consumers and Realtors,(V 5.4), building

18-Jing Jiaa,Jiayue Suna,Zhiqing Wangb,Tongrui Xua ,(2017)-The construction of BIM application value system for residential buildings' design stage in China based on traditional DBB mode, Procedia Engineering 180,851-858.

19-Krygiel,E.and Nies,B,(2008)-Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling.Indianapolis,ID,USA: Wiley Publishing,Inc.

20-Kymmell,W,(2008)-Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations. USA,McGraw Hill,Inc.

21-Murjan,D,(2013)-Concepts and Applications of The Possibility of Sustainable Planning and Design in Housing, Plan and Development Journal,issue(27),pp.116-117.

22-Design builder Case Study,(2018)-Optimizing an Eco-Friendly Sol.arq through Eco Stores,House Design using Design Builder.

23-Steep Hillside Guidelines,(1997)-In S.D.Municipal,San Diego Municipal Code Land Development Code. San Diego,Municipal.

24-UN Habitat for A Better Urban Future.Sustainable Housing for Sustainable Cities,(2012)-A Policy Framework for Developing Countries,pp.17- 35.

25-https://www.archdaily.com/898292/asma-bahceler-residences-m-arti-d-mimarlik

26https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/marma_syria

27-https://www.philadelphia.edu.jo/academics/aahmad/uploads19-

28-https://parametric-architecture.com/

29-https://biblus.accasoftware.com/

30-https://www.exid-diagnostic.fr/les-dimensions-du-bim-3d-4d-5d-6d-7d /

31-https://urbantech.in

32-https://www.pinterest.com/

33-https://designbuilder.co.uk/

34-https://www.archdaily.com/247914/kentfield-hillside-residence-turnbull-griffin- haesloop-architects

35-https://ar.wikipedia.org

36-https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/what-hydrology

37-https://www.uidaho.edu/cals/soil-orders/mollisols

38-Google Earth

39-https://solarabic.com/learn/2019/06

دور إعادة الاستخدام التكيفي في تعزيز استدامة المباني العامة

طالبة الدراسات العليا: م. ناديا شربك

قسم التصميم المعماري – كلية الهندسة المعمارية – جامعة البعث

الدكتورة المشرفة: أ. د. جاكلين طقطق

ملخص البحث:

أصبحت إعادة التدوير سمة طبيعية للمجتمعات الحديثة في سعيها المستمر نحو الاستدامة من خلال محاولات إيجاد حياة جديدة لإنقاذ الأبنية غير الفعالة والغير قابلة للاستخدام بوظيفتها الأصلية، وإن إيجاد استخدام جديد عبر إعادة الاستخدام التكيفي (Adaptive Reuse) يعتبر من الطرق الفعالة للحفاظ على أهمية المباني وبالتالي احترامها و زيادة قيمتها المستقبلية ، نظرا لما يحققه من إيجابيات تساهم في تحقيق الاستدامة على عدة مستويات .

يتناول هذا البحث التعريف بمفهوم إعادة الاستخدام التكيفي وتاريخه والمصطلحات المتعلقة به وربطه بالتنمية المستدامة ، باعتباره شكلاً من أشكال التجديد الحضري المستدام وطريقة لتضمين الماضي في التصميم المستقبلي ، من خلال إلقاء الضوء على تجارب بعض المباني العامة العالمية والعربية التي تم تكييفها بوظائف مستحدثة ودراستها وتحليلها، والاستفادة منها في مجال تحسين المباني العامة المحلية .

الكلمات المفتاحية: التكيف ، إعادة الاستخدام التكيفي ، شغور المباني ، الاستدامة .

The role of adaptive re-use in promoting the sustainability of public buildings

Research Summry

Recycling has become a natural feature of modern societies in their continuous pursuit of sustainability through attempts to find a new life to save buildings that are inactive and unusable in their original function. Adaptive reuse is one of the effective ways due to its advantages that contribute to achieving sustainability on several levels. It maintains the importance of buildings and to respect them, moreover adding more value to their future .

This research deals with the definition of the concept of adaptive reuse, its history, terminology related to it, and its link to sustainable development as a form of sustainable urban renewal and a way to include the past in future design by shedding light on the experiences of some international and Arab public buildings that have been adapted to new functions, studying and analyzing them . In addition benefiting from Including in the field of improving local public buildings.

Key Words : adaptation, adaptive reuse, building vacancy , sustainability.

دور إعادة الاستخدام التكيفي في تعزيز استدامة المباني العامة

1- مقدمة البحث:

حظي مفهوم التكيف بالكثير من الاهتمام منذ سبعينات القرن الماضي كأحد المفاهيم الأساسية المرتبطة بالعمارة إذ أن إعادة استعمال المباني المهملة وإطالة عمرها وظيفيا من خلال تكييفها وملائمة أدائها لحاجات وظيفية معاصرة ، يوفر فرصا لإعادة تشكيل مظهر المدينة وجعل الحياة أفضل وأكثر أماناً للناس. وقد أصبحت فكرة القابلية للاستهلاك المعماري مقبولة في مرحلة ما من التاريخ الحديث ، مما أدى إلى تدفق هياكل من جيل واحد وظهور موجة من مشاريع إعادة الاستخدام التكيفي ، التي ولدت من الحاجة إلى تقليل الامتداد الحضري والتأثير البيئي وكذلك الاتجاه المستمر للتحسين .

ولا بد للمدن التي تعاني من الأزمات من إيجاد استراتيجيات جديدة لتحقيق أقصى استفادة من البنية التحتية الحالية ومن مخزون المباني وللحفاظ على الموارد و تحويل المباني المهملة والسليمة إنشائيا إلى منشآت جديدة ومؤثرة في السياق المعماري والحضري تربط بين الأجيال السابقة والقيم المعمارية والاجتماعية .

2- أهمية البحث:

تأتي أهمية البحث من انتشار الكثير من المباني المهملة التي فقدت قيمها الإيجابية وتحولت إلى جزء غريب ليس له انتماء متنافر وغير متناسب مع محيطه ، وعدم وضوح مفهوم التكيف بإعادة الاستخدام بشكل عام ودوره في المباني العامة وقدرته على تطويعها في خطط تحسين نسيج المدينة وتحقيق مكاسب اقتصادية واجتماعية عديدة .

3- هدف البحث :

رصد مفهوم إعادة الاستخدام التكيفي في العمارة ودراسة أثره في تعزيز مبادئ التنمية المستدامة ، وبيان الإيجابيات والسلبيات التي يحققها تكييف المباني العامة .

4- منهجية البحث :

تعتمد منهجيين رئيسيين :

المنهج النظري: يتضمن التعرف على مفهوم إعادة الاستخدام التكيفي وتطوره تاريخيا واتجاهات استخدامه وأهدافه ومبادئه وعلاقته مع الاستدامة ، ثم دراسة المباني العامة ومنهجية إعادة الاستخدام التكيفي فيها وأهم المعايير في تصميمها للوصول إلى محددات تطبيق هذا النهج .

المنهج التحليلي : يتضمن تحليل مبنى عالمي وعربي وفقاُ لنموذجين ، مبنى ذات أهمية ثقافية ومبنى ذات أهمية اجتماعية ، ودراستها للوصول إلى مدى تأثير إعادة الاستخدام التكيفي على تصميمها وتحسين أدائها ، للاستفادة منها في تحسين أداء المباني العامة المحلية في سورية .

5- التكيف و إعادة الاستخدام في العمارة :

إن التكيف (Adaptation) عند علماء البيولوجيا يعني كل تغير يطرأ على بنية أو وظيفة الكائن الحي كي يحافظ على حياته من مخاطر البيئة المحيطة ، أما علماء الاجتماع فقد أكدوا ان التكيف هو" تلك العملية الديناميكية المستمرة لتكوين علاقة ناجحة مع البيئة الاجتماعية والاتساق مع ثقافة المجتمع " .

وتعني إعادة الاستخدام (Reuse) إعادة توظيف المبنى بوظيفته الأصلية تماما والتي أنشئ من أجلها دون إجراء أي تعديل فيه من خلال القيام بعمليات التأهيل اللازمة .

5-1 مفهوم إعاد الاستخدام التكيفي والمصطلحات المتعلقة به :

5-1-1 مفهوم إعادة الاستخدام التكيفي وتعريفه :

أضيفت كلمة (Adaptive) إلى الكلمة الأصلية (Reuse) لتصبح (Adaptive Reuse) وتعطي معنى إعادة الاستخدام مع تكيف المبنى مع الوظيفة الجديدة دون تنافر " [1].

وبالتالي يختلف المصطلحان عن بعضهما حيث أصبح إعادة الاستخدام التكيفي : يعني تعديل أو تغيير وظيفة المباني التي فقدت وظيفتها الأصلية مع وجودها بحالة إنشائية جيدة إلى استخدامات أخرى جديدة تتناسب و تتكيف مع الاحتياجات الحالية وتضمن حماية المبنى [2]

الشكل (1) علاقة إعادة الاستخدام والتكيف – المصدر : عمل الباحث

ويمكن التوصل إلى تعريف لإعادة الاستخدام التكيفي و هو : عملية أو وسيلة من وسائل تعزيز الاستدامة ، يتم فيها تحويل المباني القديمة السليمة من الناحية الإنشائية إلى مباني ذات استعمالات جديدة وتطويرها عمليا لاكتساب عمر إضافي ، ليتوافق مع الوظيفة الجديدة والبيئة المحيطة وبالتالي تلبية احتياجات التوسع المكاني وجعل هذه المباني قابلة للحياة اقتصاديا ، نظرا للتغيير المتسارع والمستمر لمتطلبات الحياة .

5-1-2 المصطلحات التي تدخل ضمن مفهوم إعادة الاستخدام التكيفي :

وتتضمن المصطلحات المتفرعة من المصطلح الأساسي والتي يختلف كل منها عن الآخر في أسلوب المعالجة الخاص بها ما يلي[3] :

1- **إعادة الاستخدام:** إعادة المباني لوظيفتها الأصلية بعد التجديد والإضافات الناتجة عن الاحتياجات المعاصرة والمتغيرة لتتكيف مع متطلبات المستخدمين ، ومن الأمثلة الشكل (2) مبنى تعليمي قد تم إعادة استخدامه لغرض تعليمي.

2- **إعادة التأهيل** : أي إرجاع المبنى لحالته السابقة لإعادة شغل وظيفته بطريقة أفضل وأكثر تطورا من خلال الإصلاح والتعديل والإضافات مع احترام الطابع المعماري والتاريخي، ويمكن تغيير الفراغ الداخلي جذريا بما يتناسب مع المتطلبات الجديدة مع بقاء الواجهات الخارجية على حالها. ومن الأمثلة كما يوضح الشكل (3) سجن في الولايات المتحدة قد تحول إلى 23 شقة فاخرة ومطعم .

الشكل (2) مبنى تعليمي تحول لتعليمي – المصدر (4)

الشكل (3) سجن تحول إلى شقق
المصدر : (4)

3- **أعمال التطوير والتجديد:** هي أعمال تقتصر على الأجزاء التي لا تؤثر على القيمة التاريخية أو الاجتماعية للمبنى وتضم إصلاح المبنى وإرجاعه لحاله بدون أن تضيف هذه الأعمال أي شيء جديد يحل محل القديم.

4- **أعمال التمديد** : توسيع سعة أو استيعاب المبنى سواء بشكل رأسي عن طريق زيادة الارتفاع أو بشكل جانبي عن طريق توسيع المخطط ، وأي امتداد هو هيكل جديد مرتبط بشكل مباشر باستخدام المبنى الحالي ، مثل أعمال التمديد في محطة Tate Modern في الشكل (4).

5- **أعمال التكييف** : أي عمل في مبنى بالإضافة إلى الصيانة لتغيير وظيفته عن طريق إحداث تغيير في المكان ليناسب الاستخدام الحالي ،كما يوضح الشكل (5) مثالا لمبنى قديم تم تكييفه من متجر للبضائع إلى مركز للفنون .

الشكل (4) تمديد متحف تيت مودرن المصدر : (6)

الشكل (5) متجر للبضائع تم تكييفه الى مركز للفنون - المصدر : (6)

2-5 أسباب إعادة الاستخدام التكيفي :

لا بد من التعرف على الأسباب التي تجعل المبنى في حاجة إلى التكيف، وهي [4]:

1- **التوقيت** : تكون إعادة الاستخدام عادة أسرع من البناء الجديد .

2- **التدهور**: تصبح إعادة الاستخدام حاجة ملحة لوقف التدهور الحاصل للمبنى نتيجة العديد من التأثيرات.

3- **الأداء** : غالبا ما تكون الحاجة إلى تحسين الأداء الصوتي أو الحراري أو المتانة والأداء الإنشائي للمبنى سببا لتنفيذ أعمال التكيف ، فقد يؤدي الاستهلاك المفرط للطاقة من قبل المبنى في كثير من الأحيان إلى ضرورة تجديده .

4- **تغيير الاستخدام** : عندما يكون المبنى فارغا لفترة طويلة يصبح فائضا عن الحاجة فتكون إعادة الاستخدام التكيفي ضرورة لضمان استمرار إشغاله .

5- **القيود القانونية** : يمكن للمبنى أن يترك ليتداعى بشكل طبيعي بسبب عدم السماح بالهدم نتيجة لقوانين وقيود التخطيط ، فيخضع لإشعارات قانونية من قبل السلطة المحلية باعتباره في حالة خطرة أو سيئة .

6- **الحفاظ** : قد تكون الأهمية المعمارية أو التاريخية للمبنى سببا كافيا لحفظه .

7- **الاستدامة** : إعادة استخدام المباني هو أكثر ملائمة للبيئة من إعادة التطوير ، حيث ان إعادة التطوير تستهلك طاقة وتنتج نفايات أكثر من التكيف.

2-5 أصناف إعادة الاستخدام التكيفي :

تكون معالجات إعادة الاستخدام التكيفي على عدة مستويات أو تصنيفات حسب الحالة الفيزيائية أو الأهمية الاجتماعية للمبنى، من المعالجات الشائعة لها ما يلي [6] :

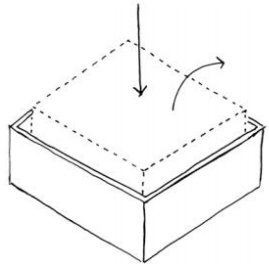
1- **الحفظ التاريخي (Historical Preservatoin)** : إعادة توظيف المبنى مع بذل الجهد للحفاظ على حالته الأصلية .

2- **التجديد (Renovation)** : يتم في المباني التي تكون في حالة سيئة جدا ، ففي معظم الحلات تتم صيانة الهيكل الأساسي بينما يتم استبدال الداخل بالكامل بهدف تغيير الوظيفة .

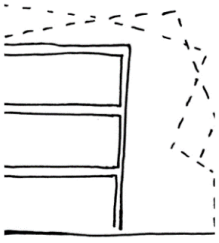
3- **الواجهات (Facades)** : يكون هذا النمط مناسبا للأبنية التي تعاني من حالة سيئة جدا وذات أهمية تاريخية ضئيلة ، عن طريق إضافة غلاف إضافي للمبنى كواجهة تسمح له بالحفاظ على أهميته مع كونه فعال وظيفيا وموفرا للطاقة ، كما يوضح الشكل (6).

4- **الإدماج (Intergration)** : بناء هيكل جديد حول الهيكل الأصلي بحيث يتم الحفاظ عليه وإضافة مبنى جديد ولكن يشمله ، كما يوضح الشكل (7).

5- **البنية التحتية (Infrastructure)** : يتم اقتراح بنية تحتية جديدة كوظيفة لتغيير الهيكل الأصلي.



شكل (6) الحفاظ على الواجهات وتغيير الداخل
المصدر : (7)



شكل (7) طريقة الإدماج بناء هيكل جديد حول الأصلي - المصدر :(7)

3-5 آلية إعادة الاستخدام التكيفي :

هناك ثلاث استراتيجيات مطبقة وفق مدى التكامل بين المبنى المضيف والعناصر الجديدة ، وهذه الاستراتيجيات هي : التدخل – الإدراج – التركيب (التثبيت) [8].

1- التركيب (التثبيت) : يتأثر تصميم العناصر الجديدة بالمبنى الأصلي لكن لا يتوافق ويتلاءم معه ، وتقع هذه العناصر ضمن حدود المبنى ويعود إلى حالته الأصلية عند إزالة التركيبات الجديدة ، أي أن المبنى الأصلي والجديد موجودان بشكل مستقل.

2- الإدراج : ممارسة تؤسس علاقة قوية بين المبنى الأصلي وإعادة البناء ، وتسمح لطبيعة كل منهما بالوجود بطريقة قوية ومستقلة ، حيث تكون العناصر الجديدة المضافة مماثلة تماما لتلك الموجودة.

3- التدخل : يتم دمج الإضافات القديمة والجديدة بالكامل ويخضع المبنى لتحولات كبيرة ، بحيث لم يعد من الممكن أن يكون مستقلا ، فتكون طبيعة إعادة البناء في هذا النوع هي تشابك القديم والجديد .

ومما يجب مراعاته والنظر إليه [9]:

الاعتبارات الافتصادية : الميزانية ، تكاليف التكييف ، تكاليف الصيانة ، التأثير على رأس المال.

التوقيت : تاريخ البدء ، مراحل المشروع ، مدة العقد.

ملاءمة المبنى المقترح والموقع : ظروف التربة ، سهولة الوصول ، المرونة في التصميم.

قوانين التصميم : التأثير على جماليات المبنى الحالي.

قوانين البناء : توافر المواد والمكونات ، الامتداد مطابق للمبنى الأصلي.

و يبدأ أي مشروع إعادة استخدام تكيفي من خلال إجراء فحص شامل للمبنى لتقييمه وضمان سلامة البنية التحتية بهدف التأكد من سلامة إنشائيته ، ولا بد من دراسة قوانين تقسيم المناطق المحلية للتأكد من نجاح تطبيق الفكرة ومن ثم تحديد الميزانية وتوظيف

الفريق المناسب ، وينصح بمراجعة سجل إصلاح المبنى لتحديد المناطق التي تم إصلاحها أو تدهورت باستمرار.

ويمكن تلخيص المراحل وترتيبها فيما يلي وكما يوضح المخطط (1) :

مخطط (1) مراحل مشروع عملية إعادة الاستخدام التكيفي - المصدر : عمل الباحث

1- مرحلة التقييم ووضع استراتيجية مبسطة : وضع تصميم مناسب بعد دراسة مدى إمكانية دمج مبادئ إعادة الاستخدام في المشروع ، والبدء بتحضير قاعدة معلومات لإجراء التحليلات كجزء رئيسي من خطوات إعداد المخطط العام .

2- مرحلة وضع المخطط المقترح : تحديد الخطوات اللازمة لتحقيق خطة إعادة التطوير والبدء بتحديد بدائل تخطيطية للموقع .

3- مرحلة وضع المخططات التفصيلية : تتضمن القرارات والحلول المفصلة في المشروع ، والتي تم اعتمادها كجزء من متطلبات المبنى والمواد والمساحة ، مثل أبعاد الأراضي وأبعاد المبنى ومراعاة الظروف البيئية والأبعاد التاريخية وفعالية الحركة .

6- حياة المباني العامة :

لكل مبنى حياة وعمر معين تشكل باجتماعها دورة حياة المبنى ، وهي [10]:

أولا – الحياة المادية للمبنى Physical Life :

هي الفترة التي يعيش فيها المبنى قبل حدوث التدهور غير القابل للتصليح ، ويمكن تمديد هذه الحياة لفترة طويلة من خلال الصيانة والترميم المستمر ، والحياة المادية للمبنى هي التي تحدد قرار إبقاء أو استبدال المبنى .

ثانيا – الحياة الوظيفية للمبنى Functional Life :

تؤثر العديد من التغييرات بمرور الزمن في طريقة استعمال المبنى مثل ظهور التقنيات الجديدة ، التغيير الاجتماعي والاقتصادي أو التعديلات التي تحدث في التشريعات وقوانين البناء والمعايير الهندسية ،أو التغير في ممارسة النشاطات والأعمال في المبنى .

ثالثا – الحياة الاقتصادية للمبنى Economic Life :

هي مقدار الوقت الذي يكون فيه المبنى تحت الخدمة أكثر إفادة من الناحية الاقتصادية في وضعه الحالي، وتنتهي عندما تكون قيمة المبنى ومساحته غير مستغلة جيدا بالنسبة لمساحة الموقع ، فيتم استبداله بمبنى جديد ذي عائدات ومدخرات أعلى .

و عمر الخدمة (حياة المبنى) لكل مبنى مختلف ومميز عن غيره من المباني ، فلا يوجد مبنيين لهما نفس نمط الاستخدام أو تتعرضان لنفس ظروف الاستخدام .

7– أسباب شغور المباني العامة وتأثير انتشارها :

من أسباب شغور المباني كما بينها دوغلاس :

- الانتقال إلى أماكن أكبر أو أفضل (بسبب تقادم المبنى الحالي أو بغرض المنافسة للحصول على خصائص أكثر ملاءمة وجاذبية)
- التوقف عن الأنشطة أو الاستخدام بسبب التأثيرات الاقتصادية (مثل انخفاض الأعمال الذي يؤدي إلى إغلاق الممتلكات والتكرار)
- الأنشطة الموسمية التي تؤدي إلى استخدام مؤقت أو قصير المدى للمبنى
- قلة عدد المستأجرين الجدد أو مالكي العقارات الفارغة (بسبب البدائل الأفضل أو انخفاض الطلب على عقارات معينة بسبب طلب السوق)

ويمكن تلخيص أسباب إهمال أو شغور المباني إلى التقادم الوظيفي ، التغير في التركيبة السكانية أو الاقتصادية ، التطور التكنولوجي ، إعادة الهيكلة أو عمليات التحول المكاني والحروب والكوارث، ويوضح الشكل (8) أمثلة لأبنية شاغرة.

الشكل (8) صور لمبنيين شاغرين ومهملين في لبنان - المصدر : (14)

أما بالنسبة لآثار المباني الشاغرة أو الغير فعالة ، فهي تؤثر على جودة المشهد الحضري وعلى ثقافة البناء وتؤثر على الهوية والثقافة المعمارية المحلية النموذجية للمنطقة من خلال خلق الثغرات البصرية وغياب التوافق والانسجام مع الطراز المعماري المميز للمنطقة. ومن المعروف أن العقارات الشاغرة تجتذب المخربين والمشردين وتجار المخدرات ، وبالتالي تنخفض قيمة هذه العقارات والخدمات وتثبط الاستثمار في المنطقة، فضلا عن آثارها على الطبيعة من خلال تدهور وانحسار الغطاء النباتي والمسطحات المائية .

كما أن المباني المهملة ستفقد مع الزمن قيمها الإيجابية وتتحول تدريجيا إلى جزء غريب ليس له انتماء ، متنافر وغير متناسب مع محيطه من خلال العلامات البصرية الواضحة للإهمال والتآكل غير المنظم للمباني وللبنية التحتية ، وتؤدي جميع هذه التأثيرات في النهاية إلى انعزال المكان وعدم ارتباطه بالمشهد المحيط [11]، كما يوضح الشكل (9) .

الشكل (9) صور أبنية شاغرة ومهجورة – المصدر : (14)

8- دراسة تحليلية لبعض النماذج المختارة من المباني العامة :

تم اختيار النماذج التالية متجر سلع جافة الذي أصبح المبنى الأخضر (The Green Building) في لويزفيل و مشفى الغرباء الذي أصبح مركز رضا سعيد للمؤتمرات في دمشق ، وتلخص الدراسة التحليلية بالجدول التالي :

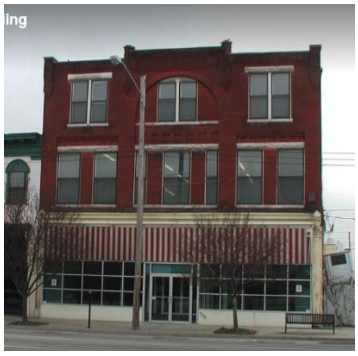
جدول (1) حقل الدراسة المتبع في تحليل النماذج المختارة - المصدر : إعداد الباحثة

<table>
<tr><th colspan="4">المبنى قديما</th><th colspan="4">المبنى حديثا</th></tr>
<tr><td colspan="8">أسباب تدهور وشغور المبنى</td></tr>
<tr><td colspan="7">عمليات التحول المكاني (الانتقال إلى أماكن أكبر أو أفضل)</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">التوقف عن الاستخدام نتيجة التقادم الوظيفي</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">التوقف عن الاستخدام نتيجة التطور التكنولوجي</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">التوقف عن الاستخدام بسبب التأثيرات الاقتصادية والبيئية</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">الأنشطة الموسمية التي تؤدي إلى استخدام مؤقت أو قصير المدى للمبنى</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">الحروب والكوارث</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="8">أسباب تكييف المبنى</td></tr>
<tr><td>التدهور</td><td>الاستدامة</td><td>القيود</td><td>تغيير</td><td>الأداء</td><td>الحفاظ</td><td colspan="2">التوقيت</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="8">معايير قدرة المبنى على التكيف</td></tr>
<tr><td>القابلية للتحويل</td><td colspan="2">القابلية للتجميع</td><td colspan="2">قابلية التوسع</td><td>قابلية</td><td colspan="2">المرونة</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="8">النمط المستخدم في عملية إعادة الاستخدام التكيفي للمبنى</td></tr>
<tr><td>التدخل</td><td colspan="3">الإدراج</td><td colspan="4">التركيب / التثبيت</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="8">التعديلات التي طرأت على المبنى</td></tr>
<tr><td rowspan="3">الجملة الإنشائية</td><td colspan="6">الحفاظ على الهيكل بدون دعم</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">الحفاظ على الهيكل الأصلي مع تدعيمه</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">تغيير الهيكل الأصلي</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">الواجهات</td><td colspan="6">الحفاظ عليها دون إضافة</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">الحفاظ عليها مع إضافة متماثلة</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">الحفاظ عليها مع إضافة غير متماثلة</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">تغيير الواجهة</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">الفراغات</td><td colspan="6">استبدال الداخل بالكامل</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">إعادة التوزيع الوظيفي</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">الحفاظ على الداخل بحالته الأصلية</td><td></td></tr>
</table>

الامتدادات	توسع أفقى / جانبى		
	توسع شاقولى / رأسى		
مواد الإكساء الداخلية	تغيير كامل		
	حفاظ كامل		
	تعزيز العلاقة بين القديم والجديد		
	الفوائد التي حققها إعادة الاستخدام التكيفي لتعزيز الاستدامة	محقق	غير محقق
الفوائد البيئية	تجاوز عملية الهدم		
	الاحتفاظ بالطاقة المتجسدة		
	التقليل من انبعاثات الكربون		
	إعادة تدوير المواد الموجودة		
	التقليل من استخدام المواد الجديدة واستخدام مواد بيئية محلية		
	تحقيق تهوية وإضاءة طبيعية		
الفوائد الاجتماعية	الاحتفاظ بالطابع المعماري		
	الارتباط بالقيم وتعزيز الإحساس بروح المكان		
	تأمين فرص عمل جديدة		
	جعل الموقع متميز		
	تسهيل الوصول للموقع وتوفير وسائل نقل عام جديدة		
	توفير مركز حضري جديد		
	إحياء المنطقة المحيطة		
	جذب المطورين لتطوير المنطقة		
الفوائد الاقتصادية	توفير تكلفة الهدم		
	توفير الوقت		
	توفير الطاقة		
	توفير فى تكلفة البناء		
	تحقيق فوائد مادية للمدينة		
	اكتفاء ذاتى اقتصادي		

8-1 متجر سلع جافة – المبنى الأخضر (The Green Building) في لويزفيل :

أولا – التعريف بالمبنى قبل التكييف :



شكل (10) متجر بضائع قديما
المصدر: (12)

اسم المبنى: المبنى الأخضر ، مركز للفنون والمجتمع.

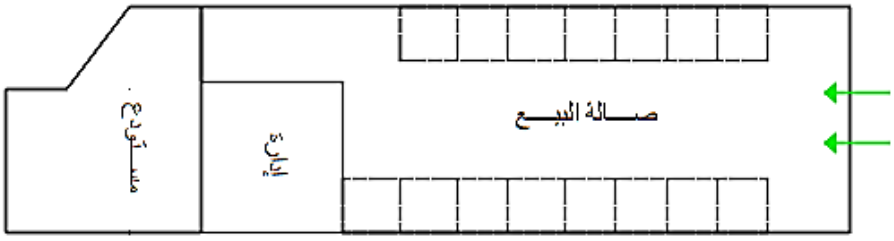
موقع المبنى: في منطقة السوق الشرقي في مدينة لويزفيل ، ولاية كنتاكي ، الولايات المتحدة الأمريكية.

تاريخ إنشاء المبنى: 1891.

دراسة المبنى من حيث:

- الشكل: مبنى تجاري حجري ذو شكل هندسي بسيط .
- الجملة الإنشائية : مبنى هيكلي ذو جملة إنشائية تقليدية.
- مواد الإكساء : المبنى ذو لون واحد حيث تم استخدام الطوب الأحمر الداكن.
- الفراغات وأقسام المبنى : أقسام متنوعة المساحات لبيع البضائع الجافة.

المخططات المعمارية للمبنى:



شكل (11) مسقط المتجر- المصدر : عمل الباحث

ثانيا – الأسباب الي أدت إلى تدهور وشغور المبنى :

تم إنشاء المبنى في الأصل كمتجر للبضائع الجافة عام 1891 ، وبقي كذلك لأكثر من نصف قرن . وقد شغل عدة وظائف منذ ذلك الوقت حتى تم إغلاقه نهائيا ، نتيجة الكساد الاقتصادي الذي كانت تواجهه مدينة لويزفيل.

ثالثا – أسباب تكييف المبنى:

كان موقع المبنى الهام وسط مدينة لويزفيل في منطقة السوق الشرقية والتي تعاني من النسيان وتعرضه لعقود طويلة من سوء الاستخدام ، حافزا كبيرا للمستثمرين لشراء المبنى وإنقاذه بإعادة استخدامه تكيفيا وأن يصبح حافزا لإعادة تنشيط الحي المتضرر.

رابعا – النمط المستخدم في عمية إعادة الاستخدام التكيفي للمبنى :

كان الهدف من تكييف هذا المبنى هو تغيير وظيفته من خلال اعتماد نمط **التركيب/التثبيت** فتأثرت عناصر المبنى الجديدة بالمبنى الأصلي بدون أن تتوافق وتتلاءم معه . وتقع هذه العناصر ضمن حدود المبنى ويعود إلى حالته الأصلية عند إزالتها ، أي أن المبنى الجديد والأصلي موجودان بشكل مستقل .

خامسا – مراحل عملية إعادة الاستخدام التكيفي التي خضع لها المبنى :

بدأ تحويل المبنى الذي يبلغ عمره 120 عاما في ربيع 2007 إلى مبنى اجتماعي متعدد الاستخدامات . جرد المصممون مكونات المبنى الأصلي لتحديد نقاط الضعف فيه ، بما فيها الطوب الأصلي في الواجهات ليتم تدعيم الغلاف بمواد خاملة معاد تدويرها ثم يعاد تجميعه لإعادة استخدامه وتوزيعه في جميع أنحاء المبنى ، بغرض الاحتفاظ بالواجهة الأصلية مع دمج ميزات التصميم الحديث والتصميم الأخضر .

وقد تم إضافة نواة زجاجية حديثة إلى المبنى ، مما أدى إلى إنشاء ردهة بارتفاع 12 م مغمورة بوفرة بالضوء كما يوضح الشكل (12). ويربط هذا العمود الزجاجي جميع الطوابق الثلاثة ويقسم السقف إلى قسمين مائلين باتجاهين متعاكسين ، السقف الأصلي ينحدر إلى الأسفل والجديد إلى أعلى ، مما أنشأ شكلا مقصيا ورفع مستوى الضوء

الطبيعي من 20% إلى 95% ،وتوفر الطبقة الواضحة اختراقا أعمق للضوء يمكن التحكم به ، مما يقلل من السطوع المفرط ويوجه المزيد من الضوء نتيجة للارتفاع والزاوية، كما يوضح الشكل (13).

شكل (12) كتلة جديدة مضافة إلى المبنى
المصدر (4)

شكل (13) اختراق قوي للضوء
الطبيعي – المصدر (4)

وعلى الرغم من الأضرار التي لحقت بالمبنى ، كان الكثير من الخشب والطواب الداخلي قابلا لإعادة الاستخدام ، فترك المصممون جدرانا أصلية من الطوب ودمروا المتدهورة منها لفتح المبنى لضوء النهار الطبيعي وتحسين تدفق الهواء . وقد تم طحن الخشب الإنشائي وإعادة تركيبه كمواد أرضيات وتصنيع الأثاث الجديد .

كما تم جرد الخشب القديم وإدراجه في التصميم الهيكلي للمبنى الجديد ، مثل خشب الإطارات القديمة التي أعيد استخدامها في الإطار الجديد للمساحات المكتبية كما في الشكل (14) . وتم تجديد فتحات النوافذ الأصلية بزجاج معاد تدويره . ويتميز جزء من السقف بمفهوم السطح الأخضر حيث تغطيه النباتات بالكامل تقريبا ، حتى أن المبنى يتميز بجدار أخضر به نباتات تنمو في جدار مكون من شبكات خاصة ونظام تقطير مركب على السقف والجوانب ، مما يقلل من اكتساب الحرارة في الصيف كما في الشكلين (15) و(16) .

شكل (14) أرضيات
خشبية معاد تدويرها
المصدر : (4)

شكل (15) أعمال السقف الأخضر
المصدر : (13)

شكل (16) أعمال الحائط الأخضر –
المصدر : (13)

ومن الأعمال التي تم التركيز عليها في المبنى ، ممارسة الإدارة المستدامة للمياه عن طريق نظام شامل لتجميع وتوزيع مياه الأمطار، ويتم تجميعها في ثلاثة براميل ضخمة ، تخزن ما يصل إلى 240 قدم مكعب من مياه الأمطار لتقوم النباتات بترشيح الملوثات قبل أن تصل إلى نظام المياه الجوفية كما يوضح الشكل (17). كما يتم توفير 68% من طاقة المبنى من مصادر متجددة خارج الشبكة ، بما في ذلك مجموعة مكونة من 81 لوحا شمسيا ونظاما مكونا من 12 بئرا للطاقة الحرارية الأرضية .

كما يوجد وحدات لاستعادة الطاقة في أعلى وأدنى نقطة في المبنى ، تعمل على التقاط الهواء البارد والساخن وتعيد توزيعه في جميع أنحاء المبنى . وبشكل عام ، فإن المبنى الأخضر يوفر حوالي 30 ألف رطل من غاز ثاني أوكسيد الكربون كل شهر ، متجاوزا متطلبات الطاقة في ولاية كنتاكي بحوالي 65% .

شكل (17) خزانات المطر
المصدر : (12)

<u>ويمكن اختصار التعديلات التي طرأت على المبنى بما يلي :</u>

- تم تجريد المبنى من بعض الأجزاء الداخلية والحفاظ على الجملة الإنشائية و الواجهات الأصلية ، مع إعادة إحياء الهيكل الحجري وغرسه بنواة حديثة ، مكونة من الزجاج والحديد بارتفاع 12 م ذي إضاءة طبيعية ومواد صديقة للبيئة وأنظمة طاقة متجددة .

- تنظيم المبنى على ثلاثة مستويات رئيسية ، ليضم معرضا فنيا ومساحة للمناسبات وحديقة عمودية في الطابق الأول ، ومساحات مكتبية في الطابقين الثاني والثالث.
- أقام فريق التصميم تباينا بين المساحات المفتوحة والمساحات الضيقة .
- تجسيد المبنى للإمكانات غير العادية للاستدامة من خلال :

1- الاعتماد على اليد العاملة المحلية .

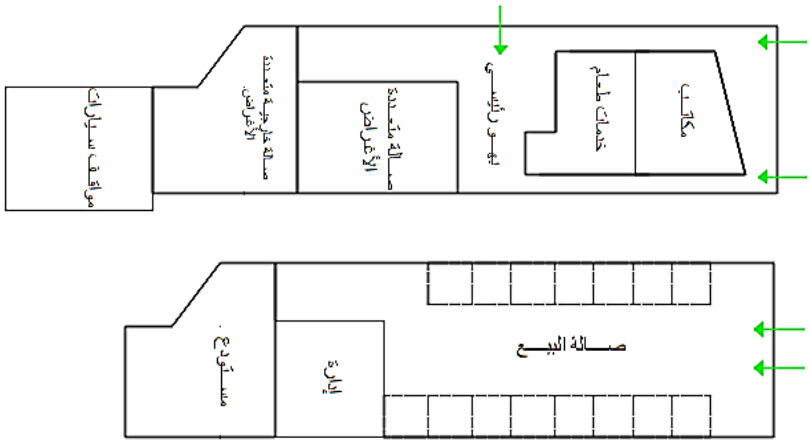
2- استخدام المواد المعاد تدويرها حيثما أمكن والمواد المتاحة محليا ، حيث يشمل المبنى على نسبة عالية من المواد المعاد تدويرها ، بما في ذلك 100% من الأرضيات و 70% من النوافذ و 80% من مواد العزل .

3- إنتاج طاقة غير ثاني أوكسيد الكربون عبر 81 لوحا شمسيا .

4- الحفاظ على الطاقة والمواد الطبيعية وتقليل البصمة الكربونية للمبنى من خلال استخدام نظام تدفئة وتبريد حراري أرضي مكمل بنظام تخزين ثلجي بسعة 1100 جالون .

5- ممارسة الإدارة المستدامة للمياه من خلال نظام شامل لتجميع وتوزيع مياه الأمطار مع سقف أخضر .

6- استخدام نظام تحكم خاص لقياس لقياس أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء ، واستخدام المياه وأداء الطاقة .



الشكل (18) – التعديلات الأساسية التي طرأت على المبنى - المصدر : عمل الباحث

سادسا – التعريف بالمبنى بعد إعادة استخدامه تكيفيا :

الشكل (19) – المبنى الأخضر
بعد التكييف المصدر : (4)

اسم المبنى: المبنى الأخضر (The Green Building) مركز مجتمعي للفنون

المساحة: 945 متر مربع .

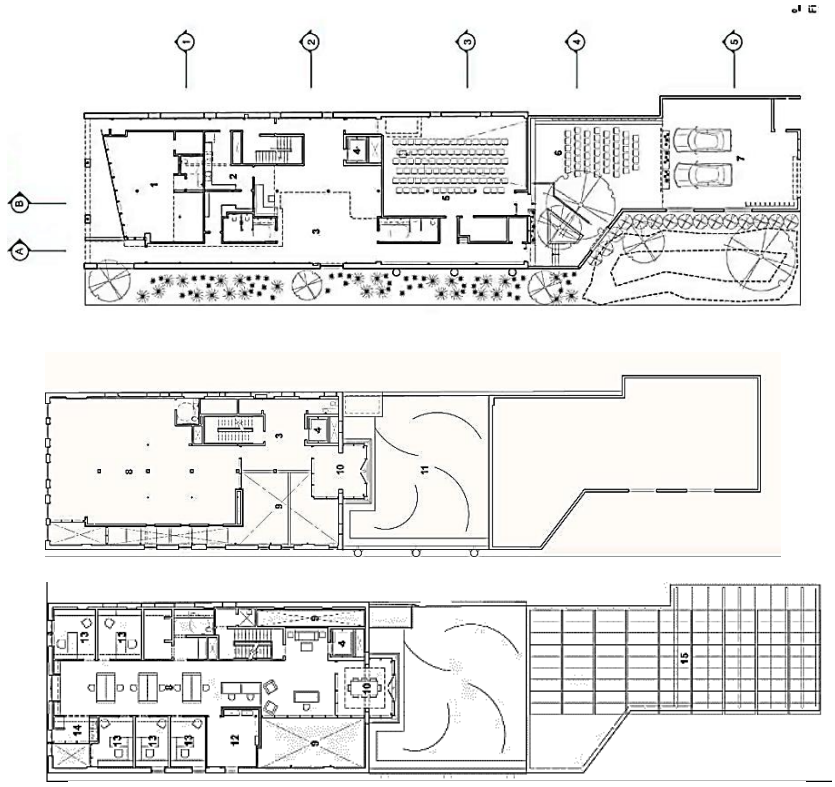
تاريخ تكييف المبنى وافتتاحه: عام 2007، والافتتاح في إيلول علم 2008 .

أهمية المبنى: يعد هذه المشروع من أنجح مشاريع

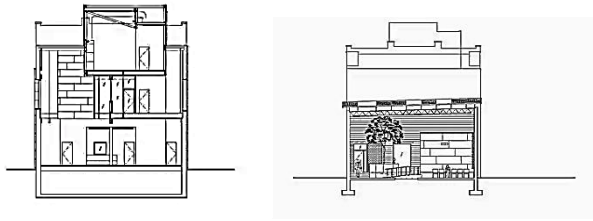
إعادة الاستخدام التكيفي ، والتي حصلت على عدة جوائز (شهادة LEED البلاتينية – جائزة المجلس الأمريكي للبنية الخضراء 2009 – جائزة التصميم االبيئي والبناء)، مما جعله احد الوجهات المفضلة في المدينة لتجمعات الثقافية والسياسية والمجتمعية.

دراسة المبنى من حيث :

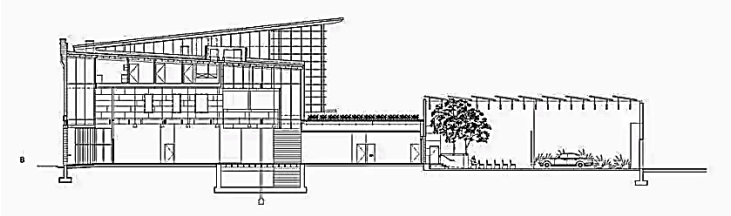
- الشكل :احترام المبنى الأصلي والاحتفاظ بمظهره التاريخي .
- الجملة الإنشائية : احترام سلامة التصميم الأصلي و تقوية الأساسات وتدعيم الغلاف.
- مواد الإكساء : الحفاظ على الطوب ، وإعادة طحن معظم الخشب الإنشائي للمبنى الأصلي إلى أرضيات وأثاث .
- الفراغات وأقسام المبنى: يكشف المبنى تدريجيا عن ترتيب جديد للخدمات ينتقل فيها الزوار عبر المساحات المختلفة المتدرجة باتجاه الجزء الخلفي له . ويضم مايلي: ردهة – صالة عرض –منطقة فعاليات خارجية – مكاتب – مساحات مكتبية مستأجرة – قاعة مؤتمرات – مقهى – موقف سيارات.
- المخططات المعمارية للمبنى :



الشكل (20) المساقط العامة للمبنى الأخضر
المصدر : (4)



الشكل (21) مقاطع وواجهات عامة للمبنى الأخضر
المصدر : (4)



الشكل (22) مقاطع عامة للمبنى الأخضر - المصدر : (4)

سابعا – أثر عملية إعادة الاستخدام التكيفي في المبنى :

الإيجابيات :

أصبح المبنى حافزا لإعادة تنشيط الحي ، مما أدى إلى تطوير منطقة السوق الشرقية لتصبح منطقة فنون صديقة للبيئة ، وهو أول مشروع إعادة استخدام تكيفي معتمد من (LEED) في مدينة لويزفيل وحائز على جوائز عديدة ورائد في التصميم والبناء التجاري الحضري المستدام ،كما قام ببناء روابط قوية مع المجتمع المحلي وساهم في إيجاد فرص عمل دائمة ومؤقتة .

وتمت الاستفادة من القيمة التاريخية للمبنى الأصلي والحفاظ عليه من الهدم ودمجه مع النسيج المحيط ، وقد نجح دمج الميزات المستدامة مع تصميم المبنى في تحقيق التكامل السلس للمبنى مع المناظر الطبيعية وفي جعل تأثير إعادة الاستخدام التكيفي إيجابيا ، فقد أثبت قدرته على الاكتفاء المادي وتوفير موارد مستقلة .

السلبيات :

كانت معظم الآراء إيجابية بعد النجاح الذي حققه المبنى ، خاصة بعد حصوله على الكثير من الجوائز . وربما كان الانتقاد الوحيد هو المسافة الطويلة بين المدخل الأساسي والبهو المركزي للمبنى التي نتج عنها ممرات طويلة ،كما أنه لم ينجح كثيرا في تحقيق المرونة والقابلية للتوسيع.

ويتم تلخيص الدراسة التحليلية للمبنى الأخضر في الجدول التالي :

جدول (3) جدول الدراسة التحليلية للمبنى الأخضر - المصدر : عمل الباحث

المبنى قديما : متجر للسلع الجافة	المبنى حديثا : المبنى الأخضر The Green
أسباب تدهور وشغور المبنى	
عمليات التحول المكاني (الانتقال إلى أماكن أكبر أو أفضل)	-
التوقف عن الاستخدام نتيجة التقادم الوظيفي	√
التوقف عن الاستخدام نتيجة التطور التكنولوجي	-
التوقف عن الاستخدام بسبب التأثيرات الاقتصادية والبيئية	√
الأنشطة الموسمية التي تؤدي إلى استخدام مؤقت أو قصير المدى للمبنى	-
الحروب والكوارث	-

أسباب تكييف المبنى						
التدهور	الاستدامة	القيود القانونية	تغيير	الأداء	الحفاظ	التوقيت
-	√	-	√	√	√	-

معايير قدرة المبنى على التكيف				
القابلية للتحويل	القابلية	قابلية التوسع	قابلية	المرونة
√	√	-	√	√

النمط المستخدم في عملية إعادة الاستخدام التكيفي للمبنى		
التدخل	الإدراج	التركيب / التثبيت
-	-	√

التعديلات التي طرأت على المبنى		
الجملة الإنشائية	الحفاظ على الهيكل بدون دعم	-
	الحفاظ على الهيكل الأصلي مع تدعيمه	√
	تغيير الهيكل الأصلي	-
الواجهات	الحفاظ عليها دون إضافة	-
	الحفاظ عليها مع إضافة متماثلة	-
	الحفاظ عليها مع إضافة غير متماثلة	√
	تغيير الواجهة	-
الفراغات	استبدال الداخل بالكامل	-
	إعادة التوزيع الوظيفي	√
	الحفاظ على الداخل بحالته الأصلية	-
الامتدادات	توسع أفقي / جانبي	-
	توسع شاقولي / رأسي	√
مواد الإكساء الداخلية	تغيير كامل	-
	حفاظ كامل	-
	تعزيز العلاقة بين القديم والجديد	√

الفوائد التى حققها إعادة الاستخدام التكيفى لتعزيز الاستدامة		محقق	غير
الفوائد البيئية	تجاوز عملية الهدم	√	-
	الاحتفاظ بالطاقة المتجسدة	√	-
	التقليل من انبعاثات الكربون	√	-
	إعادة تدوير المواد الموجودة	√	-
	التقليل من استخدام المواد الجديدة واستخدام مواد بيئية محلية	√	-
	تحقيق تهوية وإضاءة طبيعية	√	-
الفوائد الاجتماعية	الاحتفاظ بالطابع المعماري	√	-
	الارتباط بالقيم وتعزيز الإحساس بروح المكان	√	-
	تأمين فرص عمل جديدة	√	-
	جعل الموقع متميز	√	-
	تسهيل الوصول للموقع وتوفير وسائل نقل عام جديدة	√	-
	توفير مركز حضري جديد	√	-
	إحياء المنطقة المحيطة	√	-
	جذب المطورين لتطوير المنطقة	√	-
الفوائد الاقتصادية	توفير تكلفة الهدم	√	-
	توفير الوقت	√	-
	توفير الطاقة	√	-
	توفير فى تكلفة البناء	√	-
	تحقيق فوائد مادية للمدينة	√	-
	اكتفاء ذاتى اقتصادي	√	-

2-8 مشفى الغرباء – مركز رضا سعيد للمؤتمرات في دمشق :

أولا – التعريف بالمبنى قبل التكييف :

اسم المبنى: المستشفى الحميدي ثم مشفى الغرباء

موقع المبنى: وسط دمشق ، جنوبي التكية السليمانية

تاريخ إنشاء المبنى: 1899.

المساحة : 3400 متر مربع .

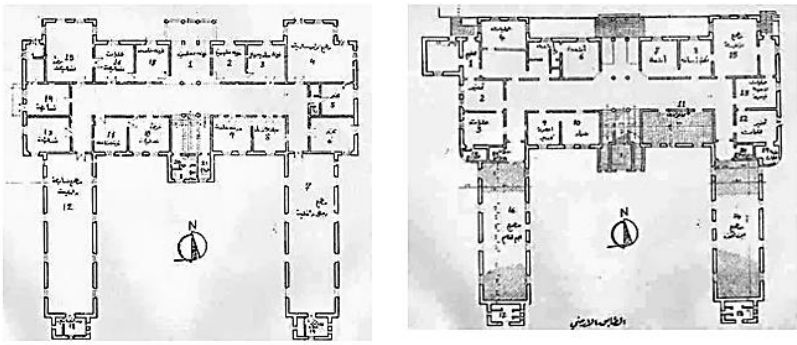
دراسة المبنى من حيث:

الشكل: مبني على الطراز المعماري التركي من حجر القرميد ، وعلى شكل حرف U .

الجملة الإنشائية : الجملة الإنشائية الخرسانية التقليدية .

شكل (23) مبنى شفى الغرباء – المصدر: (12)

- مواد الإكساء : تم استخدام القرميد بشكل موحد لكل المبنى .
- الفراغات وأقسام المبنى : شغل الطابق الأرضي العيادات المختلفة وغرف العمليات ووغرف التعقيم والتحضير لها ، أما الطابق الأول فقد ضم غرف عيادات والإدارة.
- المخططات المعمارية للمبنى:



شكل (24) الطابق الأرضي والأول لمشفى الغرباء - المصدر : (14)

ثانيا – الأسباب الي أدت إلى تدهور وشغور المبنى :

شيد المبنى في أواخر القرن التاسع شهر مع تأسيس جامعة دمشق كبديل عن البيمارستان النوري ، وكانت كلية الطب بجانبه إلى أن انتقلت كليات الجامعة السورية إلى مباني مستقلة وانتشرت المشافي الجديدة في دمشق ، فأهمل المبنى في النصف الثاني من القرن العشرين .

ثالثا – أسباب تكييف المبنى:

بقي المبنى مهملا حتى عام 2002 ، وتم الاتفاق على تحويله إلى مركز متطور للمؤتمرات بتبرع من رجل الأعمال وفيق رضا سعيد ، تكريما لوالده رضا سعيد مؤسس جامعة دمشق وعقد هبة بينه وبين الجامعة لتنفيذه والاستمرار في دعم أعمال الصيانة لمدة 7 سنوات .

رابعا – النمط المستخدم في عمية إعادة الاستخدام التكيفي للمبنى :

كان الهدف من تكييف هذا المبنى هو تغيير وظيفته من خلال اعتماد نمط **التثبيت** ، فتأثرت عناصر المبنى الجديدة بالمبنى الأصلي بدون أن تتوافق وتتلاءم معه ، أي أن المبنى الجديد والأصلي موجودان بشكل مستقل. فكانت استراتيجية المهندسين هي المحافظة على الموقع و واجهة المبنى .

شكل (25) الكتلة الجديدة المضافة
المصدر : الإدارة الهندسية لجامعة دمشق

خامسا – مراحل عملية إعادة الاستخدام التكيفي التي خضع لها المبنى :

بدأ تحويل المبنى بشكل رسمي في عام 2002 ، بإزالة معظم الأقسام الداخلية وجزء صغير من الكتلة تبعا للتوزيع الجديد ، لتبقى قشرة من القرميد مدعومة بنظام هيكلي متين من الخرسانة المسلحة لم يحتج أي تعديل. وقد تم إضفة مدخلين جديدة للمبنى مع الحفاظ على المدخل الأصلي ، مدخل جانبي ومدخل رئيسي للقاعة الكبيرة المتعددة الاستعمالات ، والتي تم إضافتها للمبنى وفق طراز جديد ومعاصر مغاير للطراز الأصلي الذي تم الحفاظ عليه ، كما توضح الأشكال (26) ، (27).

شكل (26) مدخل الكتلة الجديدة من داخل وخارج المبنى
المصدر : الإدارة الهندسية لجامعة دمشق

شكل (27) المدخل الأصلي
المصدر : الإدارة الهندسية لجامعة دمشق

كما تم تغيير مكان الدرج الأساسي وإنشاء درجين جديدة على جانبي الردهة الأساسية ، وتم تصميمها بطريقة تمكن الضوء الطبيعي من الوصول إلى داخل المبنى ، كما يوضح الشكل (28) . حتى أن الاهتمام بالتهوية والإضاءة الطبيعية امتد إلى معظم فراغات

المبنى لخلق وساطة مع الفناء الخارجي ، الذي تم التركيز عليه كبيرا أثناء عملية تكيف المبنى من خلال الاستعانة بمهندسين مختصين في تصميم الحدائق وزراعة أشجار زيتون معمرة من عمر المبنى ونقل أشجار النخيل الأصلية لأماكن أخرى ، ويزين المدخل الرئيسي مسطح مائي نصف دائري مقسوم إلى قسمين بهدف إعادة إحياء النسيج المحيط بتصميم يدمج الفراغ الداخلي والخارجي ويخلق بيئة نفسية مريحة جدا للمستخدمين رغم التكاليف الباهظة له ، كما يوضح الشكل (29).

شكل (28) إظهار النافذة خلف الدرج
المصدر : (14)

شكل (29) الأشجار وعنصر المياه في الفناء الخارجي
المصدر : (14)

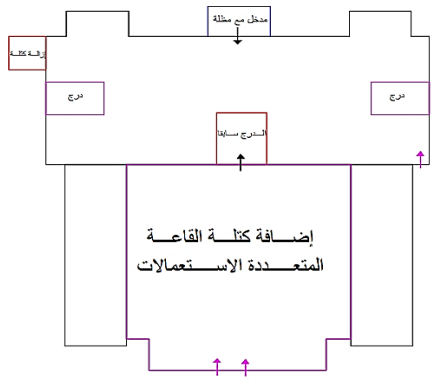
أما الفراغات الداخلية فقد تم دمج الطراز الجديد المعاصر بروح الأصالة والتراث ، من خلال الحفاظ على ملامح الطراز الأصلي السليمة كالنوافذ والأرضيات الحجرية واستخدام عناصر خشبية تقليدية مع أضافة لمسة معاصرة من الفرض والديكورات ، كما توضح الأشكال (30) و (31).

شكل (30) تعزيز ملامح الطراز المعماري الأصلي
المصدر : الإدارة الهندسية لجامعة دمشق

شكل (31) دمج الطراز المعاصر مع روح المكان التراثية الأصيلة
المصدر : الإدارة الهندسية لجامعة دمشق

ويمكن اختصار التعديلات التي طرأت على المبنى بما يلي :

- تم استبدال داخل المبنى بشكل كامل والحفاظ على الواجهات الأصلية .
- الحفاظ على الجملة الإنشائية الخرسانية وإضافة كتلة جديدة بطراز معماري معاصر في محاولة لدمج الروح المعاصرة مع أصالة التصميم الأصلي .
- إعادة التوزيع الوظيفي والتصميمي الداخلي للمبنى ، مع إضافة مدخلين جانبيين جديدين له .
- تغيير الديكور السابق وتكييفه لتلبية المتطلبات الجديدة وتجهيزه بإحدى التقنيات والآلات المتطورة ، والتركيز في تصميم المركز على القاعة الرئيسية باعتبارها شريان رئيسي للمبنى ، مع تنظيم المدرج وقاعات الاجتماعات على جانبيها .
- الاهتمام بالعنصر الأخضر حول المبنى لخلق إطلالة ووساطة بين المبنى والنسيج المحيط وجعل البيئة الخارجية مريحة مع إضافة عنصر المياه على شكل بحيرة كبيرة لخلق تناغم بين مكونات المبنى القديمة والجديدة .



شكل (32) – التعديلات الأساسية التي طرأت على المشفى - المصدر : عمل الباحث

سادسا – التعريف بالمبنى بعد إعادة استخدامه تكيفيا :

الشكل (33) – مركز رضا سعيد بعد التكييف - المصدر : (12)

اسم المبنى: مركز رضا سعيد للمؤتمرات

المساحة: 3960 متر مربع .

تاريخ تكييف المبنى وافتتاحه: عام 2002 ، والافتتاح في أيلول عام 2005.

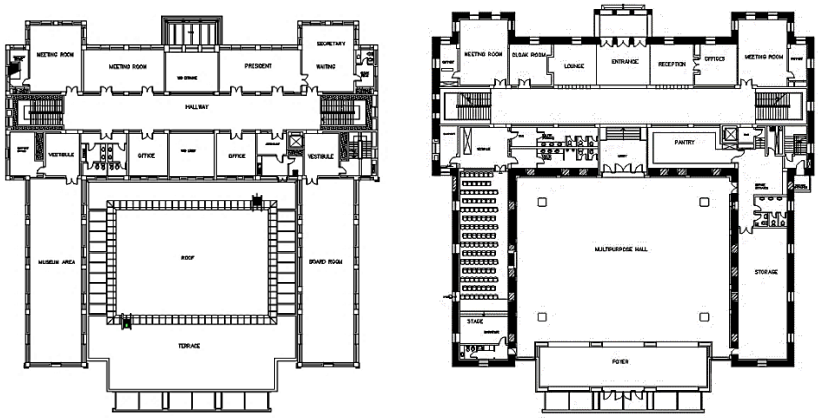
أهمية المبنى: يعد مركز رضا سعيد من أحدث المعالم التابعة لجامعة دمشق ، بما يحويه من أنظمة لتقنيات لاستقبال مختلف النشاطات والفعاليات العلمية والثقافية.

دراسة المبنى من حيث :

- الشكل : الحفاظ على الشكل التاريخي للجزء الأصلي من المبنى وإدخال روح جديدة.
- الجملة الإنشائية : احترم فريق المهندسين سلامة التصميم الأصلي وكان التغيير الخارجي الأكثر وضوحا هو إضافة كتلة على كامل الفراغ الوسطي للمبنى .
- مواد الإكساء : تم الحفاظ على الحجر والقرميد في غلاف المبنى وقد تم إنشاء حوار بين العمارة والمواد القديمة والجديدة لتعزيز صورة المبنى داخليا وخارجيا .
- الفراغات وأقسام المبنى:

يحتوي الطابق الأرضي على قاعة متعددة الاستعمالات بمساحة 550 متر مربع تتسع لـ600 شخص ومجهزة بأحدث الأنظمة الصوتية والمرئية وإمكانية الترجمة الفورية – قاعة مسرح تتسع لـ118 شخص مزودة بمجموعة صوتية ومرئية كاملة – 4 قاعات اجتماعات فرعية تتسع 25 شخص مع الخدمات اللازمة . أما الطابق الأول فيضم مكاتب رئيس جامعة دمشق مع قاعة اجتماعات ضخمة تتسع لـ35 شخص .

- المخططات المعمارية للمبنى :



الشكل (34) – مسقطي الطابق الأرضي والأول لمركز رضا سعيد - المصدر : الدائرة الهندسية في جامعة دمشق

سابعا – أثر عملية إعادة الاستخدام التكيفي في المبنى :

الإيجابيات :

نجح المبنى في الاستفادة من القيمة التاريخية والاجتماعية للمبنى الأصلي من خلال تكييفه لتحقيق أفضل استخدام ممكن وتوسيع نطاق العرض العلمي الأكاديمي و الثقافي في مدينة دمشق ، ونجح في التأكيد على وظيفته العامة بأسلوب جديد . كما ساعد تكييفه في تعزيز أهميته الاجتماعية وبناء روابط قوية مع المجتمع المحلي و تحقيق اندماج مذهل بين الماضي والحاضر وتعزيز الشعور بالانتماء ، إضافة إلى إيجاد فرص عمل دائمة ومؤقتة . وأثبت أن عملية التكييف الناجحة قادرة على التكيف مع الظروف المتغيرة من خلال المرونة في التصميم .

السلبيات :

كان من الممكن تحسين الأداء البيئي للمبنى بشكل أكبر ، لكنه لم يمثل الأولوية مقارنة بأولوية تكييف حالة المبنى الأصلي ، وقد تتمثل السلبية الأكثر وضوحا في الميزانية العالية التي كلفها تغيير وظيفة المبنى مع عدم تحقيقه لمورد مالي مستقل يمكنه من الاكتفاء ذاتيا.

ويتم تلخيص الدراسة التحليلية لمركز رضا سعيد في الجدول التالي :

جدول (4) جدول الدراسة التحليلية لمركز رضا سعيد للمؤتمرات - المصدر : إعداد الباحثة

المبنى قديما : مشفى الغرباء		المبنى حديثا : مركز رضا سعيد للمؤتمرات					
أسباب تدهور وشغور المبنى							
عمليات التحول المكاني (الانتقال إلى أماكن أكبر أو أفضل)							-
التوقف عن الاستخدام نتيجة التقادم الوظيفي							√
التوقف عن الاستخدام نتيجة التطور التكنولوجي							-
التوقف عن الاستخدام بسبب التأثيرات الاقتصادية والبيئية							-
الأنشطة الموسمية التي تؤدي إلى استخدام مؤقت أو قصير المدى للمبنى							-
الحروب والكوارث							-
أسباب تكييف المبنى							
التدهور	الاستدامة	القيود	تغيير	الأداء	الحفاظ	التوقيت	
√	√	-	√	-	√	-	
معايير قدرة المبنى على التكيف							
القابلية للتحويل		القابلية	قابلية التوسع	قابلية	المرونة		
√		-	√	-	√		
النمط المستخدم في عملية إعادة الاستخدام التكيفي للمبنى							
التدخل		الإدراج			التركيب / التثبيت		
-		-			√		
التعديلات التي طرأت على المبنى							
الجملة الإنشائية	الحفاظ على الهيكل بدون دعم						√
	الحفاظ على الهيكل الأصلي مع تدعيمه						-
	تغيير الهيكل الأصلي						-
الواجهات	الحفاظ عليها دون إضافة						-
	الحفاظ عليها مع إضافة متماثلة						-
	الحفاظ عليها مع إضافة غير متماثلة						√
	تغيير الواجهة						-
الفراغات	استبدال الداخل بالكامل						-
	إعادة التوزيع الوظيفي						√
	الحفاظ على الداخل بحالته الأصلية						-
الامتدادات	توسع أفقي / جانبي						√
	توسع شاقولي / رأسي						-

مواد الإكساء الداخلية	تغيير كامل	-
	حفاظ كامل	-
	تعزيز العلاقة بين القديم والجديد	√

	الفوائد التي حققها إعادة الاستخدام التكيفي لتعزيز الاستدامة	محقق	غير
الفوائد البيئية	تجاوز عملية الهدم	√	-
	الاحتفاظ بالطاقة المتجسدة	√	-
	التقليل من انبعاثات الكربون	√	-
	إعادة تدوير المواد الموجودة	√	-
	التقليل من استخدام المواد الجديدة واستخدام مواد بيئية محلية	√	-
	تحقيق تهوية وإضاءة طبيعية	√	-
الفوائد الاجتماعية	الاحتفاظ بالطابع المعماري	√	-
	الارتباط بالقيم وتعزيز الإحساس بروح المكان	√	-
	تأمين فرص عمل جديدة	√	-
	جعل الموقع متميز	√	-
	تسهيل الوصول للموقع وتوفير وسائل نقل عام جديدة	-	√
	توفير مركز حضري جديد	√	-
	إحياء المنطقة المحيطة	-	√
	جذب المطورين لتطوير المنطقة	-	√
الفوائد الاقتصادية	توفير تكلفة الهدم	√	-
	توفير الوقت	√	-
	توفير الطاقة	√	-
	توفير في تكلفة البناء	-	√
	تحقيق فوائد مادية للمدينة	-	√
	اكتفاء ذاتي اقتصادي	-	√

نتائج البحث:

1- إن المباني العامة هي موارد موجودة وتعديلها هو الاستراتيجية الأكثر فاعلية لتقليل الانبعاثات على المدى القريب والمتوسط، وبالتالي الحد من الاضطرابات المناخية وتحقيق أحد مبادئ الاستدامة .

2- إن تغيير استخدام المباني يسهم في إغناء القيم الزمانية والتعبيرية ، ولكن هذا التغيير يفترض أن يأتي بعد الاستيعاب الكامل للمبنى هندسيا ومعماريا لتوضيح أهداف وقوة الفكرة التصميمية .

3- إن إعادة تشكيل الفهم العام التصميمي لإعادة الاستخدام التكيفي يشجع على إشراكها في خطط تحسين نسيج المدن ، مما يساعد على تحقيق هوية المباني العامة ويلبي ظروف الراحة الداخلية ويجعلها مؤثرة في السياق المعماري والحضري .

4- يعزز تكييف المباني العامة من التماسك الاجتماعي ومن تقدير المباني من قبل الأجيال الحالية والمستقبلية ويجعل من المواقع غير المستخدمة نقاطا للكثافة الاجتماعية.

5- إن الأداء الوظيفي الأكفأ الذي آلت إليه المباني العامة المعاد استخدامها يحقق جذبا سياحيا ويقدم موارد استثمارية مالية إضافية.

6- تعد بنية إعادة الاستخدام التكيفي بنية معقدة ، فالتصميم الداخلي لمبنى جديد أبسط من التصميم لمبنى قائم بالفعل ، لأنه يكون مصمما في الأساس لاستيعاب استخدام آخر ومتطلبات مختلفة مما يجعل التغيير فيه محددا وصعبا وتحده بعض القيود ، على عكس حرية التصميم في المبنى الجديد.

7- إن إعادة الاستخدام التكيفي ليست دائما الحل الأمثل والأكمل ، إلا أنها تقدم في أغلب الأحيان بديلا مستداما للبناء الجديد وتمثل تحدياً للمهندس المعماري في إنشاء موارد مجتمعية قيمة من ممتلكات غير منتجة .

8- لا يستطيع المصمم دائما تحديد حالة المبنى بالكامل قبل التكييف ، فهناك مستوى من عدم اليقين وبعض المخاطر في أعمال التكييف مقارنة بالبناء الجديد .

المراجع :

1- أبو الفضل ، هبة الله فاروق.(1998). إعادة توظيف المباني القديمة . رسالة ماجستير ، كلية الفنون الجميلة ، جامعة الإسكندرية ، مصر، ص4.

2- Osman, D.(2009) . A methodology for developing urban pathways of historical districts in Egypt . PhD Thesis , Department of architecture, Faculty of fine arts, Helwan university, p8.

3- Kim, Donghwan. (2018) . Adaptive reuse of industrial buildings for sustainability: analysis of sustainability and social values of industrial facades. Doctoral dissertation.

4- https://www.archdaily.com

5- Douglas , James .(2006). Building Adaption . Great Britain.

6- Spacey,Jhon . (2016) . 5 Types of Adaptive Reuse . Article, https://simplicable.com/design/adaptive-reuse, 2016.

7- Tappe, Sarah. (2017) . Adaptive Reuse of Warehouses in Relation to Neighborhood Cohesion and Identity: a case study of New Orleans, Oklahoma City, and Minneapolis.

8- Fisher-Gewirtzman, Dafne . (2016) . Adaptive reuse architecture documentation and analysis . Journal of Architectural Engineering Technology 5.3 , p3-4.

9- أبو فخر ، وفاء .(2019) . منهجية إعادة الاستخدام . مقال مجلة (22) ، عدد77 ، ص32.

10- Burke, Tony. (2011) .Building Adaptation and Conservation: Learning Package 1: Principles of Building Adaptation and Conservation. university of Westminster.

11- علي محمود حسين ، الحنكاوي وحدة .(2018) . أثر المباني المهملة في جودة المشهد الحضري . مجلة جامعة المثنى، العراق .

12- https://www.google.com

13- https://www.thegreenbuilding.net

14- https://damascus-heritage.org

مقارنة قانون النظافة في سوريا مع نظائره في دول عربية

طالبة الدرات العليا: لبابه جمال المنصور

هندسة بيئة – كلية الهندسة مدنية – جامعة البعث

المشرف الاساسي د عابر محمد + مشرف مشارك دكتور محمد المحمد

الملخص

تنبع أهمية هذه الدراسة في أن التشريعات البيئية في سوريا بشكلٍ خاص حديثة النشأة، وأن هذه التشريعات تتميز بالطبيعة العلمية بالإضافة إلى مجموعة من الخصائص التي قد لا توجد في التشريعات التقليدية. وتكمن مشكلة الدراسة في عدم وضوح السياسة التشريعية التي يستهدف من خلالها المشرع الوطني إسباغ الحماية على البيئة، وعدم تأصيل هذه التشريعات داخل المنظومة التشريعية الوطنية نتيجة لحداثتها، وتفضيل استخدام تشريعات أخرى أكثر بساطة ووضوحاً.

لقد تم الاعتماد في هذا البحث على المنهج التحليلي والمنهج المقارن. وذلك بتحليل نصوص قانون النظافة وجمالية الوحدات الإدارية في سوريا، للإحاطة بالأحكام والآليات التي قررها المشرع السوري لحماية البيئة وتحسينها في تلك القوانين، ثم تمت مقارنة النصوص القانونية موضع المقارنة مع القوانين والتشريعات البيئية المعمول بها في كل من مصر والأردن.

بعد ذلك تمّ العمل على وضع توصيات لتطوير قانون النظافة رقم 49 عام 2004 في سوريا، نتيجة مقارنته مع قوانين الدول العربية المذكورة والعمل على تحسينه وترميم النقص والفجوات الموجودة فيه.

كلمات مفتاحية: التشريعات البيئية، قانون النظافة، حماية البيئة، ادارة النفايات الصلبة.

Comparing the hygiene law in Syria with its counterparts in Arab countries

•Abstract•

The importance of this study that is environmental legislation in Syria in particular is of recent origin and that these legislations are distinguished by their scientific nature in addition to a set of characteristics that may not be found in traditional legislation. The problem of the study lies in the lack of clarity of the legislative policy through which the national legislator aims to confer protection on the environment and the lack of rooting of these legislations within the national legislative system as a result of their modernity and the preference for the use of other simpler and clearer legislations.

This research، uses the analytical and comparative approaches by analyzing the provisions of the Law of Cleanliness and Aesthetics of Administrative Units in Syria، to include the provisions and mechanisms decided by the Syrian legislature to protect and improve the environment in these laws، Then the legal texts were compared with the environmental laws and legislations which are applied in Egypt and Jordan .

In addition to working on developing recommendations for the development of the Hygiene Law No. 49 of 2004 in Syria as a result of its comparison with the laws of the aforementioned Arab countries and work on improving it and restoring the deficiencies and gaps in it.

environmental ، hygiene law،Key words**:** Environmental legislation solid waste management،protection

الإطار العام للبحث

1- الهدف من البحث:

يهدف هذا البحث إلى دراسة تطبيق قانون النظافة وجمالية الوحدات الإدارية رقم49 لعام 2004 في سوريا، ومقارنته بالتشريعات البيئية المماثلة في عدة دول عربيه لمعرفة مدى فعالية هذا القانون والقصور فيه أيضاً وذلك من خلال:

1. معرفة كيف تتعامل سوريا مع موضوع النظافة كموضوع عام بناءً على النصوص القانونية.
2. معرفة النهج الذي سارت عليه سوريا في إقرار التشريعات الخاصة بإدارة النفايات الصلبة.
3. دراسة القواعد والآليات التي حددتها التشريعات البيئية لإدارة النفايات الصلبة من حيث كيفية جمعها ونقلها ومعالجتها والتخلص السليم منها. توضيح أسباب العجز والقصور في تطبيق التشريعات البيئية. تقديم توصيات تهدف لتطوير قانون النظافة وتعديله ليغطي جميع جوانب النقص، وذلك بالاستفادة من تجارب عدة دول عربية وتشريعاتها البيئية التي تخص إدارة النفايات الصلبة.

2- منهجية البحث:

اعتمدت الدراسة في موضوع البحث منهج البحث التحليلي والمنهج المقارن، فتناولت بالتحليل نصوص قانون النظافة وجمالية الوحدات الإدارية في الجمهورية العربية السوريا والصادر بالمرسوم رقم 49 لعام ،2004 للإحاطة بالأحكام والآليات التي قررها المشرع السوري لحماية البيئة وتحسينها في تلك القوانين، ثم وضعت تلك النصوص القانونية موضع المقارنة مع النصوص القانونية البيئية في عدد من الدول العربية، ومنها قانون تنظيم إدارة المخلفات في الجمهورية العربية المصرية والصادر بالمرسوم رقم 202 لعام 2020، القانون الإطاري لإدارة النفايات في المملكة الأردنية الهاشمية رقم 16 لعام 2020.

قوانين الدول العربية:

3-1- جمهورية مصر العربية:

قانون تنظيم إدارة المخلفات رقم (202) لعام 2020:

- الباب الأول عبارة عن أحكام عامة، الفصل الأول مادة (1) تعريفات، تتضمن (44) تعريف، الفصل الثاني الجهات المنفذة واختصاصاتها بحيث المادة (2) منه يفصل ادوار الجهات المنفذة.

– الباب الثاني جهاز تنظيم إدارة المخلفات يحوي: مادة (3) تعريف لجهاز تنظيم إدارة المخلفات، المادة (4) هدف جهاز تنظيم إدارة المخلفات. المادة (5): للجهاز في سبيل تحقيق أهدافه أن يباشر جميع التصرفات والأعمال اللازمة، وله على الأخص (20) مهمة يقوم بها.

المادة (6): يكون للجهاز مجلس إدارة، المادة (7) تعريف مجلس إدارة الجهاز وتحديد المهام المسؤول عنها.

المادة (8) عدد مرات اجتماع مجلس إدارة الجهاز، المادة (9) يكون للجهاز رئيس تنفيذي وله مهام محددة عليه القيام بها.

المادة (10) يكون لمجلس الإدارة أمانة فنية، المادة(11) يمثل الرئيس التنفيذي الجهاز أمام القضاء وفي صلاته مع الغير.

المادة (12) موارد الجهاز من أين تأتي مبينة بشكلٍ تفصيلي من خلال 8 بنود. المادة (13) يكون للجهاز موازنة مستقلة، المادة(14) أموال الجهاز هي أموال عامة.

– الباب الثالث يتطرق الى السياسات والالتزامات العامة، بحيث يبين في مواده ما يلي: المادة (15) على مولد المخلفات أو حائزها اتخاذ جميع التدابير اللازمة لأجل تحقيق ما يلي: الحد من تولد المخلفات وتعزيز إعادة استخدامها والعمل على إعادة تدوير ومعالجة

المخلفات والتخلص النهائي منها، ادارة المخلفات بحيث تضمن سلامة الصحة والبيئة. المادة (16) يتحمل مولد أو حائز المخلفات تكلفة الإدارة المتكاملة للمخلفات بطريقة آمنة، المادة (17) يصدر رئيس مجلس الوزراء قرار بتحديد المنتجات ذات الأولوية التي تخضع للمسؤولية الممتدة للمنتج.

المادة (18) يلتزم المرخص له بممارسة نشاط أو أكثر من أنشطة الإدارة المتكاملة للمخلفات، المادة (19) يلتزم المرخص له عند إدارة المخلفات أن يتوفر تدريب وتأهيل لجميع العاملين المرتبطين بأي نشاط يخص إدارة المخلفات.

المادة (20) يحظر الحرق المكشوف للمخلفات، المادة (21) يحظر على المرخص خلط المخلفات دون الحصول على الموافقة من الجهاز، المادة (22) يجوز للجهة الإدارية تأسيس شركة بغرض تنفيذ أي من خدمات الادارة المتكاملة للمخلفات.

المادة (23) عدم الإخلال بأي ضمانات منصوص عليها، المادة (24) يجوز للمنشآت والشركات المرخص لها تخصيص نسبة لا تجأوز 10% من أرباحهم السنوية لدعم إدارة المخلفات الصلبة.

المادة (25) يصدر مجلس الوزراء تعريفة التغذية لمشروعات الطاقة المولدة من المخلفات، المادة (26) تلتزم الجهات الإدارية المختصة بنقل نواتج التكريك والمخلفات الى الجهات المختصة بوزارة الموارد المائية والري.

المادة (27) تحوي البنود الثلاثة التي تختص بالأكياس البلاستيكية أحاديه الاستخدام، المادة (28) عدم الإخلال بحق التقاضي لذوي الشأن التظلم من القرارات الناشئة عن تطبيق هذا القانون.

– الباب الرابع يتكلم عن المخلفات غير الخطرة، في فصله الأول أحكام عامة، المادة (29) لا يجوز ممارسة أي نشاط من أنشطة الإدارة المتكاملة للمخلفات غير الخطرة دون الحصول على ترخيص يصدر من قبل الجهاز، كما يقوم الجهاز بوضع الاشتراطات الخاصة لاستقبال ومعالجة المخلفات غير الخطرة والتخلص النهائي منها. المادة (30) يكون استيراد أي مخلفات غير خطرة بعد الحصول على تصريح من قبل الجهاز ويجدد سنوياً.

الفصل الثاني يتناول المخلفات البلدية، المادة (31) يقوم الجهاز بالإشراف على تنظيم وتخطيط عمليات الإدارة المتكاملة للمخلفات البلدية وإعداد نماذج الشروط والمواصفات الخاصة بتنفيذ خدمات الإدارة المتكاملة للمخلفات البلدية، وتلتزم هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة بتوفير الموارد المالية لتنفيذ إدارة المخلفات البلدية. المادة (32) تنشأ وحدات للإدارة المتكاملة للمخلفات البلدية بالجهة الإدارية المختصة وتكون مسؤولة عن ما يلي:

-إعداد خطة محليه لإدارة النفايات البلدية بالتوافق مع خطط التنمية والتخطيط العمراني.

-تحديد وتحديث البيانات عن كمية المخلفات البلدية وإعداد قاعدة بيانات دقيقة لها.

-الرقابة على تنفيذ العقود وضمان تنفيذ الخطة المحلية، بالإضافة لتقديم برامج توعيه تخص المخلفات الصلبة بالتنسيق مع الجهاز.

المادة (33) تعود ملكية النفايات البلدية للجهة الإدارية المختصة بمجرد تخلي حائزها عنها في الأماكن المخصصة لذلك.

المادة (34) تقوم وحدات الإدارة المتكاملة للمخلفات البلدية بالجهة المختصة بالمحافظات والمراكز والمدن بتحصيل رسم شهري لما تقدمه من خدمات إدارة متكاملة للمخلفات، وقد حددت الرسم وفقاً لتصنيف الفئات.

المادة (35) ينشأ صندوق النظافة بكل محافظة بحيث تحول له المبالغ التي تم الحصول عليها في المادة (34) بالإضافة الى مدفوعات الكهرباء والغرامات التي تحكم على مخالفي المادة (34) واي موارد اخرى تخصص من الموازنة العامة للدولة، المادة (36) تؤول إلى صندوق النظافة المنشأ بالمحافظة للصرف على انشطة المخلفات البلدية المبالغ المفصلة تبعاً لنسب معينة.

المادة (37) تلتزم الجهة الإدارية المختصة بالتنسيق والحصول على الموافقة من الجهاز بتخصيص مواقع إلقاء أو فرز أو معالجة المخلفات البلدية، وتحديد

المواعيد المناسبة لنقلها، وحظرت في المادة (38) إلقاء أو فرز أو معالجة المخلفات البلدية إلا في الأماكن المخصصة لذلك، المادة (39) تقديم الدعم والتمويل للمشروعات الصغيرة والمتوسطة المتعلقة بتدوير المخلفات البلدية من قبل الجهاز، المادة(40) تلتزم الجهة الإدارية المختصة باتخاذ جميع التدابير لغلق المطامر العشوائية خلال عامين من تاريخ العمل بهذا القانون.

الفصل الثالث : مخلفات الهدم و البناء:

المادة (41) يقوم الجهاز بالتعأون مع الجهات الإدارية بمراجعة المنظومة الحالية لجمع ونقل والتخلص النهائي من مخلفات الهدم والبناء، والمادة (42) على الأشخاص المرخص لهم القيام بالأعمال والأنشطة التي تخص مخلفات الهدم والبناء.

المادة (43،44) إصدار التراخيص والتزام الجهاز بالاشتراك مع الجهة المختصة بتحفيز المشروعات الخاصة بتدوير ومعالجة مخلفات الهدم والبناء.

الفصل الرابع: المخلفات الزراعية:

المادة (45) يحظر إلقاء المخلفات الزراعية في المجاري المائية، ويجب على مولدها أن يعيد استخدامها أو تدويرها أو معالجتها في أماكن تولدها، المادة(46) على الجهات

الإدارية ومديريات الزراعة اتخاذ جميع التدابير لتوفير الأراضي اللازمة لأجل إعادة استخدام أو تدوير هذه المخلفات كسماد عضوي أو وقود بديل.

الفصل الخامس: المخلفات الصناعية:

المادة (47) وضع خطة متكاملة لإدارة المخلفات الصناعية ويتم تحديث هذه الخطة بشكلٍ دوري، المادة (48) على مولد هذه المخلفات وضع سجل لهذه المخلفات يتضمن التصنيف والكميات والنوع وكيفية التعامل معها، ومتابعة هذا السجل ومدى مطابقته للواقع. المادة (49) فصل هذه المخلفات عن غيرها وتسليمها للأشخاص المرخص لهم.

المادة (50) تختص الهيئة العامة للتنمية الصناعية بالتنسيق مع الجهاز بالإشراف على تنظيم وتخطيط ومراقبه عمليات الإدارة المتكاملة لهذه المخلفات، المادة (51) على المنشآت الصناعية أن تقدم إلى الهيئة العامة للتنمية الصناعية خطة تفصيلية لإدارة هذه المخلفات المتولدة أو المتوقع تولدها، المادة (52) يضع الجهاز بالتعأون مع وزارة التجارة والصناعة نظام العلامة الخضراء لزيادة نسبة المدخلات القابلة للتدوير والحدّ من تولد هذه المخلفات.

الباب الخامس: المواد والمخلفات الخطرة:

المادة (53) ينشأ بالجهاز لجنة فنية من الجهات الإدارية المختصة للمواد والمخلفات الخطرة بوضع اشتراطات التدأول والإدارة المتكاملة وتحديد أسلوب الحد من تولدها،

المـادة (54) يقـوم الجهـاز بنشـر المعلومـات الخاصـة بـالمواد والمخلفـات الخطـرة وتصـنيفاتها. المـادة (55) يحظـر تـدأول المخلفـات والمـواد الخطـرة دون الحصـول علـى ترخيص.

المـادة (56) يلتـزم القـائمون علـى إنتـاج أو إدارة المـواد والمـواد الخطـرة سـواء كانـت فـي حالتهـا السـائلة أو الغازيـة أو الصـلبة باتخـاذ جميـع الاحتياطـات لعـدم حـدوث أي ضـرر بيئـي، المـادة (57) يلتـزم المـرخص لهـم بتقـديم وثيقـة تـأمين لتغطيـة الأضـرار والخسـائر المحتملـة. المـادة (58) يحظـر اسـتخدام العبـوات الفارغـة عـن المـواد الخطـرة أو اسـتخدام المخلفـات الناتجـة عـن تـدويرها إلا وفـق اشـتراطات محـددة، المـادة (59) يحظـر تصـدير هذه المخلفات خارج مصر إلا بموافقة الجهاز.

المـادة (60) تحظـر إقامـة أو إدارة أي منشـآت بغـرض التـدأول أو الإدارة المتكاملـة إلا بترخيص من الجهـة الإداريـة بعد موافقـة الجهـاز. المـادة (61) تلتـزم جميـع المنشـآت التـي يتخلف عن أنشطتها مخلفات خطرة بتصنيفها وتعبئتها وجمعها وتوفير مستلزمات الفصل والجمـع والنقـل والتخـزين داخـل المنشـأة، المـادة (62) يحظـر اسـتيراد هـذه المخلفـات أو مرورهـا بشـواطئ مصـر دون الحصـول علـى تـرخيص.، المـادة (63) علـى السـفن التـي حصلت على ترخيص بمرورها وهي تحمل هذه المخلفات أن تقدم ضمان مالي أو سند تعويض أو ضمان في حال حدوث تلوث أو ضرر بيئي.

المادة (64) يحظر إغراق المواد أو المخلفات الخطرة أو أعالي بحار جمهورية مصر العربية.

الباب السادس: العقوبات وتحوي على 16 مادة مفصلة للعقوبات.

المملكة الأردنية الهاشمية:

قانون رقم (16) لسنة 2020القانون الإطاري لإدارة النفايات:

المادة (1) هذا القانون يسمى (القانون الإطاري لإدارة النفايات لسنة 2020). المادة (2) عبارة عن تعاريف شاملة لكل ما يخص الوزرات وعمليات النقل والجمع والمفتش انتهاء بالتلوث.

المادة (3) أ- تصنف النفايات إلى فئتين: غير الخطرة والخطرة. المادة (4) أ- تشمل إدارة النفايات: تقليل إنتاج النفايات وإعادة الاستخدام والفرز من المصدر.

ب- تجوز إضافة أي عملية إلى العمليات الواردة في الفقرة (أ) بقرار من الوزير. المادة (5) تطبق أحكام هذا القانون على إدارة النفايات ومنشآتها وأصنافها باستثناء النفايات المشعة والانبعاثات الغازية في الغلاف الجوي ومياه الصرف الصحي والمادة الحيوية الناجمة عنها.

المادة (6) تتخذ هذه التدابير للحد من التلوث والتقليل من خطورته على البيئة والصحة العامة.

المادة (7) تعتمد مبادئ في إدارة النفايات، منها مبدأ المنع الذي يعتمد على إجراءات لتجنب إنتاج النفايات أو الحد من كميتها وضررها إلى أدنى مستوى.

المادة (8) يشترط في إدارة النفايات العمل على توليد أقل كمية منها وأقل تأثيرات ضارة على البيئة واستخدام المواد الآمنة على البيئة والحد من طرح النفايات أو تخزينها دون اتخاذ إجراءات احترازية.

المادة (9) تشكل (اللجنة التوجيهية العليا لإدارة النفايات) برئاسة الوزير وعضوية وزير الإدارة المحلية بالإضافة لعدد كبير من المسؤولين.

المادة (10) تتولى الوزارة بالتنسيق مع الجهات المعنية القيام بمهام إدارة البيانات الخاصة بالنفايات.

المادة (11) يلتزم الحائز الذي لديه أي كمية من النفايات الخطرة أو (1000) طن فأكثر من النفايات غير الخطرة باتخاذ التدابير المناسبة.

المادة (12) يلتزم المشغل بوضع نظام خاص لخدمات جمع النفايات يتضمن المنطقة الجغرافية التي تغطيها.

المادة (13) في حال قيام البلدية بدور المشغل في إدارة النفايات تلتزم بالشروط الواردة في المادة (12) من هذا القانون، المادة (14) تتولى الوزارة وضع السياسات والاستراتيجيات لإدارة النفايات في المملكة بعد التنسيق مع الجهات ذات العلاقة لمدة لا تقل عن خمس سنوات.

المادة (15) يلتزم مجلس البلدية بوضع خطة لإدارة النفايات في المنطقة التابعة له ولمدة لا تزيد على خمس سنوات.

المادة (16) أ- تلتزم المنشأة التي تنتج سنوياً أكثر من ألف طن بوضع خطة لإدارة النفايات، تتضمن توثيق النفايات المتولدة لديها لتشمل أنواع ومصادر وكميات ومكونات النفايات.

المادة (17) أ- يجب على كل منشأة تنطبق عليها أحكام الفقرة (أ) تكليف مسؤول مختص عن البيئة في المنشأة وإبلاغ الجهة المعنية باسم هذه المسؤول وبياناته.

المادة (18) أ- يجوز استخدام النظم البديلة لجمع النفايات يستحدثها منتجو إدارة النفايات بموافقة مسبقة من الوزارة وطلب الحصول على الموافقة يجب أن يتضمن خطة إدارة النظام البديل.

المادة (19) أ- يجب نقل النفايات بطرق سليمة بيئياً لتجنب حدوث تلوث.

المـادة (20) أ- الاسـتفادة مـن النفايـات تـتم بـالطرق المحـددة فـي الجـدول (3) الملحق بهذا القانون.

ب- ويتم التخلص من النفايات بالطرق المحددة بالجدول (4) الملحق بهذا القانون أيضاُ.

المادة (21) أ- لا يجوز لأي منشأة العمل بدون الحصول على التراخيص اللازمة من الجهات المختصة.

المـادة (23) أ- علـى المفـتش البيئـي المعتمـد لـدى الـوزارة للتفتـيش علـى المنشـآت.

المادة (24) للجهة المختصة بناء على تقرير المفتش اتخاذ إجراءات منها إنذار المنشأة لتصويب المخالفات.

المادة (25) أ- تتولى الوزارة إتلاف البضائع المستوردة الخطرة في حال تعذر إعادة تصديرها مقابل البدل المالي الذي تحدده الوزارة.

المادة (26) أ- تلتزم المنشأة أو المنتج بتصويب أوضاعها خلال مدة أقصاها 3 سنوات.

المادة (27) شرح عن قيمة العقوبات.

المادة (28) مع عدم الإخلال بأي عقوبة أشد وردت في هذا القانون أو أي قانون آخر.

المـادة (29) تضـاعف العقوبـة فـي حـال تكـرار أي مـن الأفعـال الـواردة.

المـادة (30) تعـدل الجـدأول الملحقـة بهـذا القـانون بموجـب تعليمـات يصـدرها الـوزير.

المـادة (31) يصـدر مجلـس الـوزراء الأنظمـة اللازمـة لتنفيـذ أحكـام هـذا القـانون.

3-3 الجمهورية العربية السورية:

القانون رقم 49 عام 2004 قانون النظافة العامة وجمالية الوحدات الإدارية:

الفصل الأول: المادة (1) تعاريف والمادة (2) الوزارات.

الفصل الثاني: النفايات البلدية:

المادة (3) الوحدات الإدارية ومهامها من جمع ومعالجة وترحيل للنفايات.

المادة (4) تحديد مواعيد رمي وطرق جمع النفايات من قبل المجلس.

المادة (5) التزام الجهات العامة والجهات الخاصة المولدة للنفايات بترحيلها من قبل الوحدة الإدارية ونقلها لمكان محدد.

المادة (6) يحظر ويعاقب كل من هو مذكور خلال 27 بند.

الفصل الثالث: نفايات صناعية:

المادة (7) تتضمن شرح لمعالجة النفايات الصناعية والتخلص منها.

المادة (8) منتج النفايات مسؤول عنها.

المادة (9) تحديد مهام الوحدات الإدارية بما يخص النفايات الصناعية

المادة (10) يلزم مالكو المنشآت بعدة امور وهي عبارة عن عدة بنود.

الفصل الرابع: النفايات السامة والخطرة:

المادة (11) يستثنى من أحكام هذا الفصل النفايات الطبية والمشعة والمتفجرات.

المادة (12) اجراء تدابير وقائية واستخلاص مواد منها.

المادة (13) تحدد الجهات المعنية خطط للتخلص من النفايات السامة والخطرة.

المادة (14) الالتزام بالحصول على ترخيص.

المادة (15) يتحمل كل من المنتج والمتعهد كلفة التخلص منها.

المادة (16) تنظيم سجل من قبل المؤسسات والمنشآت.

المادة (17) يلتزم ناقلوها وضع معلومات على كل عبوة.

مادة (18) تخضع المؤسسات المنتجة للتفتيش والرقابة.

المادة (19) تطبق اتفاقية بازل على النفايات الخطرة.

الفصل الخامس: النفايات الطبية:

المادة (20) مصادر النفايات الطبية، المادة (21) أنواعها، المادة (22) مولدها مسؤول عنها وعن أي ضرر ناتج.

المادة (23) يلتزم مالكوها سواء قطاع عام أو مشترك أو خاص بعدة أمور عبارة عن 7 بنود.

المادة (24) الترحيل يتم بآليات خاصة مع وجود سجل للنوع والكمية.

المادة (25) عدم خلطها وعدم اعادة تدويرها، المادة 26 تطبيق المادة (14) من الفصل الرابع بما يخص النفايات الخطرة.

الفصل السادس: الجمالية العامة في الوحدات الإدارية:

المادة (27) واجهات المحال التجارية والدهان.

المادة (28) ترميم واجهات المباني.

المادة (29) يمنع لصق المنشورات والإعلانات على الأسوار وجدران المباني.

المادة (30) حتى المادة 37 تتكلم عن أمور ظاهرية جمالية لا تخص النفايات أبداً.

الفصل السابع: العقوبات.

الفصل الثامن: عبارة عن أحكام عامة.

مقارنات

3- المقارنة بين قانون النظافة السوري رقم 49 للعام 2004 والقانون الإطاري الاردني لإدارة النفايات رقم 16 للعام 2020:

- الجهة المسؤولة في سوريا هي وزارة الإدارة المحلية والبيئة اما في الأردن فوزارة البيئة هي الجهة المسؤولة عن إدارة النفايات.
- كلا القانونين يتحدث عن أنواع النفايات وترحيلها وإيجاد الحلول للتقليل من آثارها السلبية.
- يهتم القانونان بالتقليل من التلوث الناتج عن النفايات والحد من خطورتها ومعالجتها اذا أمكن.

القانون الإطاري الأردني يركز على طرق تجميع النفايات وفرزها وطرق معالجتها بشكل تفصيلي بينما القانون السوري متعلق بشؤون النظافة العامة والحفاظ على المظهر الجمالي.

- قسّم القانون رقم (16) النفايات إلى نوعين أساسيين (خطرة أو غير خطرة) وكل نوع يحتوي على أقسام عديدة تحدث عنها القانون بشكل مفصل، بينما القانون رقم 49 حصر أنواع النفايات بعدد محدد (بلدية – صناعية – خطرة) ولم يعط شرحاً مفصلاً عنها واكتفى بعنأوين رئيسية وعامة.

- بخصوص النفايات البلدية وبموجب القانون رقم 49 تقوم الوزارة المعنية بوضع خطة عمل عامة وتقوم المديريات التابعة لها بتنفيذ هذه الخطة، وقدد حدد القانون مواعيد ألقاء النفايات البلدية وأماكن تجميعها وطرق ترحيلها، اما بموجب القانون 14 فلكل مجلس بلدية الحق في وضع خطة لا تتجأوز مدتها 5 سنوات لإدارة النفايات في المنطقة التابعة لها وكل منطقة على حدى.
- وزارة الصحة الأردنية هي المسؤول عن مراقبة النفايات الطبية والتأكد من فصلها عن بقية أنواع النفايات، بينما في سوريا وزارة البيئة هي المسؤول عن هذا النوع من النفايات وكل أنواع النفايات.
- ينص القانونان على ضرورة التقليل قدر الإمكان من النفايات الخطرة وفصلها عن باقي النفايات، بالإضافة إلى منع دفنها أو القائها في المجاري المائية.
- يمنع القانون السوري بشكلٍ مباشر وصريح استيراد النفايات الخطرة مهما كان حجمها أو نوعها بينما القانون الأردني لم يشر الى ذلك بشكل مباشر.
- حدد القانون الأردني حجماً أقصى للنفايات التي يتم تجميعها ولا يسمح بتجاوز هذا الحد المقدر ب 1000 طن.
- القانونان يضعان عقوبات مختلفة لمن يقوم بمخالفة التعليمات المحددة في مواد القانون.، حيث ذكر القانون السوري العديد من المخالفات التي قد يرتكبها الشخص

عند القاء النفايات في الطبيعة أو في المدينة مع وضع عقوبات تختلف في العقوبة حسب نوع المخالفة، بعض العقوبات شديدة وقد تصل الى الحبس.

- القانون الأردني شامل ومفصل ويحوي العديد من الطرق والتوجيهات لإدارة النفايات ومعالجتها بينما القانون السوري بقي كما هو منذ العام 2004.

4- مقارنة قانون رقم 49 عام 2004 مع قانون تنظيم إدارة المخلفات المصري رقم 202 عام 2020

- لا يوجد وزارة مختصة بشؤون البيئة فقط إنما هناك جهاز تنظيم إدارة المخلفات يكون مسؤول عنه وزير مختص بشؤون البيئة.
- في القانون السوري تكون الوزارة والمديريات التابعة لها هي المسؤولة عن تنفيذ مواد القانون، بينما في مصر المحافظة هي المسؤولة بشكل أساسي. موارد جهاز تنظيم إدارة المخلفات في مصر والوزارة في سوريا تكون ضمن الموازنة العامة للدولة إضافة الى عوائد الاستثمارات والمشاريع التي تم تأسيسها علاوة عن العوائد الناتجة من المخالفات.
- منع القانون المصري بشكلٍ واضح الحرق المكشوف للنفايات. شرح القانون المصري بشكلٍ مفصل أنواع النفايات الضارة وغير الضارة. حدد القانون المصري العديد من المكافآت للأشخاص أو الجمعيات التي تساهم في

الحد من المخلفات الضارة للتشجيع على مثل هذه الاعمال لما لها من فائدة بيئية وصحية، بينما لم يذكر القانون السوري أي نوع من المكافآت.

- شجع القانون المصري على إيجاد بدائل للأكياس البلاستيكية باستخدام أكياس بديلة صديقة للبيئة.
- أوصى القانون المصري بضرورة التخلص من النفايات الناتجة عن عمليات البناء والهدم بشكلٍ دوري منتظم.
- منع القانون المصري القاء المخالفات الزراعية في المياه وفصل المخلفات الصناعية عن باقي أنواع المخلفات.
- الجهاز المختص في مصر مسؤول عن إعطاء الرخص المطلوبة لممارسة أي نشاط من أنشطة الإدارة الكاملة للمخلفات غير الخطرة.
- احدث القانون جهاز تنمية المشاريع المتوسطة والصغيرة لدعم الشركات المتوسطة والصغيرة والمتناهية الصغر العاملة في مجال جمع ونقل وتدوير المخلفات البلدية.
- نص القانون المصري على تحصيل رسم شهري مقابل الخدمات المقدمة من الوحدات الإدارية بينما جميع الخدمات البلدية في سوريا مجانية.
- احدث القانون المصري صندوق للنظافة في كل محافظة تصرف أمواله فقط على خدمات جمع المخلفات والقمامة.

- منع القانون المصري استيراد وتصدير المخلفات الخطرة بينما القانون 49 منع فقط الاستيراد بشكل مباشر.
- حدد القانون العديد من العقوبات للمخالفين مع عقوبات مشددة في حال كانت المخالفة كبيرة وقد تصل الى الحبس المؤبد.

5- نتائج البحث والمقارنات:

خلصت الدراسة إلى مجموعة من المقترحات أهمها:

1. ضرورة تناول التشريعات البيئية السورية بشكل عام وقانون النظافة العامة وجمالية الوحدات الإدارية بشكلٍ خاص بالدراسة والتحليل والمقارنة مع التشريعات البيئية في مصر والأردن.
2. إعادة صياغة التعريفات والمصطلحات التي تضمنها قانون النظافة العامة وجمالية الوحدات الإدارية وإضافة مصطلحات جديدة يفرضها الواقع العملي.
3. جعل نصوص قانون النظافة العامة وجمالية الوحدات الإدارية تتفق وأحكام ومبادئ الدستور السوري وتعديلاته.
4. اتجاه فئة المعنيين بالقانون من مفتشين ونيابة عامة ومحامين وقضاة وفقهاء إلى تفعيل نصوص التشريعات البيئية وتطبيقها.

5. نشر المعرفة والوعي القانوني بين المواطنين في مجال حماية البيئة مما يدفعهم إلى الاتجاه للالتزام بأحكام هذه النصوص وتمكينهم ليس فقط بالتمتع بالعيش ببيئة أمنة ونظيفة، وإنما أيضا تمكينهم من القيام بواجب حماية البيئة.
6. تنظيم صندوق لحماية البيئة ومنحه الشخصية الاعتبارية تحقيقاً لمزيد من ثقة الدول والجهات المانحة فيه وإطلاق قدراته لتنمية موارده، وتشكيل مجلس إدارة الصندوق بقرار من السيد رئيس مجلس الوزراء وبرئاسة وزير الإدارة المحلية والبيئة.
7. منح المحافظات سلطات حقيقية في جذب مصادر للتمويل المحلي تتناسب مع ظروف كل محافظة لدعم قدراتها التمويلية على إبرام عقود الإسناد إلى الغير وفقاً للعطاءات التنافسية، ويجب في هذا الإطار التأكيد على أهمية الموازنة بين تحمل المواطن لرسوم خدمية ترتبط بكمية المخلفات المتولدة من ناحية ، والظروف الاقتصادية والاجتماعية للمواطنين من ناحية أخرى.
8. زيادة صلاحيات وزارة الإدارة المحلية والبيئة ومديريات النظافة في المحافظات، وجعل موافقة الوزارة ومديريات النظافة شرط أساسي في التصريح بإقامة أية منشآت أو نشاطات ملوثة للبيئة.

9. زيادة فاعلية الإجراءات الإدارية التي تواجه مخالفة المنشآت للمعايير والأحمال البيئية لمواجهة هذه المخالفات بدون المساس بالعاملين بها.
10. تشديد العقوبات المالية لبعض الجرائم البيئية واستحداث جرائم جديدة لزيادة فاعلية القانون، ولا سيما في مجالات المخلفات الصناعية والنفايات الخطرة.
11. تفعيل دور المكاتب البيئية لضمان سلامة دراسات تقييم الأثر البيئي وإضافة مادة جديدة لقانون 49 لعام 2004 خاصة بتشكيل لجنة عليا للقيد والاعتماد برئاسة الوزير المختص للقيام بالنظر في طلبات تسجيل الخبراء ومكاتب الدراسات البيئية.
12. الإلتزام بتقديم دراسات تقييم الأثر البيئي قبل البدء في تنفيذ أي مشروع، وفرض عقوبة على الإخلال بهذا الإلتزام بحيث يلتزم كل شخص طبيعي أو اعتباري عام أو خاص بتقديم دراسة تقييم التأثير البيئي للمنشأة إلى الجهة الإدارية المانحة للترخيص ووضع عقوبة عند مخالفة ذلك.
13. التوسع في الشراكات مع القطاع الخاص للقيام باستثمارات في مجالات البنية الأساسية الخاصة بالقطاع باستخدام عقود امتياز بأشكالها المختلفة لتقليل المتطلبات التمويلية من جهات الإدارة المحلية ، ويكون ذلك

بالأساس في أنشطة التدوير بأشكالها المختلفة والتخلص النهائي من المخلفات الصلبة.

14. التوسع في إجراء دراسات إقتصادية على المستوى المحلي خاصة بتقدير تكلفة الأبعاد المختلفة لعمليات الجمع، النقل، المعالجة والتخلص النهائي من المخلفات، بحيث تساعد تلك الدراسات على تحليل وتقدير الوضع المالي للوحدات المحلية وجدوى القيام بالإسناد على المدى القصير، آخذاً في الإعتبار تكلفة المعاملات مقارنة بالتقديم المباشر من قبل الوحدات المحلية.

15. تنفيذ الإلتزامات الدولية المقررة في الإتفاقيات الدولية التي صدقت عليها سوريا.

المراجع

1. قانون النظافة العامة وجمالية الوحدات الإدارية رقم 49 لعام 2004. الجمهورية العربية السورية.

2. القانون الإطاري لإدارة النفايات رقم 16 لعام 2020. المملكة الإردنية الهاشمية.

3. قانون تنظيم إدارة المخلفات رقم 2002 لعام 2020. الجمهورية العربية المصرية.

4. جمال عبد الكريم. (2021). الحماية الدولية للبيئة من خلال تطور قواعد القانون الدولي البيئي. جامعة الجلفة.

5. د. عمار التركأوي–د. سامر عاشور. التشريع البيئي. الجامعة الإفتراضية السورية.

تطوير نماذج ذكاء صنعي للتنبؤ بالتشوه الفعّال لشرائح FRP المستخدمة في تقوية الجوائز البيتونية المسلحة

أ.د. عصام ناصر* أ.د. بسام حويجة** م. ثراء مبارك***

ملخص البحث

أثبتت الدراسات التحليلية والتجريبية أهمية وكفاءة تقنية تقوية الجوائز البيتونية المسلحة بشرائح FRP بطريقة اللصق ضمن أخاديد (NSM) ، ولكن تبقى المشكلة الأساسية عند اعتماد تصميم دقيق بهذه الطريقة في تحديد التشوه الفعّال لشريحة التقوية. لذلك سيتم في هذه الدراسة استخدام نظام برمجي يعتمد على منهج المنطق الضبابي FIS ونظام برمجي آخر يعتمد على مبدأ الشبكات العصبونية الصنعية ANN بالإضافة إلى نظام هجين بين المنهجين السابقين وهو نظام الاستدلال الضبابي العصبي التكيفي ANFIS لتوقع قيم التشوه الفعّال لشرائح التقوية في الجوائز البيتونية المسلحة بتقنية اللصق ضمن أخاديد، ومقارنة نتائج هذه الأنظمة مع النتائج التجريبية. وقد أظهرت نتائج هذه الدراسة التقارب الكبير بين القيم التجريبية للتشوه الفعّال مع قيم نظام ANFIS مما يدل على كفاءة أداء هذا النظام، كما أظهر نظام ANFIS دقة تنبوئية متفوقة وقابلية للتعميم بالمقارنة مع طريقة المنطق الضبابي وطريقة الشبكات العصبونية حيث وصلت قيمة معامل التحديد لهذا النظام $R^2=0.971$، بينما لم يتجاوز هذا المعامل القيمة 0.905 لباقي الأنظمة.

الكلمات المفتاحية: التقوية، شرائح FRP، اللصق ضمن أخاديد، التشوه الفعّال، نظام الاستدلال الضبابي العصبي التكيفي، الشبكات العصبونية، المنطق الضبابي.

* أستاذ– قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين.

**أستاذ– قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين.

***طالبة دراسات عليا (دكتوراه)– قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين.

Developing artificial intelligence models to predict the effective strain of FRP strips used in strengthening RC beams

* Dr Issam Nasser **Dr Bassam Hwaija *** Tharaa Mubarak

Abstract

Experimental and analytical research on Near-surface mounted FRP has proven the importance and efficiency of this technique in strengthening RC beams but determining the effective strain for FRP strips is the main problem in this technique. In this paper, a soft computing technique based on fuzzy logic approach (FIS) and another software system based on the principle of artificial neural networks (ANN) will be used in this study, in addition to a hybrid system between the two previous approaches, which is the adaptive neural fuzzy inference system (ANFIS) to predict the effective strain of FRP strips used in strengthening RC beams in bending by NSM technique. The study indicated that the predicted results closely conform to the experimental results, which affirms the performance of the ANFIS model, this model demonstrated the superior predictive accuracy and capability of generalization over the fuzzy logic and artificial neural network (ANN) approaches where R2 =0.971 was achieved with ANFIS while this value did not exceed the 0.905 for the rest of approaches.

Key words: strengthening, FRP strips, Near surface mounted, effective strain, ANFIS, ANN, FIS

*Profssor, Department of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University

**Profssor, Department of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University.

***Postgraduate Student, Department of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University

1- مقدمة:

تعتبر تقنية تقوية الجوائز البيتونية المسلحة العاملة على الانعطاف بطريقة لصق مادة التقوية CFRP ضمن أخاديد في طبقة التغطية البيتونية (NSM) من التقنيات الواعدة في مجال التقوية للجوائز البيتونية المسلحة. وقد اقترحت كطريقة بديلة عن تقوية الجوائز باللصق على السطح الخارجي[1] .

أظهرت الدراسات التجريبية على الجوائز البيتونية المقواة بشرائح CFRP بطريقة اللصق ضمن أخاديد زيادة ملحوظة في المقدرة العزمية للجوائز البيتونية المسلحة حيث وصلت هذه الزيادة إلى ما يقارب 100%، وتعتمد هذه الزيادة على نسبة التسليح وكمية البيتون وبمعنى أكثر دقة النسبة المكافئة للتسليح ($\rho_{l,eq}$) حيث قدم كل من Barros [2] و Khalifa [3] معادلات تربط بين التشوه الفعّال والنسبة المكافئة للتسليح ، كما أظهرت هذه التقنية قيماً أعلى للتشوه الفعّال لشرائح التقوية حيث وصلت إلى ما يقارب إلى (62%-91%) بالمقارنة بين نتائج التشوه الفعّال لشرائح التقوية مقارنة مع طريقة التقوية باللصق الخارجي [2,3,4]. كما أن لمقاومة البيتون وطول شريحة التقوية تأثيراً واضحاً على قيمة التشوه الفعّال لشرائح التقوية [5,6].

لم يضع الكود الأمريكي (ACI 440.2R-17) [7] استراتيجية محددة لحساب التشوه الفعّال لشرائح CFRP المستخدمة في التقوية بطريقة اللصق ضمن أخاديد NSM واكتفى بالإشارة إلى أن قيمة التشوه الفعّال تتراوح بين (0.6-0.9) من التشوه الأعظمي لمادة -التقوية وهذا يعتمد على مجموعة من العوامل كأبعاد العنصر، النسبة بين التسليح ومادة التقوية، نعومة سطح مادة التقوية. وأوصى في النهاية باستخدام قيمة (0.7) من التشوه الأعظمي كقيمة للتشوه الفعّال التصميمي.

ولذلك تم في هذا البحث استخدام طريقة ANFIS [8] لتوقع قيم التشوه الفعّال لمادة التقوية وقد استخدم عدد من الباحثين هذه الطريقة في عملية النمذجة. وكتعريف بنظام الاستدلال الضبابي العصبي التكيفي ANFIS فهو عبارة عن نظام ذكي هجين يدمج بين تقنية قوة التعلم لـ (ANN) الشبكة العصبية الاصطناعية (Artificial neural network) مع تمثيل المعرفة للمنطق الضبابي(FIS).

مبدأ استخدام الأنظمة الذكية في التقوية الإنشائية هو مبدأ حديث تماماً، وقد تم استخدام نموذج ANN بشكل أكبر مقارنة مع باقي الأنظمة الذكية [9] كتقنية FIS (Fuzzy Inference System) ، GA (Genetic Algorithms) [10-13] .

درس [10] Flood إمكانية توقع السهم للجوائز المقواة بتقنية اللصق الخارجي باستخدام نموذج ANN وهناك العديد من الأبحاث التي استخدمت نموذج ANN لتوقع قوة القص في الجوائز المقواة بمادة FRP [11]. بينما استخدم Nasraolla hzadah [14] نموذج المنطق الضبابي FIS لتوقع قوة القص. كما استخدم Darion [15] المنطق الضبابي لتوقع السهم وعرض التشقق للجوائز المقواة بقضبانFRP بتقنية NSM وتوقع [16] Park سلوك الأعمدة الدائرية المقواة بمادة FRP باستخدام نموذج ANFIS. كما قيم Jalal [17] المقاومة الأعظمية للأسطوانة الخرسانية المحاطة بمادة CFRP وقارن بين استخدام أنظمة ANN وGP (genetic programming) وANFIS وبنتيجة المقارنة بين هذه الأنظمة مع النتائج التقريبية اتضح أن نموذج ANFIS هو الأكثر دقة. كما استخدم Balasubramaniam [18] نموذج ANFIS لدراسة مستوى التآكل للجوائز المقواة بالألياف الزجاجية وتم اثبات فعالية النموذج من خلال المقارنة مع نتائج الدراسة التجريبية. وطور Darain et al. [19] نموذجاً دقيقاً للسهم وعرض التشقق للجوائز المقواة بقضبانFRP بتقنية اللصق ضمن أخاديد باستخدام نظام ANFIS.

واستخدم Naderpour et al. [20] نموذج ANFIS لتوقع قوة القص للجوائز البيتونية المسلحة. وركزت الدراسة التي قام بها Sinha et al [21] على تطوير نموذج ANFIS لتوقع مقاومة البيتون. وقد أثبتت الدراسات السابقة كفاءة نظام ANFIS والدقة التنبؤية العالية للعناصر الانشائية المقواة بالـ FRP.

في المقالات العلمية المنشورة حتى الآن التي قمنا بالاطلاع عليها لم نعثر على أي بحث لتطوير نموذج للتنبؤ بالتشوه الفعّال لشرائح FRP بطريقة اللصق ضمن أخاديد باستخدام الأنظمة الذكية، لذلك قمنا بهذا البحث بتطوير نموذج تنبؤي باستخدام ANFIS لتحديد التشوه الفعّال لشرائح CFRP المستخدمة في تقوية الجوائز البيتونية المسلحة ومقارنتها مع النتائج التجريبية وكذلك مقارنتها بنتائج النماذج التي قمنا بتطويرها أيضاً ضمن هذا البحث باستخدام المنطق الضبابي FIS والشبكات العصبونية الصنعية ANN، وكان من نتائج هذه الدراسة التوافق الكبير بين القيم التجريبية للتشوه الفعّال مع قيم نظام ANFIS ، وهذا مؤشر هام على كفاءة هذا النظام ودقته التنبؤية المتفوقة والقابلة للتعميم بالمقارنة مع الأنظمة الذكية التقليدية كالمنطق الضبابي والشبكات العصبونية الصنعية.

2- هدف البحث

يهدف البحث إلى استخدام الأنظمة الذكية (FIS, ANN, ANFIS) في تطوير نموذج قادر على التنبؤ بالتشوه الفعّال لشرائح FRP المستخدمة في تقوية الجوائز البيتونية العاملة على الانعطاف بطريقة اللصق ضمن أخاديد (NSM).

3- مواد البحث وطرائقه:

يعتمد هذا البحث على استخدام الأنظمة الذكية لمحاكاة سلوك الجوائز البيتونية المسلحة المقواة بشرائح FRP بتقنية اللصق ضمن أخاديد للتنبؤ بالتشوه الفعّال لهذه الشرائح ، حيث قمنا في البداية بتجميع نتائج التجارب المنشورة في الأبحاث العالمية لـ 85 جائزاً بيتونياً مسلحاً مقوى بشرائح FRP بتقنية NSM ثم استخدمنا االنماذج المطورة وفق الأنظمة (FIS, ANN, ANFIS) لتوقع قيمة التشوه الفعّال لشريحة التقوية. كما تم التحقق من أداء النماذج المقترحة بمقارنة نتائجها مع النتائج التجريبية بالاستعانة بالمعايير الإحصائية كمعامل الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الخطأ RMSE و معامل التحديد R^2 . وكذلك تم مقارنة نتائجها مع نتائج المعادلة المقترحة من قبل [2] Barros والتي طورها [3] Khalifa.

3-1-قاعدة البيانات:

بما أن الغاية من هذا المقالة هي التعريف باستخدام نظام ANFIS في مجال تقوية الجوائز البيتونية بطريقة اللصق ضمن أخاديد سنعتمد النتائج التجريبية لـ 85 جائز بيتوني مسلح مقوى بشرائح FRP بطريقة NSM كقاعدة بيانات لاستخدامها ضمن نظام ANFIS وهذه البيانات واردة في الجدول (1) حيث كانت المدخلات للنموذج المدروس: مقاومة البيتون f_c ، طول شريحة التقوية بالنسبة لطول الجائز l_b/L ، والنسبة المكافئة للتسليح ($\rho_{l,\,eq}$)، والمخرجات هو مخرج واحد يمثل التشوه الفعّال كنسبة من التشوه الحدي لشريحة التقوية ($\varepsilon_{fd}/\varepsilon_{fu}$)

والنسبة المكافئة للتسليح ($\rho_{l,\,eq}$) والمقترحة من قبل [2] Barros هي نسبة فولاذ التسليح في المقطع مضافاً لها نسبة التقوية في المقطع أيضاً والتي تعطى بالمعادلة (1):

$$\rho_{l,eq} = \frac{A_s}{b.d_s} + \frac{A_f(E_f/E_s)}{b.d_f} \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

حيث: $\rho_{l,eq}$: النسبة المكافئة للتسليح في المقطع (الفولاذ والألياف).

A_S: مساحة فولاذ التسليح، b: عرض الجائز، d_s: العمق الفعّال للمقطع.

A_f: مساحة شريحة التقوية، d_f: العمق الفعّال لشريحة التقوية ، E_f: معامل مرونة مادة التقوية، E_s: معامل مرونة فولاذ التسليح.

الجدول (1): البيانات التجريبية (قاعدة البيانات)

المرجع	اسم الجائز	مدخلات f'c (MPa)	مدخلات $\rho_{l,eq}$	مدخلات l_b/L	مخرج $\varepsilon_{fd}/\varepsilon_{fu}$
Moawad 2020 [22]	AD1sh	33	0.9481	0.8571	0.9242
	AS2sh	33	2.0585	0.8571	0.5096
	BS3sh	42.77	0.8599	0.8571	0.9141
	BT3sh	42.77	1.0379	0.8571	0.6622
Barris 2020 [23]	S-212-25-2NSM	33.1	0.6723	0.9150	0.5226
Jung 2017 [24]	R-PL-15	31.3	0.4415	0.9000	0.9000
	R-PL-25	31.3	0.4624	0.9000	0.8297
	R-PL-25*2-S	31.3	0.5132	0.9000	0.6899
Khalifa 2016 [3]	B-N-2-2	35	0.8038	0.9545	0.5716

تابع الجدول (1): البيانات التجريبية (قاعدة البيانات)

المرجع	اسم الجائز	مدخلات f'c (MPa)	مدخلات $\rho_{l,eq}$	مدخلات l_b/L	مخرج $\varepsilon_{fd}/\varepsilon_{fu}$
Bilotta 2015 [25]	NSM_c_2*1.4*10_1	21	1.0810	0.9048	0.9583
	NSM_c_3*1.4*10_1	21	1.1462	0.9048	0.6250
Sharaky 2015 [26]	*M2S1*	30.5	0.6326	0.6533	0.3800
	F2S1	30.5	0.6326	0.8330	0.5333
Ibrahim 2014 [27]	B2	25	0.2949	1.0000	0.4300
	B3	25	0.3284	1.0000	0.4000
	B4	25	0.3630	1.0000	0.3700
Sharaky **2013 [28]**	*LB2S1*	31.4	0.6316	0.8330	0.5140

	LB2S2	31.4	0.6326	0.8330	0.6030
Young 2012 [29]	NSM1-70	30	0.3150	0.7000	0.4158
	NSM2-70	30	0.4860	0.7000	0.5421
	NSM2-80	30	0.4860	0.8000	0.5947
	NSM2-96	30	0.4860	0.9600	0.4632
KOTYNIA 2012 [5]	NISA/20/85	22.3	0.5263	0.5074	0.1224
	NISA/20/130	23.5	0.5263	0.5407	0.1135
	NISA/20/170	23.5	0.5263	0.5704	0.1376
	NISA/20/85P	21.3	0.5263	0.5074	0.1747
	NISA/20/130P	21.3	0.5263	0.5333	0.1529
	NISA/20/160P	21.3	0.5263	0.5630	0.1518
	NISA/30/80	32.5	0.5263	0.5037	0.1553
	NISA/30/120	32.5	0.5263	0.5333	0.1859
	NISB/20/85	19.85	1.8413	0.5074	0.1724
	NISB/20/130	19.85	1.8413	0.5407	0.1553
	NIISB/40/80	41.58	0.7392	0.5037	0.1982
	NIISB/40/2*80	41.19	0.7941	0.5037	0.1447
	NIISB/40/120	41.19	0.7392	0.5333	0.2065
	NIISB/40/160	41.19	0.7392	0.5630	0.2447
	NILA/40/120	38.3	0.5253	0.3600	0.1865
	NILA/40/160	38.5	0.5253	0.3800	0.1659
	NILA/40/120P	38.5	0.5253	0.3600	0.2953
	NILA/40/120s	45	0.5253	0.3600	0.4653
	NILA/40/120sp	39.58	0.5253	0.3600	0.3559

تابع الجدول (1): (قاعدة البيانات)

المرجع	اسم الجائز	مدخلات f'c	$\rho_{l,eq}$	l_b/L	مخرج $\varepsilon_{fd}/\varepsilon_{fu}$
تابع KOTYNIA 2012 [5]	NILA/40/100	41.75	0.5253	0.3500	0.1600
	NILA/40/120	41.75	0.5253	0.3600	0.1965
	NILA/50/2*80	41.75	0.6266	0.3400	0.1547
	NILB/40/90	37.67	1.8413	0.3450	0.2300
	NILB/40/120	37.67	1.8413	0.3600	0.2029
	NILB/40/120p	43.7	1.8413	0.3600	0.2818
	NILB/40/130pp	43.7	1.8413	0.3650	0.2106
	NILB/40/120s	43.7	1.8413	0.3600	0.3565
	NILB/40/120sp	43.7	1.8413	0.3600	0.3782
	NIILB/40/80p	34.32	0.8065	0.3400	0.2729
	NIILB/40/2*80	34.32	0.8561	0.3400	0.1912
	NIILB/40/120	38.8	0.8065	0.3600	0.2106
Barros 2010 [30]	VL1	31.1	0.5286	0.7647	0.4792
	VL2	31.1	0.4889	0.8095	0.5124
	VL3	31.1	0.4555	0.8333	0.4612
Barros 2007 [2]	S1	44.2	0.2775	0.9000	0.9412
	S2	44.2	0.4877	0.9000	0.7941
	S3	44.2	0.7316	0.9000	0.6971
Yost 2007 [31]	6-1F	37.2	1.9265	0.9500	0.5734
	6-2F	37.2	2.0216	0.9500	0.4934
	9-2F	37.2	1.3210	0.9500	0.8210
	12-1F	37.2	0.9444	0.9500	0.9596
	12-2F	37.2	0.9919	0.9500	0.8399
Teng 2006 [32]	B500	35.2	0.6349	0.1563	0.1676
	B1200	35.2	0.6349	0.3750	0.2679
	B1800	35.2	0.6349	0.5625	0.5339
	B2900	35.2	0.6349	0.9063	0.7103
Kotynia 2006 [33]	p1	41.5	1.3657	0.9650	0.9200
	p2	37.7	0.7909	0.9650	0.8100
	p3	41.5	0.7788	0.9650	0.6600

تابع الجدول (1): البيانات التجريبية (قاعدة البيانات)

المرجع	اسم الجائز	مدخلات			مخرج
		f'c (MPa)	$\rho_{l,eq}$	l_b/L	$\varepsilon_{fd}/\varepsilon_{fu}$
Barros 2005 [4]	V1R1	45.3	0.4541	0.9330	0.9118
	V2R2	48.9	0.6826	0.9330	0.7529
	V3R2	42.8	0.9021	0.9330	0.7529
	V4R3	46.4	1.2957	0.9330	0.6235
Täljsten 2003 [34]	E4	60.7	0.9638	1.0000	0.6389
	E3	60.7	0.9638	0.8333	0.6222
Hassan & Rizkalla [35]	B1	48	1.0544	0.12	0.0968
	B2	48	1.0544	0.20	0.1278
	B3	48	1.0544	0.40	0.5338
	B4	48	1.0544	0.60	0.8872
	B5	48	1.0544	0.68	0.9549
	B6	48	1.0544	0.76	0.9624
	B7	48	1.0544	0.84	0.9699
	B8	48	1.0544	0.96	0.9850

3-2- نظام الاستدلال الضبابي العصبي التكيفي ANFIS

وهو عبارة عن نظام ذكي هجين يدمج بين تقنية قوة التعلم للشبكة العصبية الاصطناعية (ANN) مع تمثيل المعرفة للمنطق الضبابي (FIS) لإجراء المحاكاة سنعتمد على برنامج Matlab.

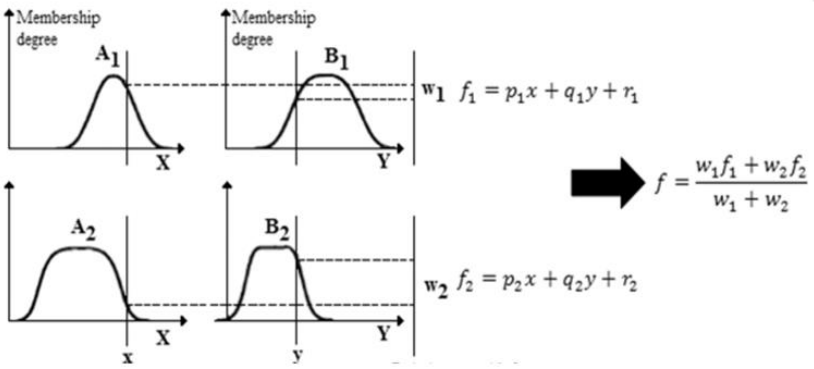
بحيث تكون المدخلات في هذه الدراسة ضمن نموذج ANFIS هي:

- مقاومة البيتون f_c
- طول شريحة التقوية بالنسبة لطول الجائز l_b/L
- النسبة المكافئة للتسليح $(\rho_{l,\,eq})$

أما المخرجات فتمثل:

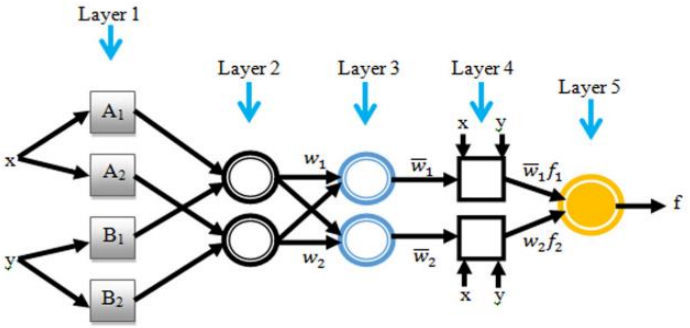
- التشوه الفعّال في شرائح التقوية منسوباً إلى التشوه الحدي لهذه الشريحة.

في هذه الدراسة سيكون لدينا ثلاثة مدخلات ومخرج واحد سنأخذ نموذج Sugeno بقاعدة If→ then، ويوضح الشكل (1) آلية التفكير في نموذج Sugeno [8]:



الشكل (1): نموذج Sugeno [8]

ونوضح المخطط المكافئ في ANFIS [8] في الشكل (2):



الشكل (2): المخطط المكافئ في ANFIS بمدخلين ومخرج واحد [8]

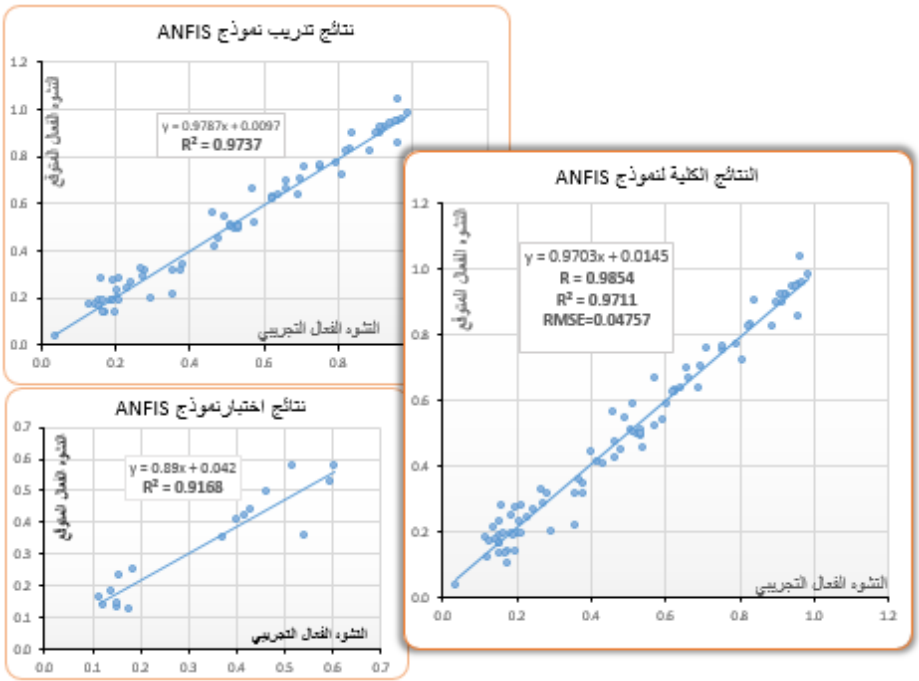
وقمنا باستخدام تابع العلاقة في هذه الحالة هو تابع الجرس المعمم ولهذا التابع أفضل القدرات للتعميم وذلك للبارامترات اللاخطية:

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1+\left(\frac{x-c_i}{a_i}\right)^{2b_i}} \qquad \ldots\ldots 2$$

a_i , b_i ,c_i هي بارامترات تابع المشاركة والتي يتم تطويرها خلال عملية التعلم أثناء المعالجة في ANFIS .

ولتشكيل النموذج التحليلي وفق نموذج ANFIS قمنا بتقسيم البيانات المقاسة من نتائج التجارب االمجمعة في الجدول (1) إلى 80% من قيم هذه التجارب لتدريب الشبكة و20% لتجريب الشبكة والتحقق من فاعليتها.

واعتمدنا شكل تابع العلاقة تابع الجرس حيث استخدمنا ثلاث علاقات لنمذجة المُدخَل الثاني وعلاقتين لنمذجة المُدخَل الأول والثالث وتم توضيح النتائج في الشكل (3) وكما نلاحظ ارتباطاً متيناً جداً بين النتائج المتوقعة للتشوه الفعّال بنظام ANFIS والنتائج التجريبية حيث R=0.985.



الشكل (3): نتائج نموذج ANFIS

وللتحقق من أداء نموذج ANFIS المقترح تم الاستعانة بالمعايير الإحصائية ، حيث حقق هذا النموذج دقة عالية (R^2=0.9711 ,RMSE=0.04757). وللتأكد من استحقاق

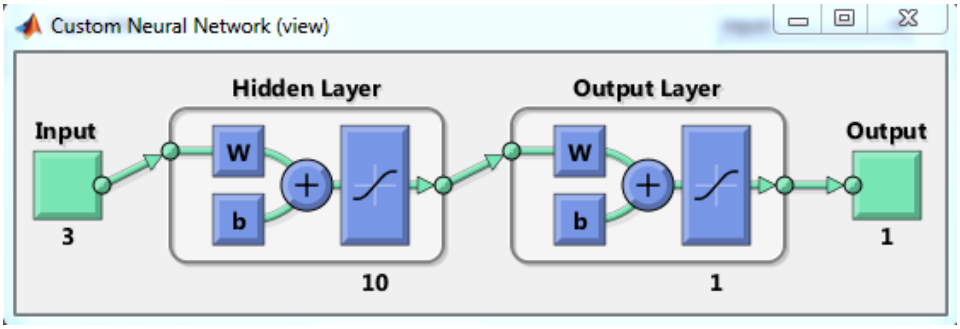
طريقة ANFIS المقترحة كطريقة دقيقة للتنبؤ في مجال التقوية تمت مقارنة النتائج المتوقعة بهذه الطريقة مع النتائج المتوقعة باستخدام طريقة المنطق الضبابي FIS وطريقة الشبكات العصبونية الاصطناعية ANN وتم استعمال المعايير الإحصائية التقليدية R^2 , RMSE للمقارنة.

3-3 النموذج التحليلي للشبكات العصبونية الصنعية ANN:

استحدمنا نموذج ANN بالاعتماد على برنامج ماتلاب لتوقع التشوه الفعّال عند الانهيار لشريحة FRP للجوائز المقواة بتقنية NSM (Target) ومن ثم تم تدريب الشبكة بوجود مشرف حيث يجب أن يتوفر لدى الشبكة معلومات كاملة عن قيم المدخلات والمخرجات لبيانات التجارب المجمعة في جدول (1) والتي تم تقسيمها إلى 70% من قيم هذه التجارب لتدريب الشبكة و30% الباقية تم تقسيمها بين التحقق من فاعلية الشبكة وإمكانية تعميمها وتجريبها.

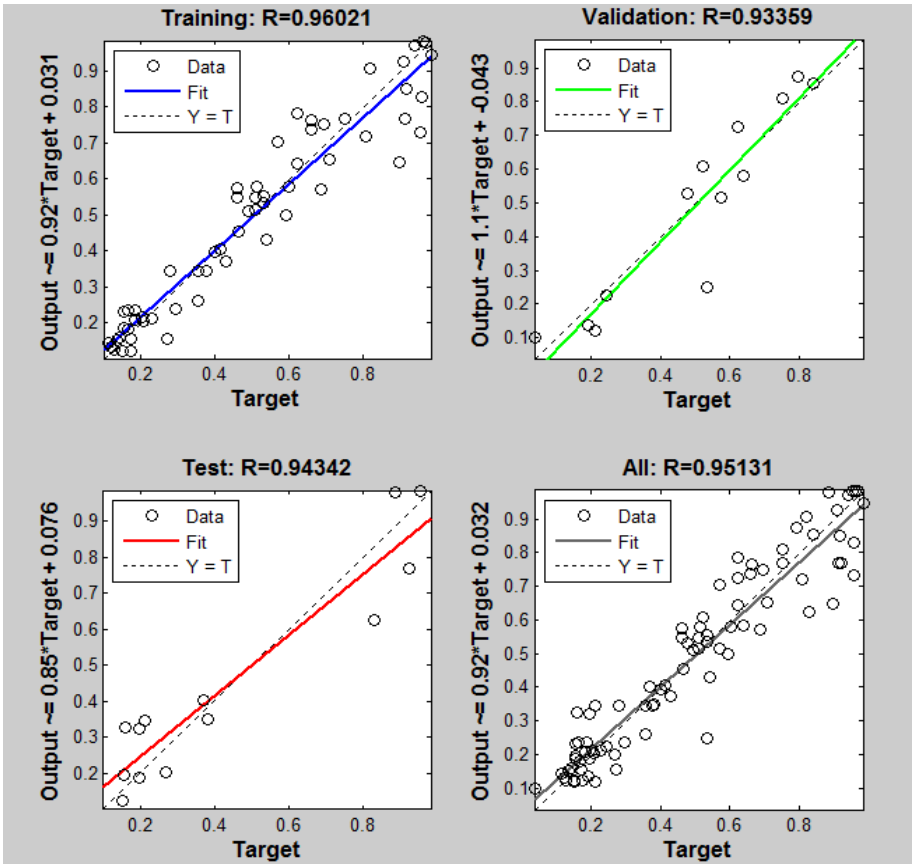
قمنا بتحديد مواصفات الشبكة المثلى بحيث يكون الخطأ أصغر ما يمكن وتم اختيار:

- طبقة مخفية في كل طبقة عشر عصبونات (عشرة عقد) الشكل (4).
- تابع التنشيط للطبقات المخفية: هو تابع سيغمويد (TANSIG)
- خوارزمية التدريب: هي (Levenberg–Marquardt optimization)
- تابع الأداء: هو متوسط مربعات الخطأ (MSE)



الشكل (4): البنية العامة لنموذج ANN المقترح

وكانت النتائج كما في الشكل (5) ونجد ارتباطاً متيناً بين النتائج التجريبية والنتائج المتوقعة بنموذج ANN حيث وصلت قيمة معامل الارتباط لكل البيانات المدخلة R=0.95131 ومعامل التحديد R^2=0.905 و RMSE= 0.08526.



الشكل (5): نتائج استخدام الشبكة العصبونية الصنعية ANN

3-4 النموذج التحليلي لنظام المنطق الضبابي FIS:

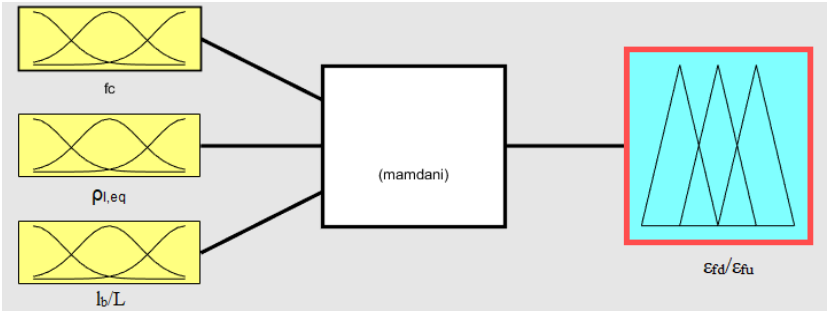
في تصميم نموذج FIS اعتمدت البرامترات التالية كمدخلات في هذه الدراسة:

- مقاومة البيتون f_c وتقع في المجال [15, 65].

- النسبة المكافئة للتسليح ($\rho_{l,eq}$%) وتقع ضمن المجال [0, 2]

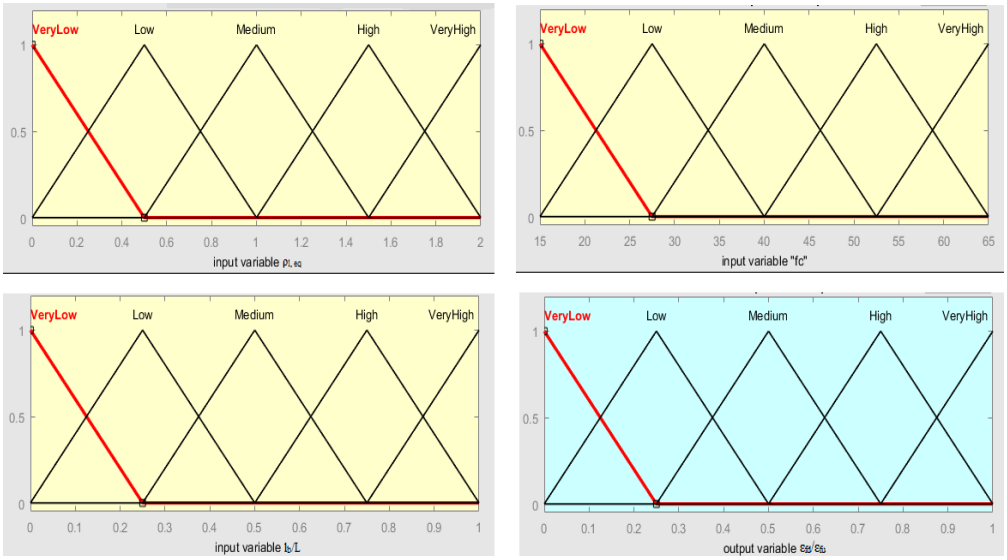
- طول شريحة التقوية بالنسبة لطول الجائز (l_b/L) وتقع ضمن المجال[0, 1].

أما المخرج فهو التشوه الفعّال لشرائح التقوية منسوباً إلى التشوه الحدي لهذه الشريحة ($\varepsilon_{fd}/\varepsilon_{fu}$) ويقع ضمن المجال [0, 1] ، ويبين الشكل (6) البنية العامة لنموذج FIS المقترح ضمن برنامج MATLAB fuzzy logic toolbox.



الشكل (6): البنية العامة للنموذج الضبابي المقترح

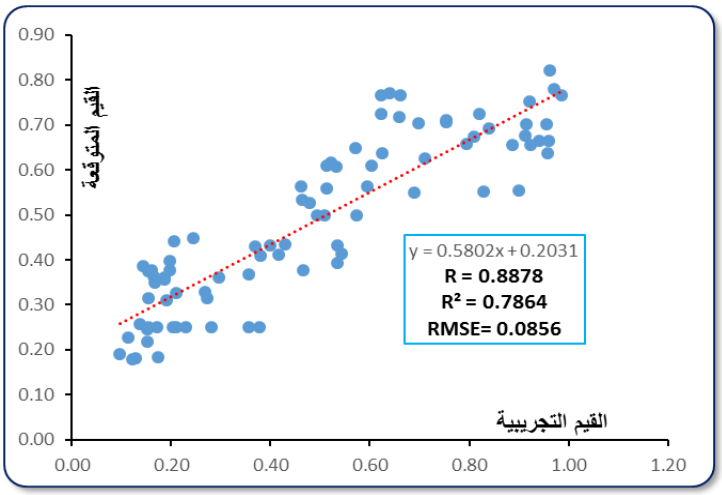
تم اختيار خمسة متحولات (مجموعات ضبابية) لكل من قيم الدخل والخرج أما توابع الانتماء لكافة المجموعات الضبابية مثلثية كما في الشكل (6)



الشكل (7) توابع العلاقة لمتحولات الدخل والخرج

تم وضع القواعد المنطقية الملائمة للبيانات المجمعة في الجدول (1) وتوصلنا في النهاية إلى 41 قاعدة ضبابية حيث تشكلت هذه القواعد من دمج البيانات المختلفة حسب مجموعاتها الضبابية وربطها بعلاقة منطقية تربط بين المتحولات المدخلة والمتحول المخرج.

استخدمت طريقة التجميع (Summation) لتجميع القواعد (aggregation) وطريقة مركز الثقل (CoG) لعملية إلغاء الضبابية للنموذج (defuzzification) ومن ثم الحصول على قيم ناتجة ثابتة فعند كل قيمة مدخلة لمتحولات الإدخال تنتج قيمة مخرجة لقيمة التشوه الفعّال في شريحة التقوية منسوبة إلى تشوهها الحدي ويوضح الشكل (8) قيم المخرجات وفق طريقة المنطق الضبابي



الشكل (8): مقارنة القيم المتوقعة للتشوه الفعّال وفق FIS مع النتائج التجريبية

وكما نلاحظ من الشكل (8) أن الارتباط متين بين القيم المتوقعة لنموذج FIS والقيم التجريبية للتشوه الفعّال لشرائح التقوية ($\varepsilon_{fd}/\varepsilon_{fu}$) حيث وصلت قيمة معامل الارتباط إلى R=0.8878.

4- النتائج والمناقشة:

نلاحظ من الأشكال (8,5,3) أن القيم المتوقعة للتشوه الفعّال بواسطة ANFIS متقاربة بشكل كبير جداً مع القيم التجريبية (نتائج التجارب العملية).

نورد في الجدول (2) النتائج وفق الطريقة المقترحة ANFIS مع الطرائق التقليدية ANN، FIS ونلاحظ من هذا الجدول أن النتائج بالطريقة المقترحة ANFIS أدق من الطرائق التقليدية ويعود ذلك إلى التكيف الأعلى لشبكة ANFIS لإيجاد القيم المثالية

لتوابع العلاقة من جهة ونوع تابع العلاقة من جهة أخرى فقد تم استخدام تابع الجرس في طريقة ANFIS بينما نستخدم التوابع المثلثية في الطريقة الكلاسيكية للمنطق الضبابي.

الجدول (2): قيم المعايير الإحصائية لنماذج ANFIS, ANN, FIS

نموذج ANFIS		نموذج ANN		نموذج FIS	
R^2	RMSE	R^2	RMSE	R^2	RMSE
0.971	0.04757	0.905	0.08526	0.786	0.08566

كما تم استخدام المعايير الإحصائية للتحقق من دقة المعادلات المقترحة من قبل Barros [2] والتي لم تأخذ بعين الاعتبار تأثير كل من طول التثبيت ومقاومة البيتون في حساب التشوه الفعّال لشريحة التقوية كما توضح المعادلة (5):

$$\frac{\varepsilon_{fe}}{\varepsilon_{fu}} = -32.648\rho_{l,eq} + 0.9606 \quad \ldots\ldots (5)$$

كما أن المعادلة المعدلة (6) التي اقترحها Khalifa [3] المعادلة السابقة (5) لم تأخذ بعين الاعتبار أيضاً تأثير البارامترات المختلفة كمقاومة البيتون وطول التثبيت:

$$\frac{\varepsilon_{fe}}{\varepsilon_{fu}} = -27.37\rho_{l,eq} + 0.9174 \quad \ldots\ldots (6)$$

تم حساب المعامل الاحصائي RMSE لهذه المعادلات أما معامل التحديد R^2 كما ورد في المرجع [2][3] جدول (3). وتعتبر هذه المعادلات غير دقيقة كفاية مقارنة مع الأنظمة الذكية وذلك لعدم الأخذ بالحسبان بارامترات هامة كمقاومة البيتون وطول التثبيت.

الجدول (3) : قيم المعايير الإحصائية لمعادلات Barros,khalifa

معادلة Barros		معادلة Khalifa	
R^2 [2]	RMSE	R^2 [3]	RMSE
0.5106	0.155	0.5286	0.133

4- الاستنتاجات والتوصيات:

تم في هذا البحث التحقق من إمكانية استخدام الذكاء الصنعي وفق منهجيات (ANN, FIS, ANFIS) في توقع التشوه الفعّال لشرائح الـ CFRP المستخدمة في تقوية الجوائز البيتونية العاملة على الانعطاف بطريقة اللصق ضمن أخاديد، بحيث كانت مقاومة البيتون وطول شريحة التقوية والنسبة المكافئة للتسليح كمدخلات لمراقبة التشوه الفعّال للشرائح ، وبمقارنة نتائج المحاكاة مع النتائج التجريبية العملية – التي تم تجميعها ضمن قاعدة بيانات خاصة بالجوائز البيتونية العاملة على الانعطاف والمقواة بشرائح FRP – بالإضافة إلى المعادلات المقترحة في بعض الأبحاث توصلنا إلى الاستنتاجات التالية:

1) توافق التشوه الفعّال المتوقع وفق أنظمة الذكاء الصنعي مع النتائج التجريبية بدرجة عالية وهذا يثبت كفاءة أداء هذه الأنظمة في التنبؤ.

2) أظهر نظام ANFIS دقة تنبوئية متفوقة للتشوه الفعال وقابلية للتعميم مقارنة مع طريقة المنطق الضبابي وطريقة الشبكات العصبونية ، حيث وصل الحد الأعلى من الدقة بنظام ANFIS عند التنبؤ بالتشوه الفعّال (RMSE=0.04757) بالمقابل كان الحد الأدنى من الدقة بالمنطق الضبابي (RMSE= 0.08566)، وهنا تكمن الفائدة الأساسية لنموذج ANFIS من حيث الكفاءة العالية حسابياً وقدرة التكيف الجيدة لتحقيق الأمثلية.

3) لم تظهر نتائج المعادلات المقترحة من قبل [2] Barros والتي تم تطويرها من قبل Khalifa توافقاً جيداً – مقارنة مع الأنظمة الذكية – مع النتائج التجريبية، وكانت قيمة (RMSE=0.1333).

4) مما سبق نوصي باستخدام نموذج ANFIS المقترح للتنبؤ بقيم التشوه الفعّال لشرائح التقوية بطريقة اللصق ضمن أخاديد والذي يوفر علينا النفقة العالية للاختبارات التجريبية كما يوفر الوقت وهو شيء ثمين في النهاية.

6- المراجع:

[1] Lorenzis, Teng (2007)- Near-surface mounted FRP reinforcement: An emerging technique for strengthening structures Composites: part B,38(2),119-143

[2] Barros, Dias, Lima (2007)- Efficacy of CFRP-based techniques for the flexural and shear strengthening of concrete beams, Cement & Concrete Composite 2007, 29(3), 203-217.

[3] A. Khalifa (2016)- Flexural Performance of R.C Beams Strengthened with Near Surface Mounted CFRP Strips, Alexandria Engineering Journal.

[4] Barros, Fortes (2005)- Flexural strengthening of concrete beams with CFRP laminates bonded into slits. Cement & Concrete Composite, 27(4), 471–480.

[5] R .Kotynia, (2012)- Bond between FRP and concrete in reinforced concrete beams strengthened with near surface mounted and externally bounded reinforcement. Construction and building materials, 32, 41-54

[6] Hawileh, R., A. (2012)- Nonlinear finite element modeling of RC beams strengthened with NSM FRP rods. Construction and building materials, 27, 461-471

[7] ACI 440.2R-17. (2017)- Guide for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening concrete structures, Farmington Hills, MI, USA: American Concrete Institute; 2008.

[8] J.-S. Jang, ANFIS, (1993)- adaptive-network-based fuzzy inference system, IEEE Trans. Syst. Man Cybern. 23 (3) 665–685.

[9] A.H. Al-Rahmani, H.A. Rasheed, Y. Najjar, A combined soft computing mechanics approach to inversely predict damage in bridges, Proc. Comput.Sci. 8 (2012) 461–466.

[10] I. Flood, L. Muszynski, S. Nandy, (2001)- Rapid analysis of externally reinforced concrete beams using neural networks, Comput. Struct. 79 (17) 1553–1559.

[11] R. Perera, M. Barchín, A. Arteaga, A.D. Diego, (2010)- Prediction of the ultimate strength of reinforced concrete beams FRP-

strengthened in shear using neural networks, Compos. B Eng. 41 (4) 287–298.

[12] B.B. Adhikary, H. Mutsuyoshi, (2004) - Artificial neural networks for the prediction of shear capacity of steel plate strengthened RC beams, Constr. Build. Mater. 18(6) 409–417.

[13] N. Boely, R.M. Botez, G. Kouba, (2011) - Identification of a non-linear F/A-18 model by the use of fuzzy logic and neural network methods, Proc. Inst. Mech. Eng. PartG: J. Aerosp. Eng. 225 (5) 559–574.

[14] K. Nasrollah zadeh, M.M. Basiri, (2014)- Prediction of shear strength of FRP reinforced concrete beams using fuzzy inference system, Expert Syst. Appl. 41 (4) 1006–1020.

[15] K.M.U. Darain, M.Z. Jumaat, M.A. Hossain, M.A. Hosen, M. Obaydullah, M.N.Huda, et al., (2015)- Automated serviceability prediction of NSM strengthened structure using a fuzzy logic expert system, Expert Syst. Appl. 42 (1) 376–389.

[16] T.-W. Park, U.-J. Na, S.-J. Kwon, (2010) - Prediction of ultimate strength and strain of concrete columns retrofitted by FRP using adaptive neuro-fuzzy inference system, J. Korea Concr. Inst. 22 (1) 19–27.

[17] M. Jalal, A.A. Ramezanianpour, A.R. Pouladkhan, P. Tedro, (2013)- Application of genetic programming (GP) and ANFIS for strength enhancement modeling of CFRP-retrofitted concrete cylinders, Neural Comput. Appl. 23 (2) 455–470

[18] V. Balasubramaniam, P. Raghunath, K. Suguna, (2012) - An adaptive neuro-fuzzy inference system based modeling for corrosion-damaged reinforced HSC beams strengthened with external glass fibre reinforced polymer laminates, J. Comput. Sci. 8 (6) 879.

[19] K.M.U. Darain, M.Z. Jumaat, M. Obaydullah, (2015)- Adaptive neuro fuzzy prediction of deflection and cracking behavior of NSM strengthened RC beams, Construction and Building Materials 98 276–285.

[20] H. Naderpour, M. Mirrashid (2020)- Shear strength prediction of RC beams using adaptive neuro-fuzzy inference system, Scientia Iranica A 27(2), 657-670

[21] D.Sinha, R. Satavalekar, S. Kasilingam (2021)- Application of Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System for Evaluating Compressive Strength of Concrete, International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems Vol. 21, No. 2, pp. 176-188.

[22] M.A.M.M.Moawad, Flexural Behavior of NSM FRP Strengthened Reinforced Concrete Beams under Sustained Loading, PhD thesis, The University of Girona, 2020.

[23] C. Barris, P. Sala, J. Gómez, L. Torres, (2020)- Flexural behavior of FRP reinforced concrete beams strengthened with NSM CFRP strips, Composite Structures 241.

[24] W. Jung, J. Park, J. Kang, and M. Keum, (2017) -Flexural Behavior of Concrete Beam Strengthened by Near-Surface Mounted CFRP Reinforcement Using Equivalent Section Model, Advances in Materials Science and Engineering Volume, Article ID 9180624, 16 pages.

[25] A. Bilotta, F. Ceroni , E. Nigro, M. Pecce, (2015) - Efficiency of CFRP NSM strips and EBR plates for flexural strengthening of RC beams and loading pattern influence, Composite Structures 124 163–175.

[26] I.A. Sharaky, L.Torres, H.E.M. Sallam, (2015) -Experimental and analytical investigation into the flexural performance of RC beams with partially and fully bonded NSM FRP bars/strips, Composite Structures 122 113–126.

[27] W. Ibrahim, W. Fattah, A. Kotb, M. Mjeed, Flexural Behavior of RC Beams Strengthened with CFRP Strips, The 7th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering International Institute for FRP in Construction (CICE 2014), Canada.

[28] I.A. Sharaky, (2013)- A Study of the Bond and Flexural Behavior of Reinforced Concrete Elements Strengthened with Near Surface Mounted (NSM) FRP Reinforcement, PhD thesis, The University of Girona.

[29] m. Young, Oh. Seo, Zi. Seup, (2012)- Assessment of Flexural Strengthening Behavior Using the Stirrup-Cutting Near Surface

Mounted(CNSM) CFRP strip, Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection Vol. 16, No. 6 102-112.

[30] J. Barros, I. Costa, (2010) - Flexural and Shear Strengthening of RC Beams with Composites Material – The Influence of Cutting Steel Stirrups to Install CFRP Strips, Cement and concrete composites, 32, 544-553.

[31] J. Yost, S. Gross, D, Dinehart, J. Mildenberg, (2007)- Flexural Behavior of Concrete Beams Strengthened with Near-Surface-Mounted CFRP Strips. ACI-Structural Journal, 104 (S41), 430-437.

[32] J. Teng, L. Delorenzis, B. Wang, T. Wong, and L. Lam. (2006)- Debonding failures of RC beams strengthened with near surface mounted CFRP strips. Journal of composites for construction, 10 (2), 92-105.

[33] R. Kotynia, Flexural behavior of Reinforced Concrete Beams Strengthened with near Surface Mounted CFRP Strips, Third International Conference on FRP Composites in Civil Engineering (CICE 2006), Miami, Florida, USA

[34] B. Täljsten, A. Carolin, H. Nordin, Concrete Structures Strengthened with Near Surface Mounted Reinforcement of CFRP, Sweden (2003).

[35] Hassan T, Rizkalla S. Investigation of bond in concrete structures strengthened with near surface mounted carbon fiber reinforced polymer strips. ASCE J Compos Constr 2003;7(3):248–57.