

مجلة جامعة البعث

سلسلة علوم الهندسة المدنية والمعمارية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 46 . العدد 8

1446 هـ - 2024 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

رئيس هيئة التحرير	أ. د. محمود حديد
رئيس التحرير	أ. د. درغام سلوم

عضو هيئة التحرير	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

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 : ++ 963 31 2138071

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

. البريد الإلكتروني : [magazine@ albaath-univ.edu.sy](mailto: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.
 - إذا كان الباحث طالب دراسات عليا:
يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقة على النشر في المجلة.
 - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:
يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.
 - إذا 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.
 - إذا 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 25×17.5 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 ألف 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

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
54-11	م. حنان القطار د. علي دياب د. رولانا ربيع	تقييم الأداء الوظيفي للخدمات في الأحياء السكنية باستخدام طرق دعم القرار متعدد المعايير
84-55	د. محمد شعبان م. حسان محمد علي	" تقييم العوامل المؤثرة في تشكل مخلفات التشييد وتحليل الهدر في بعض مشاريع التشييد في سورية "
120-85	د. حمزة علي د. غصون دنهش م. نسيب زعرور	اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والآلات الافتراضية
146-121	د. فاطمة سلمان	الأثر البيئي لإعادة استخدام مخلفات هدم الزلزال في محافظة اللاذقية

تقييم الأداء الوظيفي للخدمات في الأحياء السكنية

باستخدام طرق دعم القرار متعدد المعايير

طالبة الدكتوراه: م. حنان القنطار – كلية الهندسة المدنية جامعة البعث

إشراف: د.م. علي دياب مشرف مشارك: د.م. رولانا ربيع

ملخص:

تعاني بعض الأحياء السكنية عموماً من نقص في بعض الخدمات أو نقص بالمناطق الخضراء، أو تعاني من كثافة سكانية عالية أو من مشاكل أخرى، وأحياناً لا يكون هنالك نقص في الخدمات وإنما هنالك خلل في توزيع تلك الخدمات مما يؤدي إلى أداء وظيفي متواضع لهذه الخدمات في الحي. وبعد التدمير الذي تعرضت له الأحياء والمدن السورية نتيجة الحرب أصبح هنالك فرصة لتصحيح الخطأ وتحسين الأداء الوظيفي للخدمات في الأحياء السكنية، وذلك من خلال الاستفادة من الأماكن المدمرة بشكل كامل لتعويض النقص في الخدمات على أن يتم اختيار المكان الأفضل لكل خدمة اعتماداً على مجموعة من المعايير وباستخدام طرق دعم القرار متعدد المعايير مما يسهم برفع الجودة الوظيفية للخدمات في الأحياء السكنية وبما يحقق راحة السكان ويساعدهم في ممارسة نشاطاتهم المختلفة على أحسن وجه.

الكلمات المفتاحية: تقييم الأداء الوظيفي، دعم قرار متعدد المعايير، حل أمثل، تخطيط

مدن.

Evaluation of the Functional Performance of the Services in the Residential Zones Using the Methods of Multi -Criteria Decision Support

Abstract:

Some residential zones suffer in general from lack in some services or in green lands, suffer from high population or other problems, and sometimes there is no lack in services but there is a fault in the distribution of services in the zone, so that lead to a poor functional performance of these services in the zone.

After the destruction of the Syrian zones and cities because of the war, there is a chance to repair the fault and improve the functional performance of these services in the residential zones through profit of completely destroyed places to repair the lack in services when we choose the best place for each service depending on group of criteria and using the methods of multi -criteria decision support, which contribute in improvement of the functional quality of services in residential zones, which achieves the comfort for people and helps them to practice their different activities completely.

Key words: evaluation of functional performance, multi -criteria decision support, optimal solution, planning of the cities.

1- مقدمة:

احتوت المدن خلال مراحل تطورها على مرّ السنين على الكثير من الأنشطة المتنوعة، وتوفرت فيها العديد من الميزات، فتحوّلت إلى مناطق جذب للسكان من المناطق الحضرية والريفية المحيطة بها، فأقام فيها ملايين السكان حتى وصل في بعضها فوق طاقتها الاستيعابية فظهرت مشاكل مختلفة من سكن ونقل وتعليم وصحة وخدمات ترفيهية وارتكازية [1]، بالإضافة إلى ذلك فإنه في المناطق التي تعرضت لحروب تم تدمير جزء من أحياء هذه المدن ففقدت العديد من خدماتها أو أن بعضاً من الخدمات كان غير موجود أصلاً في الحي لكن الحي بحاجة لها ولكن لم يكن يوجد مكان لها في الحي، من هنا يبرز دور المخطط الحضري في البحث عن حلول لهذه المشاكل من خلال إيجاد بدائل مختلفة لحل تلك المشاكل، واختيار أماكن لتوزيع الخدمات الضرورية في تلك الأحياء المدمرة من المدينة.

2- هدف البحث:

يهدف البحث إلى إرشاد مخططي المدن (مهندسي التخطيط) لإيجاد أفضل مخطط لتوزيع الخدمات وبالتالي أفضل مخطط تنظيمي (الخطوط العامة) لإعادة إعمار الأحياء المدمرة بما يتناسب مع معطيات هذه الأحياء، وبحيث يتم تحسين واقع هذه الأحياء وتخدمها بما ينقصها من خدمات بعد تحديد الأماكن المناسبة لها.

3-1 منهجية البحث: اعتمد البحث لتحقيق أهدافه على:

- المنهج النظري: الذي اشتمل على دراسة نظرية للأحياء السكنية ومكوناتها والخدمات المتوفرة فيها والوظائف التي تؤديها هذه الخدمات وطريقة وشروط توزيعها في الحي السكني، ومن ثم استخلاص المعايير التي تساعد في تقييم الأداء الوظيفي للخدمات في الأحياء السكنية.

- المنهج التحليلي التطبيقي: من خلال تطبيق طرق اتخاذ القرار متعدد المعايير لتقييم الأداء الوظيفي على نموذج لحي سكني (حي جب الجندي)، ومن ثم استخلاص

النتائج وتحليلها للحصول على التوصيات التي تساعد في رفع مستوى الأداء الوظيفي للخدمات في الأحياء السكنية.

3-2- الدراسات المرجعية:

1- دراسة بعنوان: "البيئة العمرانية في الحي السكني في سوريا بهدف تحقيق التكامل الوظيفي الأمثل"، وهي رسالة ماجستير للمهندسة ميسون أحمد رشيد [4].

سلطت الدراسة الضوء على الأداء الوظيفي للبيئة العمرانية السكنية في مدينة اللاذقية، فقامت بتحليل الأداء الوظيفي للأحياء السكنية، وانطلق البحث من إشكالية تزايد الإشكالات التي تعاني منها الأحياء السكنية عامة والمدن السورية خاصة نتيجة نقص الخدمات والمناطق المفتوحة والخضراء والازدحام المروري وغيرها من المشاكل التي كان لها دور في ضعف الكفاءة الوظيفية لهذه الأحياء، لذلك هدفت الدراسة إلى الارتقاء بالأداء الوظيفي للحي السكني وانتهت إلى تحديد مؤشرات الأداء الوظيفي للبيئة العمرانية في الحي السكني وطرائق قياسها.

2- دراسة بعنوان: تخطيط الضواحي السكنية وفق اتجاه العمران الجديد في مرحلة إعادة الإعمار في سوريا، وهي بحث للمهندسة مي سلوم [5].

أظهرت الدراسة أن اتجاه العمران الجديد ظهر كتيار عمراني في القرن العشرين في الولايات المتحدة الأمريكية كرد على التوسع العمراني في أمريكا بعد الحرب العالمية الثانية وازدياد استخدام وسائل النقل الحديثة حيث أصبح غالبية السكان يعيشون في الضواحي ويعملون في المدن، وأتى أيضاً كاستجابة للمحاولات العديدة من قبل المعمارين والمخططين لتأمين السكن البيئي المستدام، وأن من أهم أهداف هذا الاتجاه الحد من استخدام السيارة والاعتماد على المشي والدراجات الهوائية من خلال إيجاد مجاورات سكنية فيها كثافة عالية تحتوي على كل الخدمات اللازمة للمواطن من مدارس وعمل ومحلات تجارية وغيرها. وعلى بعد مناسب للوصول إليها سيراً على الأقدام.

3- دراسة بعنوان: " تنمية الأحياء السكنية - دراسة تحليلية للمشاريع السكنية في التوجهات المعاصرة"، وهي بحث لـ أ.د. سناء ساطع عباس ورياض فكرت نجات [6].

افتترضت الدراسة أن تنمية الحي السكني تتحقق من خلال (تكامل الجوانب الاجتماعية والاقتصادية والبيئية المرتبطة بقيم ومبادئ الأحياء المستدامة) إلى جانب قيم التصميم والتخطيط الحضري، واستعرضت الدراسة مفهوم الحي السكني - وأهميته، وأوضحت الدراسة أن مفردة تنمية الأحياء السكنية ترتبط بمفاهيم أخرى كالاستدامة، والتنمية المستدامة، والتنمية الحضرية، والتنمية الإسكانية.

وعرّفت الدراسة تنمية الأحياء السكنية إجرائياً وأنها تهدف إلى تحقيق ملامح وسمات الأحياء السكنية المستدامة كالتضام والاستعمال المختلط، والارتباطية، والشكل المبني الموجه للمشاة، والمجال العام الحيوي كمكان، وتنظيم العلاقة مع النقل العابر.

4- دراسة بعنوان: " تخطيط الخدمات العامة في المدن - حالة دراسية لمنطقة

المخفية في مدينة نابلس"، وهي رسالة ماجستير للمهندس محمد غسان عبد

الرحمن عبد الله جرف [3].

عرفت الدراسة التخطيط، واستعرضت هدف تخطيط المدن بأنه يهدف إلى تحسين ظروف البيئة الطبيعية في الموقع الذي بنيت عليه المدينة وفي المناطق المحيطة بها وأنه يهدف إلى تحسين الظروف العمرانية والخدمات وكذلك الأحوال الاجتماعية والاقتصادية لسكانها.

وعرّفت الدراسة الخدمات العامة واستعرضت هذه الخدمات والعوامل المؤثرة في توزيع هذه الخدمات، ووصّفت الخدمات والمرافق العامة الموجودة في مدينة نابلس، كما استعرضت الخدمات الواجب توفرها في المجاورة السكنية وهي خدمات إسكان، وخدمات خاصة بالمجاورة وتشمل الخدمات التعليمية والثقافية والترفيهية والاجتماعية والتجارية، والمرافق العامة التي تشمل شبكات المياه والإنارة والصرف الصحي وصرف المياه السطحية ومياه الأمطار، والوقود، والتخلص من القمامة وخدمات الشرطة والحريق، والشوارع.

3-3-1- التكامل الوظيفي في البنية العمرانية السكنية:

يشير مصطلح البنية العمرانية إلى محيط من صنع الإنسان يتألف من مجموعة مكونات تجتمع مع بعضها لاستيعاب مختلف النشاطات الإنسانية، وتتدرج في المقياس من المدينة ككل إلى الحي والمجاورة السكنية نزولاً لمجموعات المباني، لذلك يتناول البحث البيئة العمرانية في الحي السكني المكون من عدة وحدات تخطيطية (مجاورات سكنية) [4].

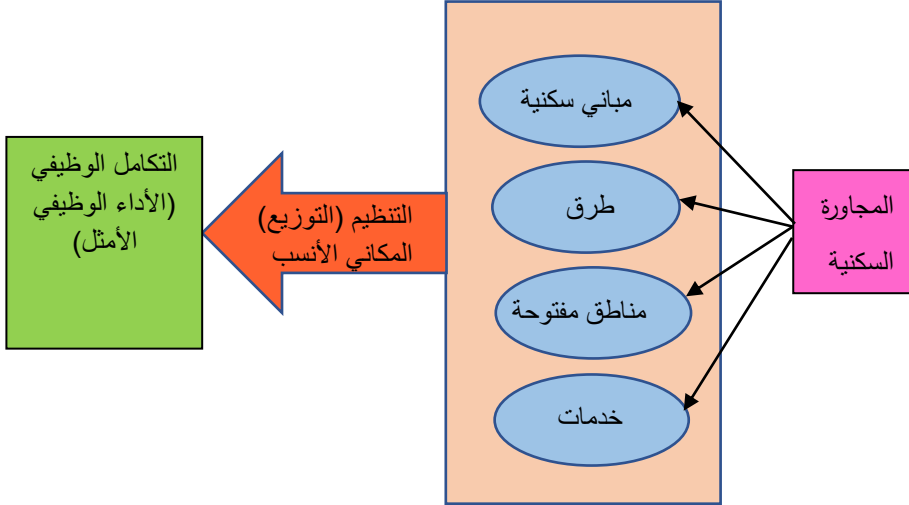
حيث تعتبر المجاورة السكنية الوحدة الأساسية وحلقة الوصل بين المستويات التخطيطية العليا والدنيا في التركيب الهيكلي للمنطقة السكنية، وهي تحقق إعادة تنظيم مختلف الاستعمالات في المدينة، وقد ارتكز فكر Perry (صاحب فكرة المجاورة السكنية) ومدخله لتنمية المناطق السكنية على استخدام وحدات مستقلة تتحقق فيها الاحتياجات الاجتماعية والأداء الوظيفي الكفاء، وذلك بالتوزيع الأوفق للعناصر من خلال التنظيم الفراغي لكل من الطرق والخدمات والمناطق السكنية، وكل منها يخطط ويصمم بما يحقق الرفاهية [4] ، (وكلمة الأوفق هنا تعني الملائم أو الأنسب، وهذه الكلمة هكذا وردت في المرجع [4]).

فالتخطيط: هو الدراسة التي يقوم بها مجموعة متكاملة من المختصين وذوي الخبرة لمسح منطقة عمرانية بها مشاكل يراد حلها، أو العمل على تطوير هذه المنطقة نحو الأفضل وذلك للحصول على أفضل قدر ممكن لإنتاجيتها وراحة سكانها، والاستفادة قدر المستطاع من طبيعتها ومن مواردها الطبيعية، لتحقيق أهداف المجتمع في ميدان وظيفي معين في مدى زمني محدد [3].

ويبدأ التخطيط كما ذكرنا سابقاً من الوحدة الأساسية (المجاورة السكنية)، ونجاح المجاورة في التطبيق مرتبط بمدى كفاءة التوزيع المتدرج للخدمات العامة اللازمة للحياة بطريقة لامركزية تتدرج من المجموعة السكنية إلى الحي فالإقليم [4].

ويجب أن يكون هنالك تكامل وظيفي بين العناصر المكونة للمجاورة السكنية (مباني سكنية، طرق، مناطق مفتوحة، خدمات) والذي يتحقق من خلال التنظيم (التوزيع)

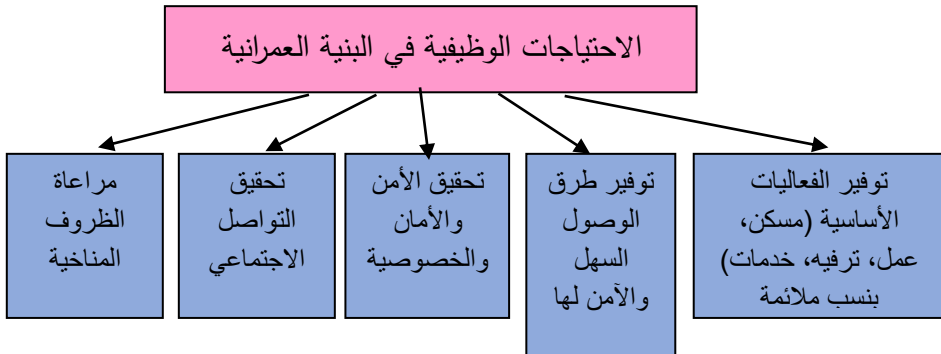
المكاني الأنسب لتلك المكونات فنحصل على الأداء الوظيفي الأمثل للمجاورة السكنية ومن ثم الحي [4] كما هو موضح في الشكل (1).



الشكل (1) تكامل الأداء الوظيفي بين مكونات الحي (إعداد الباحث)

3-3-2- الاحتياجات الوظيفية في البنية العمرانية السكنية [4]:

يمكن توضيح الاحتياجات الوظيفية في البنية العمرانية السكنية من خلال الشكل (2) التالي:



الشكل (2) الاحتياجات الوظيفية في البنية العمرانية السكنية (إعداد الباحث اعتماداً على المصدر)

3-3-3 - تقييم الأداء الوظيفي للحي السكني:

تتم عملية تقييم الأداء الوظيفي للبنية العمرانية للحي السكني من منحنى الكفاءة والتكامل الوظيفي عبر ثلاث مراحل [4]:

- تقييم تخطيط شبكة الطرق.
- تقييم مخطط استعمالات الأراضي.
- تقييم التشكيل العمراني للحي والبلوك السكني.

ولقد ظهرت عدة نظريات واتجاهات في التخطيط في القرن العشرين منها اتجاه العمران الجديد الذي يقوم على عشرة مبادئ أساسية وهي: (المشي، والربط، والتنوع والاستعمالات المتعددة، ومزيج المساكن، وتمييز التصميم المعماري والتصميم الحضاري، والبناء التقليدي للمجاورة، وكثافة عالية، والنقل الذكي، والاستدامة، ونوعية الحياة) [4].

وفي المرجع [5] استخلصت الباحثة المؤشرات الخاصة بتقييم اتجاه العمران الجديد الذي يرفع من الأداء الوظيفي للبنية العمرانية السكنية وكانت هذه المؤشرات هي: المشي، الربط، الاستعمالات المتعددة والتنوع، مزيج المساكن، تميز التصميم المعماري والحضري، البناء التقليدي للمجاورة، كثافة عالية، النقل الذكي، الاستدامة، نوعية الحياة.

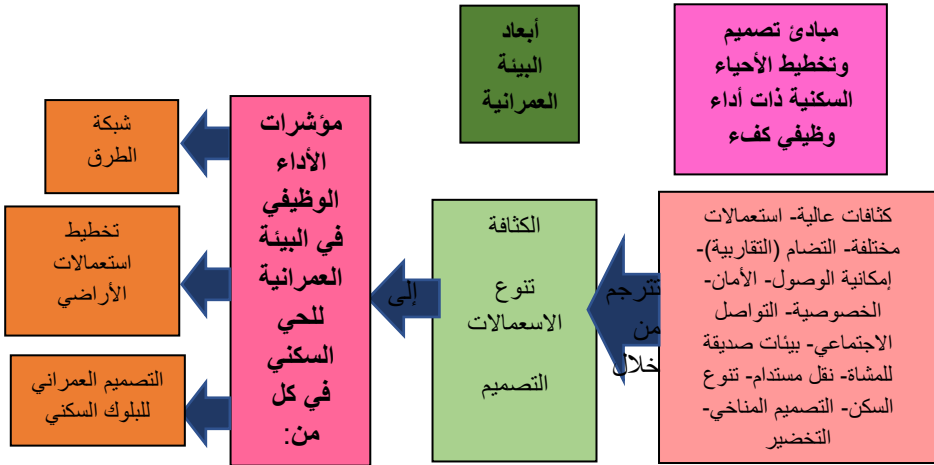
وعرّف المرجع [7] التجمع السكني المستدام على أنه مجموعة من الوحدات السكنية المتنوعة الأنماط، تعتمد في تشكيلها على معايير تخطيطية مستدامة تعزز نوعية الحياة لسكانها وتوفر لهم فرص خيارات متنوعة تأخذ بعين الاعتبار نوعية الخدمات الضرورية، التسوق والأنشطة التجارية، الفعاليات الترفيهية، وكيفية الوصول إلى أماكن العمل، تتحقق فيها خاصية التنوع والمرونة والتضام والاستخدامات المختلطة والاعتماد على حركة المشاة.

وأوضح المرجع [4] ظهور عدة نظريات واتجاهات في القرن العشرين متعلقة بالفكر الوظيفي وصولاً إلى الاتجاهات الحديثة في التخطيط، وقد استخلص منها مجموعة من

المبادئ المتعلقة بتصميم وتخطيط الأحياء السكنية ذات الأداء الوظيفي الكفاء والتي كان لها فعالية في رفع أداء البيئة العمرانية وظيفياً واجتماعياً واقتصادياً وبيئياً، والتي يمكن اعتمادها كأساس لتحقيق الاحتياجات الوظيفية للبيئة العمرانية السكنية التي أوضحناها في الشكل (2) السابق، وذلك بتطبيقها في كل مرحلة من مراحل التخطيط والتصميم العمراني للحي السكني (تخطيط شبكة الطرق / تخطيط استعمالات الأراضي / التصميم العمراني للحي والبلوك السكني).

كما أنه استخلص من تلك المبادئ مؤشرات التكامل الوظيفي في البيئة العمرانية السكنية لكل مستوى من المستويات السابقة استناداً إلى الأبعاد الثلاث للبيئة العمرانية (الكثافة، تنوع الاستعمالات، التصميم) فأصبحت هذه المؤشرات قابلة للتقييم والقياس [4].

ويوضح الشكل (3) التالي مبادئ تصميم وتخطيط الأحياء السكنية ذات الأداء الوظيفي الكفاء والتي استخلصت منها مؤشرات التكامل الوظيفي في البيئة العمرانية السكنية.



الشكل (3) مبادئ تصميم وتخطيط الأحياء السكنية ذات الأداء الوظيفي الكفاء في

البيئة العمرانية السكنية نقلاً عن المصدر [4]

سنركز في دراستنا على مبادئ الأداء الوظيفي الكفاء لمستوى تخطيط استعمالات الأراضي حيث سنستفيد من هذه المبادئ لاستنتاج معايير تقييم الأداء الوظيفي للخدمات والتي سنعتمدها في بحثنا.

3-3-4 - مبادئ الأداء الوظيفي الكفاء لمخطط استعمالات الأراضي:

إن تخطيط استعمالات الأراضي عمرانياً يعتمد على بعدين هما الكثافة وتنوع الاستعمالات [4].

1- الكثافة العالية وتنوع الاستعمالات [4]:

يعد هذان المبدآن أساسيان ولهما الدور الأكبر في كل مبادئ تصميم وتخطيط الأحياء السكنية، كما أن لهما الأثر الكبير في تفعيل بعضهما بعضاً، فالكثافات العالية تتطلب بالضرورة وجود استعمالات مختلطة وينسب ملائمة لتخديمها، والتنوع في الاستعمال يستقطب بحد ذاته كثافة أعلى للسكن بهدف التموضع بالقرب منه، وهما بطبيعة الحال مؤشران مباشران للدلالة على كفاءة الأداء الوظيفي.

فالكثافة مؤشر لتحديد مقدار الأرض المطلوبة لتسكين الأنشطة والوظائف تبعاً لعدد السكان ولها دور كبير في اختيار نمط الإسكان، وتلعب الكثافات العالية دوراً هاماً في توفير الأرض وتشجيع بيئات صديقة للمشاة، حيث تتوضع الأبنية والمسكن والمتاجر بحيث تكون قريبة من بعضها لسهولة المشي وتسمح بفعالية أكبر لاستعمال الخدمات، كما أن رفع الكثافة يؤدي إلى تقليل أبعاد الحي، إلا أنه يجب الحذر من رفع الكثافة فوق حد معين لأنه يقلل من فرص الأفراد في الحصول على نسب ملائمة من الخدمات والأماكن المفتوحة.

أما بالنسبة للاستعمالات المختلطة فتعني وجود مزيج من المتاجر والمكاتب والشقق والمنازل في الموقع، مع دمج الاستعمالات ضمن المجاورة وضمن التجمع السكني وحتى ضمن المبنى، وتنوع القاطنين: عمرياً واجتماعياً وثقافياً ومن حيث مستوى الدخل [5].

ويعتمد قياس مؤشر تنوع الاستعمالات على مبدأ التقصي Inception والذي يشير إلى حضور أو غياب الاستعمالات غير السكنية في المجاورة، وقد وضعت حدود للتحقق منه وهو وجود استعمالات غير سكنية ضمن مسافة (100 - 1500)m عن المسكن [4].

وتتصل بمؤشر تنوع الاستعمالات عدة مؤشرات أخرى لا تقل عنه أهمية وهي: هرمية الاستعمالات، وتوضع الاستعمالات، والنسب القياسية للاستعمالات.

أ- هرمية الاستعمالات: تعد هرمية الاستعمالات غير السكنية في الحي أمراً أساسياً، وخاصة الفراغات المفتوحة والخدمات التجارية فقد يوجد إلى جانب السوق المركزي في المجاورة بعض محلات البقالة التي تتوضع بين المجموعات السكنية، وكذلك يجب التمييز بين الحقائق نصف الخاصة للمجموعات السكنية والحدائق العامة على مستوى المجاورة أو الحي، ويرتبط هذا المؤشر بشكل جوهري مع توضع الاستعمالات الذي يحدد أنسب توضع لكل استعمال حسب درجته في الهرمية [4].

ب- توضع الاستعمالات: هو مؤشر بالغ الأهمية في الحكم على كفاءة الأداء الوظيفي لمخطط استعمالات الأراضي، وهو يرتبط بمؤشرين ثانويين هما: النمط المكاني لتوضع المركز ككل، ومجالات التوضع الخاصة بكل استعمال بالتوافق مع شبكة الطرق [4].

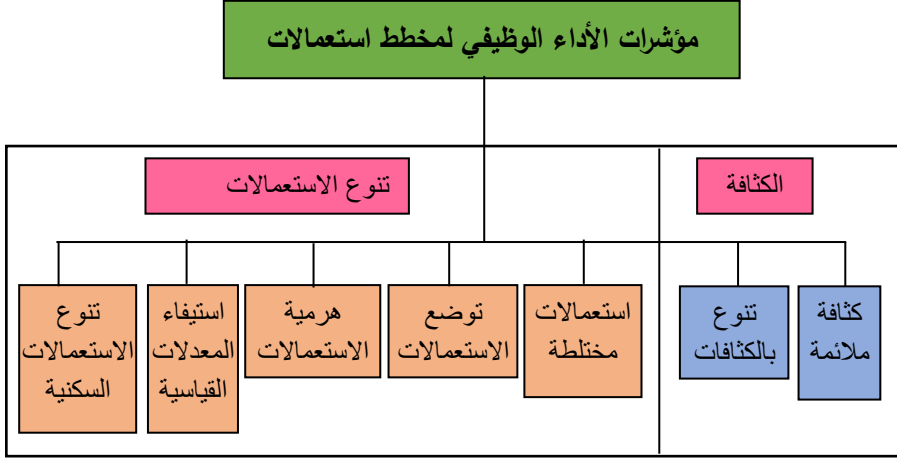
ت- النسب القياسية للاستعمالات: تعد نسب استعمالات الأراضي مؤشراً هاماً لتقييم الأداء الوظيفي في الحي السكني حيث يرتبط بتأمين قدر كافٍ من الخدمات والفراغات لكل فرد في الحي، وله أثره في تعزيز إمكانية الوصول والتقاربية وبيئة صديقة للمشاة، وذلك بتحقيق الاكتفاء بالخدمات المتاحة في الحي وتقليل الحاجة للرحلات الخارجية، ويجب المحافظة على نسب فراغات مفتوحة ومساحات خضراء كافية لأهمية الأمر في مبدأ التخضير، ويجب ربط النسب الملائمة لاستعمالات الأراضي بكثافات مقبولة [4].

ث- تنوع الاستعمال السكني (أنماط السكن): له دور بخلق بيئة سكنية حيوية تحقق التواصل الاجتماعي وتتسم بالتنوع مما ينعكس على أدائها وفعاليتها الوظيفية [4].

- 2- التضام والتقاربية[4] : تتحقق من خلال:
 - الكثافة العالية: لها دور أساسي في تحقيق التقاربية لأنها تقلل أبعاد المجاورة أو الحي بتركيز أعداد أكبر من السكان في مساحات محدودة.
 - تنوع الاستعمالات: يقرب الجهات من بعضها ويقصر المسافات بينها ويخفف الحاجة للرحلات الخارجية.
 - نسب الاستعمالات: لا يكفي مجرد وجود الاستعمال في الحي بل لابد من وجوده بنسب كافية لتحقيق الاكتفاء والاستغناء قدر الإمكان عن الرحلات الأبعد للحصول عليه.
- 3- إمكانية الوصول[4] : هي قدرة السكان على الوصول بسهولة إلى المصادر والخدمات وهي تتأثر بكل من: الكثافة العالية وتنوع الاستعمالات وتوضع الاستعمالات.
- 4- الخصوصية[4] : وهي تتعلق ب: توضع الاستعمالات وهرمية الاستعمالات: فتخصيص الاستعمال واقتصره على الفئة الموجه لها يضمن الخصوصية للمستخدمين.
- 5- التواصل الاجتماعي[4] : يتأثر بمؤشرات جميع المبادئ السابقة كالكثافة والتنوع في الاستعمالات ونسب هذه الاستعمالات وهرمية وتوضع الاستعمالات بالتوافق مع الشبكة الطرقية.
- 6- بيئات صديقة للمشاة ونقل مستدام[4] : يعتمد هذا المبدأ على التقاربية وإمكانية الوصول، وبالتالي فهو يخضع لجميع المؤشرات المؤثرة بهما.
- 7- تنوع أنماط السكن [4] : يعتبر أحد أشكال تنوع الاستعمالات فهو تنوع بالاستعمال السكني ذاته، ولهذا المبدأ أثر ملموس في خلق بيئات سكنية أكثر حيوية وغنى وهو يتأثر باختلاف الكثافات في الحي حيث ترتبط أنماط معينة بكثافات عالية وأخرى بكثافات منخفضة، وبذلك يمكن تحويله لمؤشرين هما تنوع أنماط السكن بحد ذاته وتنوع الكثافات ضمن المجاورة أو الحي.
- 8- التخضير[4] : يعد هذا المبدأ أمر بالغ الأهمية في كفاءة الأداء الوظيفي وهو يتحقق بتوفير الفراغات الخضراء بنسب قياسية على كامل المستويات التخطيطية

وهو يتأثر بالكثافات المستخدمة والتي تؤدي زيادتها فوق حد معين لتقليل فرص الحفاظ على نسب جيدة للمناطق الخضراء.

ويمكن تلخيص المؤشرات السابقة للأداء الوظيفي الكفاء لمخطط استعمالات الأراضي بالشكل (4) التالي [4]:



الشكل (4) مؤشرات الأداء الوظيفي لمخطط استعمالات الأراضي نقلاً عن المصدر [4]

وانطلاقاً من مبادئ تصميم وتخطيط الأحياء السكنية الموضحة في الشكل (3) ومن مؤشرات الأداء الوظيفي المذكورة أعلاه سنقوم باستخلاص معايير التقييم التي سنعملها في دراستنا.

3-4 - الخدمات العامة في المدن والأحياء:

هي الخدمات والمؤسسات والمنشآت التي تقام ليستعملها السكان بالاشتراك، ويمكن إدراجها في البنود التالية [1][3]:

- مرافق عامة: شبكات مياه حلوة، وصرف صحي، وكهرباء، وهاتف.....
- خدمات تعليمية: حضانة، روضة، مدارس (ابتدائية، إعدادية، ثانوية)، معهد، جامعة.

- خدمات صحية: مشفى، مستوصف، مختبرات أشعة وتحاليل، عيادات، صيدليات، عيادة طبيب أسنان....
 - خدمات تجارية: سوبر ماركت كبير، سوبر ماركت صغير، بقالية، محل بيع خضروات، محل بيع لحوم، محلات بيع ملابس، حلاق، محل بيع مشتقات الحليب، محل بيع مواد تجميلية، محل بيع أحذية، محل بيع دواجن، محل بيع مواد منزلية، محل بيع بيض، محل بيع معجنات وحلويات، مطاعم شعبية، أفران، مولات، محل بيع أثاث منزلي، محل بيع أدوات صحية وكهربائية.....
 - خدمات ثقافية: مكتبة لبيع الكتب، مكتبة للمطالعة، قاعة للدراسة zoon study
 - خدمات دينية: جامع، كنيسة.
 - خدمات ترفيهية: مطاعم، مسابح، نوادي رياضية، ملاعب رياضية، حدائق، مساحات خضراء، كافيتريات، مقاهي، صالات ألعاب للأطفال، فنادق، ساحات مكشوفة (مواقف سيارات)
 - خدمات إدارية: مخفر شرطة، مباني بلدية، محاكم، مطافئ، مباني تابعة لمؤسسات حكومية أو خاصة، بنوك.....
- وتتحدد الاحتياجات الفعلية للسكان بواقع دراسة وظيفة ونطاق تأثير الخدمات والمرافق العامة الموجودة فعلاً.
- ويجب أن تكون الخدمات على مقربة من المسكن، والفكرة في توزيع الخدمات العامة هي إنشاء تدرج هرمي للخدمات المطلوبة (من حيث الحجم، وعدد السكان المقابل لها)، ويلاحظ أن من بين الخدمات ما يشترط له حد أدنى من السكان لتبرير إنشائه اقتصادياً مثل الخدمات التعليمية، والخدمات الصحية، والمتاجر. وباقي الخدمات يمكن إنشاؤها حسب حجم أو عدد السكان الذين تنشأ لهم مثل الحدائق العامة، وأساس التقدير فيها هو ما يتقرر كحد أدنى لنصيب الفرد الواحد أو الأسرة الواحدة منها [3].

واستناداً إلى التصنيف الأخير للاحتياجات فإنه يمكن تصنيف الخدمات العامة إلى:

- 1- خدمات ضرورية: وتشمل الاحتياجات اليومية.
- 2- خدمات متوسطة الضرورة: وتشمل الاحتياجات الأقل تكراراً.
- 3- خدمات ترفيهية: وتشمل الاحتياجات نادرة الطلب والخدمات غير الضرورية وإنما تعتبر كمالية والتي تتم زيارتها مرة إلى مرتين في الشهر.

3-5-3 - التطبيق العملي: مثال (حي جب الجندلي):

3-5-3-1 - موقع حي جب الجندلي:

يصنّف حي جب الجندلي على أنه حي مميز سكني حسب تصنيف الأحياء.

ويقع حي جب الجندلي إلى الشرق من مدينة حمص القديمة على بعد حوالي 2 كم عن مركز المدينة، يرتبط الحي بالمدينة بشبكة مواصلات رئيسية مؤلفة من عدد من الطرق التي تحيط به من الجهات الأربعة.

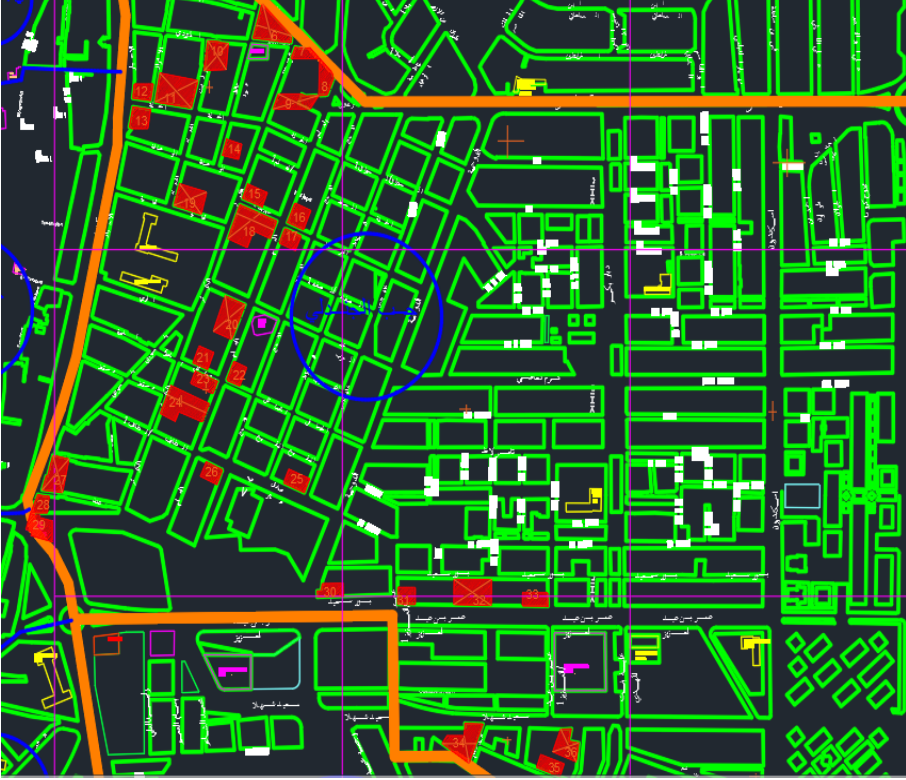
تبلغ مساحة الحي حوالي 72.06 هكتاراً، ويقطن فيه حوالي 26193 نسمة تقريباً [8]، وبذلك تكون الكثافة الشائبة (وهي تعني نسبة عدد سكان الحي إلى مساحة الحي كاملاً متضمناً المساحات الخدمية والفراغات المفتوحة والطرق) في الحي 363.5 نسمة/الهكتار، وهي كثافة كبيرة على اعتبار أن الكثافة الشائبة المقبولة في الوحدة الأساسية هي بحدود (200-350) شخص/هكتار [11].

تتنوع أنظمة البناء المطبقة على الطابع المعماري في الحي حيث يتواجد فيه سكن شعبي حديث وأبنية متصلة ومساكن شعبية، ويتميز الحي باحتوائه على مقابر (كاستعمالات خاصة في هذا الحي).

3-5-3-2 - مخطط الدمار في حي جب الجندلي:

استند البحث في تحليل مشهد الدمار في الحي إلى الصور الفضائية باستخدام برنامج (google earth) وإلى المشاهدات والزيارات الميدانية للحي، حيث لوحظ أن الدمار

الحاصل يتركز في الجهة الغربية والجهة الجنوبية من الحي. ويوضح الشكل (5) التالي مخطط الدّمار الكلي في حي جب الجندلي:



الشكل (5) مخطط الدّمار الكلي في حي جب الجندلي (إعداد الباحث اعتماداً على المصدر

[10])

3-5-3- البرنامج التخطيطي لحي جب الجندلي ودراسة الواقع الراهن في الحي:

يجب أن يتوفر في الحي الخدمات التالية:

1- الخدمات التعليمية:

عدد سكان حي جب الجندلي 26193 نسمة وهذا يعني أنّ الحي مؤلف من ست وحدات أساسية على اعتبار أنّ عدد السكان في الوحدة الأساسية حسب المعايير التخطيطية السورية للتخطيط العمراني هو (2500-5000) نسمة.

وحسب المعايير التخطيطية السورية للتخطيط العمراني يجب أن يتوافر في هذا الحي الخدمات التعليمية التالية:

1 - روضات الأطفال:

بما أن الحي مؤلف من ست مجاورات سكنية وكل منها تحتاج إلى روضة أطفال فإن الحي يحتاج إلى ست روضات أطفال، ومن خلال دراسة الواقع الراهن للحي تبين أنه يوجد فيه أربع روضات أطفال، وبالتالي فإن النقص في عدد روضات الأطفال اللازم تأمينه للحي هو 2 روضتي أطفال.

2- التعليم الأساسي:

نسبة التلاميذ في سن التعليم الأساسي هو 22% من مجموع سكان الحي وباعتبار أن حصة التلميذ من مساحة الأرض هي $12m^2$ [11].

وبالتالي فإن مساحة مدارس التعليم الأساسي اللازمة والواجب توفيرها للحي هي $69149.52 m^2$ ، ومن خلال دراسة الواقع الراهن للحي تبين وجود 8 مدارس تعليم أساسي في الحي بما يعادل 168 شعبة تعليم أساسي، وباعتبار عدد التلاميذ في كل شعبة هو 35 تلميذ فإن المساحة المتوفرة في الحي $70560 m^2$.

وبالتالي لا يوجد نقص في مساحة مدارس التعليم الأساسي في حي جب الجندلي.

3- التعليم الثانوي:

نسبة التلاميذ من مجموع سكان الحي هي 4%، وباعتبار أن حصة التلميذ من مساحة الأرض هي $16m^2$ [11]، وبالتالي فإن مساحة مدارس التعليم الثانوي اللازمة والواجب توفيرها للحي هي: $16763.52 m^2$.

والمساحة السابقة تكافئ 30 شعبة تعليم ثانوي، لا يوجد في حي جب الجندلي أي مدرسة ثانوية، ولكن على اعتبار أن المدارس الثانوية تخطط لتخدم أكثر من حي سكني

فإن حاجة حي جب الجندلي من مدارس التعليم الثانوي تتوفر في الأحياء المجاورة. أي أنه لا يوجد نقص في خدمات التعليم الثانوي في الحي.

2- الخدمات الصحية:

على اعتبار أن حصة الفرد من مساحة الأرض هي $0.2m^2$ [11]، فإنه يجب أن يتوافر في الحي مساحة للخدمات الصحية قدرها: $5238.6 m^2$.

وحسب الواقع الراهن يتوفر في حي جب الجندلي مستشفى الباسل الذي يخدم الحي وجميع الأحياء المجاورة له، كما يوجد على الطرف الجنوبي الغربي من الحي مستوصف باب الدريب التابع لحي كرم الزيتون، بالإضافة إلى أنه تتوفر في الحي عيادات خاصة وصيدليات وعيادات أطباء أسنان ومركز تخصصي للعلاج الفيزيائي.

أي أنه لا يوجد نقص في الخدمات الصحية في الحي.

3- الخدمات الدينية:

على اعتبار أن حصة الفرد من مساحة الأرض هي $0.25 m^2$ [11]، فإنه يجب أن يتوافر في الحي مساحة للخدمات الدينية قدرها: $6548.25 m^2$.

ويتوفر في حي جب الجندلي 5 جوامع بمساحة إجمالية قدرها $8830 m^2$ وهي أكثر من المساحة اللازمة للخدمات الدينية،

أي أنه لا يوجد نقص في الخدمات الدينية في الحي بل هي أكثر من المعايير التخطيطية السورية.

4- الخدمات التجارية:

على اعتبار أن حصة الفرد من مساحة الأرض هي $1 m^2$ [11]، فإنه يجب أن يتوافر في الحي مساحة للخدمات التجارية قدرها: $26193.72 m^2$.

ويتوفر في حي جب الجندلي خدمات تجارية بمساحة إجمالية قدرها 68180 m^2 [8]، وهي عبارة عن محلات تجارية مختلطة مع السكن ومباني تجارية منفصلة وهي أكثر من المساحة اللازمة الواجب توفرها للخدمات التجارية في الحي، أي أنه لا يوجد نقص في الخدمات التجارية في الحي بل هي أكثر من المعايير التخطيطية السورية.

5- الخدمات الإدارية والحكومية:

يتوافر في حي جب الجندلي مبنى لدائرة الغرف الجيولوجية ومبنى للشركة السورية للنفط بمساحة إجمالية قدرها 9726 m^2 ، ويشترك الحي مع الأحياء المجاورة بخدمة الإطفاء وخدمة مخفر الشرطة، ومقسم الهاتف.

6- استعمالات خاصة:

يتوفر في حي جب الجندلي استعمالات خاصة (مقابر) بمساحة إجمالية قدرها 25556 m^2 .

7- الحدائق والمسطحات الخضراء والفضاءات المفتوحة:

حصة الفرد من مساحة الحدائق هي 1.2 m^2 [11]، وبالتالي يجب أن يتوافر في الحي مساحة للحدائق والأحزمة والمسطحات الخضراء قدرها 31431.6 m^2 وبحسب الواقع الراهن للحدائق في جب الجندلي فإنه يتوفر في الحي مساحة قدرها 43345 m^2 وهي أكبر من اللازم، إلا أن ما كان مخصصاً سابقاً كحديقة عامة هو الآن أرض جرداء لأنها تعرضت للتدمير جزئياً تحتاج إلى إعادة تأهيل، ولا يوجد في الحي أي حدائق أخرى سوى بعض حدائق المنازل وبعض الأشجار المزروعة في المنصفات في الشوارع لاسيما شارع ديار بكر.

8- الملاعب الرياضية:

حصة الفرد من مساحة الملاعب الرياضية هي 1 m^2 [11]، أي أن المساحة الواجب توفرها للملاعب الرياضية في حي جب الجندلي هي: 26193 m^2 ولا يتوفر في

حي جب الجندلي سوى مسبح فقط وهو مغلق وقد تعرض لتخريب جزئي، إلا أن الملاعب الرياضية تخطط على مستوى عدة أحياء.

والجدول (1) التالي يوضح المساحة اللازمة والمتوفرة لكل خدمة وكذلك النقص في مساحة الخدمة:

الجدول (1) المساحة اللازمة والمتوفرة لكل خدمة وكذلك النقص في مساحة الخدمة (إعداد الباحث)

ملاحظات	النقص في مساحة الخدمة m ²	المساحة المتوفرة من الخدمة m ²	المساحة اللازمة للخدمة من الحي m ²	الخدمة
—	—	70560	69149.52	مدارس التعليم الأساسي
يتوفر في أحياء مجاورة	—		16763.52	مدارس التعليم الثانوي
يتوفر مشفى الباسل	—		5238.6	الخدمات الصحية
يتوفر أكثر من اللازم	—	8830	6548.25	الخدمات الدينية
يتوفر أكثر من اللازم	—	68180	26193	الخدمات التجارية
—	—	9726		الخدمات الإدارية والحكومية
	—	—	10477.2	الخدمات الثقافية والاجتماعية
يتوفر في أحياء مجاورة		6073 مسبح	26193	الخدمات الرياضية
يتوفر أكثر من اللازم	—	43345.12	31431.6	الحدائق
—	—	25556		استعمالات خاصة (مقابر)
		171400	108090	الطرق

نستنتج مما سبق أن حي جب الجندلي تتوفر فيه معظم الخدمات ولكن ينقصه روضتي أطفال وقاعة للمطالعة وناديين رياضيين.

3-5-4- تسلسل الخدمات الضرورية للأحياء المميزة سكنية وفقاً لأهميتها للحي:

تم إجراء استبيان لمعرفة تسلسل الخدمات الضرورية للأحياء وفقاً لأهميتها بحسب تصنيف الأحياء، فكان تسلسل الخدمات الضرورية للأحياء المميزة سكنية هو كالتالي:

a- الخدمات المهمة جداً:

- مرافق عامة: شبكات مياه حلوة، وصرف صحي، وكهرباء، وهاتف.....
- خدمات صحية: مشفى، مستوصف، مختبرات أشعة وتحليل، عيادات، صيدليات، عيادة طبيب أسنان....
- خدمات تعليمية: حضانة، روضة، مدارس (ابتدائية، إعدادية، ثانوية).
- خدمات دينية: جامع، كنيسة.
- ساحات خضراء، حدائق، ساحات مكشوفة (مواقف سيارات مثلاً).
- خدمات تجارية: بجميع أنواعها

b- الخدمات المهمة:

- خدمات ثقافية: مكتبة لبيع الكتب، قاعة للمطالعة.
- خدمات ترفيهية: مطاعم، مسابح، نوادي رياضية، ملاعب رياضية، حدائق، مساحات خضراء، كافيتريات، مقاهي، صالات ألعاب للأولاد،.....

c- الخدمات قليلة الأهمية:

- صالات معارض، مسارح.
- خدمات إدارية: ما هو متوفر منها في الحي مثلاً: مخفر شرطة، مباني بلدية، محاكم، مطافئ، مباني تابعة لمؤسسات حكومية أو خاصة، بنوك.....

3-5-5- النمذجة الرياضية للمسألة:

a- مجموعة الحلول: هي مجموعة الخدمات والأماكن المناسبة التي ستتوضع

عليها هذه الخدمات، وهي إما خدمات غير موجودة في الحي أو خدمات موجودة لكنها غير كافية سيتم إتمامها لتلبية حاجة الحي أو كانت موجودة لكنها مدمرة بشكل كامل لذلك يجب اختيار أماكن ليتوضع عليها النقص في الخدمات. وأما الأماكن التي سيتم توضع الخدمات غير الموجودة أو غير

الكافية عليها فهي إما الأماكن الفارغة في الحي أو الأماكن المدمرة بشكل كامل.

b- مجموعة المعايير: هي مجموعة من المعايير التي تسهم برفع الكفاءة (الجودة) الوظيفية للحي، وهذه المعايير تتعلق بنوع الخدمات التي سيتم تلبية الحي بها، وهي:

1- معايير الخدمات التعليمية: وهذه المعايير هي:

الهدوء (بعيداً عن الضجيج)، وسهولة الوصول، والأمان (من حيث خطر عبور الشوارع، وخطر وجود مصادر تلوث وروائح)، ولا يسبب ضجيج على الجوار (هدوء للجوار)، وإنارة، وتهوية، وتشميس.

2- معايير الخدمات الصحية: وهذه المعايير هي:

الهدوء (بعيداً عن الضجيج)، وسهولة الوصول، والأمان (من حيث عدم وجود مصادر تلوث وروائح)، ووجود حديقة أو فضاء مفتوح بجواره، وإنارة، وتهوية، وتشميس.

3- معايير الخدمات الدينية: وهذه المعايير هي:

الهدوء (بعيداً عن الضجيج)، وسهولة الوصول، وإنارة، وتهوية، وتشميس.

4- الخدمات الرياضية: يفضل تواجدها بجوار المدارس أو المباني الحكومية والإدارية أو الحدائق. أما المعايير فهي: عدم سهولة الوصول، وإنارة، وتهوية، وتشميس.

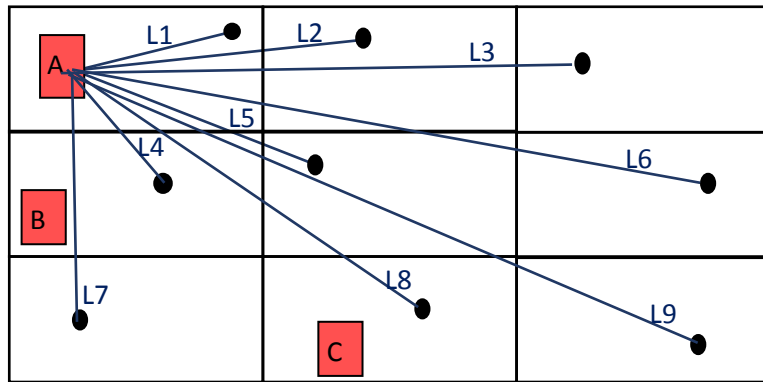
5- الخدمات التجارية: يفضل تواجدها بجوار المدارس أو المباني الحكومية والإدارية (بجوار خدمات أخرى) على شوارع رئيسية أو تجميعية وعلى أطراف الحي وبحيث يمر بالقرب منها حركة النقل العابر وأن تكون متنوعة لتنفيذ كل خدمة من رواد الخدمات الأخرى.

c- طريقة تقييم المعايير:

لتوضيح كيفية تقييم المعايير السابقة فإنه تم تغليف الحي بمستطيل قُسم إلى تسع مستطيلات متشابهة وذلك تبعاً لشكل وأبعاد الحي، وبحيث لا يزيد طول أو عرض كل مستطيل عن 500m وهي أقصى مسافة لبعد الروضة أو المدرسة الابتدائية عن المنزل، ومن ثم نبدأ بدراسة طريقة تقييم كل معيار:

1- معيار سهولة الوصول: لتقييم هذا المعيار سنعتمد على الكثافة السكانية ضمن كل مستطيل وعلى المسافة بين مراكز ثقل هذه الكثافة ومركز ثقل الموقع المدمر (أو الفارغ) المقترح لتوضيح الخدمة عليه. ويمكن توضيح ذلك بالمثال التالي:

بفرض لدينا المستطيل الموضح في الشكل (6) الذي يمثل المستطيل المغلف لأحد الأحياء:



الشكل (6) مثال توضيحي لحساب سهولة الوصول (إعداد الباحث)

والذي قُسم إلى تسع مستطيلات. سيتم حساب الكثافة السكانية في كل من المستطيلات التسعة وتحديد مركز ثقل هذه الكثافة G_i في المستطيلات التسعة. وبفرض لدينا المواقع المقترحة لإقامة روضة مثلاً. وبفرض أن L_i تمثل بعد مركز ثقل الكثافة G_i في A,B,C

كل مستطيل عن الموقع A سنحسب النسبة المئوية r_i لمسافة مركز ثقل كل مستطيل

$$r_i = \frac{L_i}{\sum L_i} \quad \text{عن الموقع A المقترح لإقامة الروضة بالعلاقة:}$$

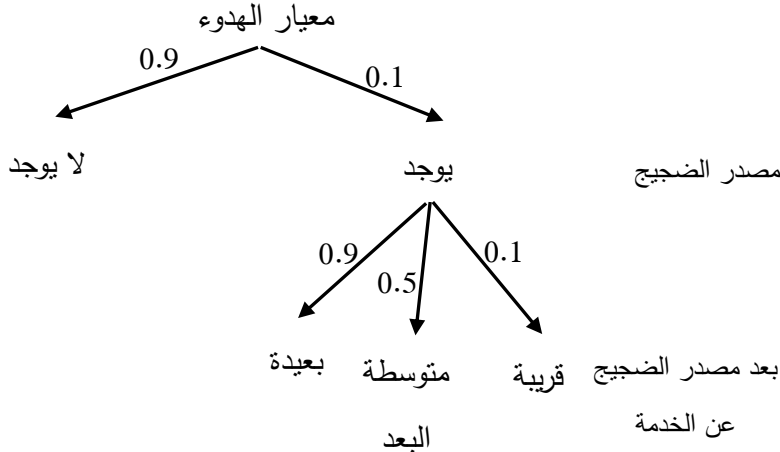
ثم نحسب سهولة الوصول إلى الموقع A المقترح لإنشاء الروضة بالعلاقة:

$$\text{سهولة الوصول} = \frac{G_1(1-r_1) + G_2(1-r_2) + \dots + G_9(1-r_9)}{G_1 + G_2 + \dots + G_9}$$

حيث r_i هي نسبة مئوية لمسافة مركز ثقل كل مستطيل بالنسبة إلى مجموع مسافات كل المستطيلات عن الموقع A المقترح لإنشاء الروضة. وينفس الأسلوب نحسب سهولة الوصول إلى الموقع المقترح الثاني B ثم الثالث C وهكذا...

2- معيار الهدوء:

يتعلق بوجود مصدر للضجيج ويبعد هذا المصدر عن موقع الخدمة المدروسة، حيث تعتبر المسافة قريبة إذا كانت أصغر من 40m ومتوسطة إذا كانت المسافة أكبر من 40m وأصغر من 200m وبعيدة إذا كانت أكبر من 200m. وبإجراء تحليل هرمي للعوامل المؤثرة في هذا المعيار الموضح في الشكل (7) التالي نحصل على النتائج المبينة في الجدول (2) التالي الذي يوضح درجة الهدوء وقيمة المعيار:



الشكل (7) التحليل الهرمي لمعيار الهدوء

الجدول (2) تقييم معيار الهدوء (إعداد الباحث)

درجة الهدوء	قيمة المعيار	مصدر الضجيج	بعد مصدر الضجيج عن الخدمة
سيء	0.1	يوجد	قريبة
		يوجد	متوسطة
وسط	0.5	يوجد	بعيدة
جيد	0.9	لا يوجد	

3- معيار الأمان: يتعلق بوجود مصدر للخطر (طريق عام، معمل كيميائي يسبب روائح، أو تلوث...) وبيعد هذا المصدر عن موقع الخدمة المدروسة، وبإجراء تحليل هرمي للعوامل المؤثرة في هذا المعيار نحصل على النتائج المبينة في الجدول (3) التالي الذي يوضح درجة الأمان وقيمة المعيار:

الجدول (3) تقييم معيار الأمان (إعداد الباحث)

درجة الأمان	قيمة المعيار	مصدر الخطر	بعد مصدر الخطر عن الخدمة
سيء	0.1	يوجد	قريب
		يوجد	متوسط
وسط	0.5	يوجد	بعيد
جيد	0.9	لا يوجد	

4- معيار الهدوء للجوار (عدم التسبب بضجيج على الجوار): يتعلق ببيعد الخدمة المدروسة التي تسبب ضجيج عن المنشأة التي تتطلب هدوء وبوجود عازل بين الخدمة المدروسة والجوار (حديقة، الخدمة المدروسة محاطة بأشجار أو بفضاء مفتوح). وبإجراء تحليل هرمي للعوامل المؤثرة في هذا المعيار نحصل على النتائج المبينة في

الجدول (4) التالي الذي يوضح درجة الهدوء للجوار وقيمة المعيار:

الجدول (4) تقييم معيار الهدوء للجوار (إعداد الباحث)

وجود عازل	بعد الخدمة المدروسة عن المنشأة التي تتطلب هدوء	قيمة المعيار	درجة الهدوء للجوار
لا يوجد	قريب	0.1	سيء
لا يوجد	وسط		
يوجد	قريب	0.5	وسط
لا يوجد	بعيد		
يوجد	وسط	0.9	جيد
يوجد	بعيد		

5- معيار الإنارة ومعيار التهوية: يتعلق بعرض الشوارع المجاورة للخدمة المدروسة وبوجود جوار ملاصق للخدمة المدروسة، حيث تكون الإنارة وكذلك التهوية جيدة إذا كان عرض الشارع يحقق العلاقة: [4] عرض الشارع = -1.5 (2.5)h . وبإجراء تحليل هرمي للعوامل المؤثرة في هذا المعيار نحصل على النتائج المبينة في الجدول (5) التالي الذي يوضح درجة الإنارة (التهوية) وقيمة المعيار:

الجدول (5) تقييم معيار الإنارة (معيار التهوية) (إعداد الباحث)

وجود جوار	عرض الشارع	قيمة المعيار	درجة الإنارة (التهوية)
من ثلاث جهات	لا يحقق العلاقة	0.1	سيء
من جهتين	لا يحقق العلاقة		
من جهة واحدة	لا يحقق العلاقة	0.5	وسط
من ثلاث جهات	يحقق العلاقة		
من جهتين	يحقق العلاقة	0.9	جيد
من جهة واحدة	يحقق العلاقة		

6- معيار التشميس: يتعلق بعرض الشوارع المجاورة لموقع الخدمة المدروسة

ويوجد جوار ملاصق للخدمة المدروسة، حيث يكون التشميس جيد إذا كان عرض الشارع يحقق العلاقة: [4] عرض الشارع = $(1.5-2.5)h$ ، حيث h يمثل ارتفاع البناء على جانبي الشارع. كما يتعلق بطول الواجهة المقابلة لاتجاه الجنوب لموقع الخدمة المدروسة (الاتجاه الطويل أم الاتجاه القصير)، وبإجراء تحليل هرمي للعوامل المؤثرة في هذا المعيار نحصل على النتائج المبينة في الجدول (6) التالي الذي يوضح درجة التشميس وقيمة المعيار:

الجدول (6) التالي درجة التشميس وقيمة المعيار (إعداد الباحث)

وجود جوار	البعد المقابل لاتجاه الجنوب	عرض الشارع	قيمة المعيار	درجة التشميس
من ثلاث جهات	القصير	لا يحقق العلاقة	0.1	سيء
من جهتين	القصير	لا يحقق العلاقة		
من جهة واحدة	القصير	لا يحقق العلاقة	0.5	وسط
من ثلاث جهات	الطويل	لا يحقق العلاقة		
من جهتين	الطويل	لا يحقق العلاقة		
من جهة واحدة	الطويل	لا يحقق العلاقة		
من ثلاث جهات	القصير	يحقق		
من جهتين	القصير	يحقق		
من جهة واحدة	القصير	يحقق	0.9	جيد
من ثلاث جهات	الطويل	يحقق		
من جهتين	الطويل	يحقق		
من جهة واحدة	الطويل	يحقق		

3-6-6- نظم دعم القرار متعدد المعايير [2]:

3-6-1- مقدمة:

يتوجب على معظم أصحاب القرار في حل أغلب المسائل اختيار حل من مجموعة حلول أو القيام بفعل من بين عدة أفعال مختلفة، حيث أن كل واحد من هذه الحلول أو الأفعال يقدم ميزات وعيوباً مختلفة، فالحل الأوفر اقتصادياً مثلاً قد يكون تأثيره سلبياً على البيئة أكثر من غيره، أو قد يكون أصعب في التنفيذ وهكذا. فهنا نلاحظ وجود عدة جهات نظر (عدة معايير) وهي متناقضة فيما بينها.

نسمي عملية اختيار حل (أو عدد من الحلول) لمسألة ما من بين مجموعة حلول معروفة ووفقاً لمجموعة معايير محددة بعملية اتخاذ القرار متعدد المعايير.

3-6-2- أسس ومبادئ طرق القرار متعدد المعايير [2]:

إن القرار الذي يمكن أن ينتج عن مقارنة حلين ما مثل a و b يمكن أن يكون:

الحل a مفضل على b أو بالعكس، a و b متعادلان، أو إن a و b غير قابلين للمقارنة.

3-6-3- طرق حل مسائل اتخاذ القرار متعدد المعايير [2]:

لحل مسائل اتخاذ القرار متعدد المعايير هناك طرق عديدة أهمها:

1- طرق التوازن والأوزان. 2- طرق التفوق أو الترتيب.

1- طرق التوازن أو الأوزان:

عند حل أي مسألة بهذه الطريقة يتم دمج كل المعايير المفروضة بمؤشر واحد وذلك بعد تصعيد كل معيار بمعامل تنقيل مناسب (يدعى وزن المعيار)، حيث نحدد الأوزان $(p_1, p_2, p_3, \dots, p_n)$ للمعايير $(c_1, c_2, c_3, \dots, c_n)$ على الترتيب من أجل الحصول على مؤشر جديد C وحيد كما يلي:

$$C = p_1.c_1 + p_2.c_2 + p_3.c_3 + \dots + p_n.c_n$$

إذ أن وزن المعيار يعبر عن الأهمية النسبية لكل معيار، وهذا الوزن يقترح من قبل المقرر انطلاقاً من معطيات المسألة، ولكن هذه الطريقة لها عدد من السلبيات منها، الحساسية لواحدة المعيار المستخدمة والقبول بالقيمة المتوسطة للمعايير مجتمعة.

2- طرق التفوق بالأغلبية:

إن المنطق متعدد المعايير المطبق في هذه الطرق لا يقوم على دمج المعايير كما في طريقة الأوزان، بل على العكس إنه يحافظ على فروقات الأفضلية بين الحلول خلال كل مراحل القرار وحتى الوصول للقرار النهائي، وتتم منهجية الحل في هذه الطرق من خلال مرحلتين:

1- البحث عن مجموعة الحلول الفعالة باستخدام أمثلية باريتو:

في المرحلة الأولى من القرار نقوم بحذف كل الحلول غير الفعالة، حيث يعتبر حل ما أنه فعال عندما يكون مقبولاً وغير مسيطر عليه (أو غير مغمور). ويكون حل ما مقبول عندما يحقق جميع الشروط المفروضة على المسألة المطلوب حلها، بينما يكون حل ما a مسيطر عليه من قبل الحل b إذا كان الحل b أفضل من الحل a وذلك وفق كافة المعايير فيقال إن الحل a مغمور من قبل الحل b .

2- فرز الحلول الفعالة بحسب مسألة القرار المطلوبة:

في المرحلة الثانية نقوم بتحديد مواصفات كل حل بناء على نوع مسألة القرار المنشودة وذلك بتطبيق طرق رياضية ومنطقية معروفة.

سنطبق طريقة ELECTRE 1 [2] :

نقوم في هذه الطريقة بتقسيم مجموعة الحلول إلى مجموعة حلول جيدة وأخرى رديئة وفق الخطوات التالية:

- مقارنة كل حلين مع بعضهما.
- فرز المعايير إلى: (معايير إيجابية، معايير متعادلة، معايير سلبية).
- نحسب الأوزان لكل مجموعة.
- نحسب مؤشر التفوق ومؤشر السلبية.
- تحديد تفوق Excellence أحد الحلين.
- تحديد الحلول الجيدة أو النواة N .

حيث أن النواة: تكون مؤلفة من جميع الحلول التي لا تتلقى أي سهم.

3-6-4- اختيار مواقع الروضتين في حي جب الجندي:

- حساب المساحة اللازمة لكل روضة:

بفرض أن عدد الأطفال في الروضة (200-100) طفل، وأن المساحة اللازمة لكل طفل هي $12m^2$ [11]، فتكون المساحة اللازمة للروضة بين (1200-2400) m^2

نقارن مساحات المواقع المدمرة كلياً (المواقع الفارغة) مع المساحة السابقة اللازمة للروضة ونشطب المواقع التي لا تحقق هذه المساحة فيتبقى لدينا المواقع المرشحة لاستقبال الروضتين وهي المواقع (11,18,24,32).

- تقييم المواقع المرشحة لاستقبال الروضتين وفقاً لمعايير الخدمات التعليمية موضحة في الجدول (7) التالي:

الجدول (7) تقييم المواقع المرشحة لاستقبال الروضة (إعداد الباحث)

موقع المرشح	معايير سهولة الوصول %	معايير الهدوء	معايير الأمان	معايير الهدوء للجوار	معايير الإنارة	معايير التشميس	معايير التهوية
11	88.19	0.1	0.1	0.1	0.9	0.9	0.9
18	88.33	0.1	0.5	0.1	0.9	0.5	0.9
24	88.09	0.5	0.9	0.1	0.1	0.1	0.1
32	87.3	0.1	0.1	0.5	0.9	0.9	0.9
الأوزان	2	2	3	2	1	1	1

ملاحظة: تم الحصول على قيم الأوزان من خلال استبيان (أوردنا نص الاستبيان في ملحق البحث) تم توزيعه على عدد من المختصين ومن ثم تم القيام بتحليله والحصول على القيم السابقة للأوزان.

للحصول على الأماكن الأفضل (الحل الأمثل) للروضتين سنقوم بتطبيق طرق اتخاذ القرار متعدد المعايير حيث سنقوم في البداية بتطبيق أمثلية باريتو لحذف الحلول المغمورة، ومن ثم نطبق طريقة ELECTRE 1 لاختيار الحلول الجيدة وحذف الحلول الرديئة.

• اختيار موقع الروضتين باستخدام طرق اتخاذ القرار متعدد المعايير:

بتطبيق أمثلية باريتو ومقارنة قيم المعايير (كل حلين مع بعضهما البعض) للحلول الأربعة (11,18,24,32) نلاحظ عدم وجود أي حل مغمور وبالتالي لن يتم حذف أي حل، وسننتقل لتطبيق طريقة Electre 1 على الحلول الأربعة:

نبدأ بمقارنة كل حلين معاً ونوزع المعايير لهما ضمن ثلاث مجموعات هي: $M^+(a, b)$ و $M^-(a, b)$ و $M^=(a, b)$ ثم نوجد مؤشر التفوق $C(a, b)$ ومؤشر السلبية $D(a, b)$.

نبدأ بمقارنة الحل (الموقع 11) مع جميع الحلول (المواقع الأربعة الأخرى):

مقارنة الحلين 11 و 18:

$$M^+(11,18) = \{\text{التشميس}\} : p^+(11,18) = 1$$

$$M^=(11,18) = \{\text{التهوية الإنارة، هدوء الجوار الهدوء،}\}$$

$$p^=(11,18) = 2 + 2 + 1 + 1 = 6$$

$$M^-(a, b) = \{\text{سهولة الوصول الأمان،}\}$$

$$p^-(11,18) = 2 + 3 = 5 : \sum p = 1 + 6 + 5 = 12$$

نحسب مؤشر التفوق:

$$C(11,18) = \frac{P^+(11,18) + p^=(11,18)}{\sum p} = \frac{1 + 6}{12} = 0.58$$

نحسب مؤشر السلبية:

$$D(11,18) = \frac{1}{1} * \max(0.0014, 0.4) = 0.4$$

ثم نتابع مقارنة الحل 11 مع كل من الحلول 24 و 32 ونوجد مؤشر التفوق والسلبية، ثم ننقل لمقارنة الحل 18 مع الحلول الثلاثة الأخرى ونوجد مؤشر التفوق ومؤشر السلبية، وهكذا إلى أن نقارن جميع الحلول مع بعضها ونوجد مؤشر التفوق ومؤشر السلبية لها، ثم نشكل جدول التفوق (8) وجدول السلبية (9) التاليين:

الجدول (8) جدول التفوق (إعداد الباحث)

الحل	11	18	24	32
11	—	0.58	0.58	0.83
18	0.92	—	0.58	0.75
24	0.58	0.58	—	0.58
32	0.83	0.58	0.42	—

الجدول (9) جدول السلبية (إعداد الباحث)

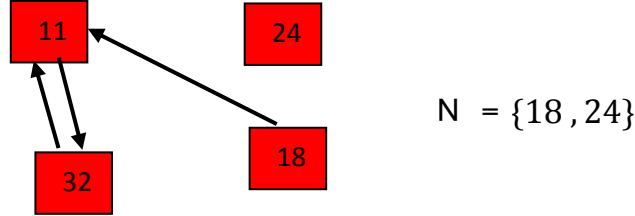
الحل	11	18	24	32
11	—	0.4	0.8	0.4
18	0.4	—	0.4	0.4
24	0.8	0.8	—	0.8
32	0.009	0.4	0.8	—

تشكيل النواة للحصول على الحلول الجيدة: النواة N هي مجموعة الحلول التي لم تتلقى أي

سهم

$$C1 = 0.83 \quad : \quad D1 = 0.4 \quad \text{نفرس } 1^{\circ}$$

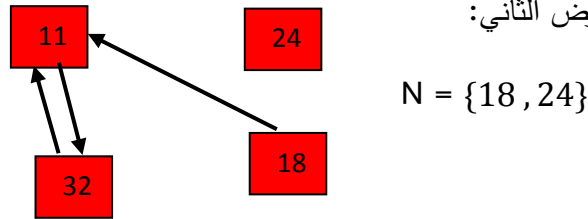
وبين الشكل (7) التالي كيفية الحصول على عناصر النواة لاختيار موقع الروضتين من أجل الفرض الأول:



الشكل (7) عناصر النواة لاختيار موقع الروضتين من أجل الفرض الأول

$$2- \text{نرض } D1 = 0.4 : C1 = 0.75$$

وبين الشكل (8) التالي كيفية الحصول على عناصر النواة لاختيار موقع الروضتين من أجل الفرض الثاني:



الشكل (8) عناصر النواة لاختيار موقع الروضتين من أجل الفرض الثاني

أي أن الموقعين الأفضل للروضتين هما الموقعين : 18 , 24

3-6-5 - اختيار موقع قاعة المطالعة في حي جب الجندي:

• حساب المساحة اللازمة لقاعة المطالعة:

بحسب المعايير التخطيطية للتخطيط العمراني فإن عدد المقاعد هو (2-1.5) لكل 1000 نسمة، وحصّة كل مقعد من المساحة هي $m^2(15-25)$ [10].

سنفترض عدد المقاعد 40 مقعد، فتكون المساحة اللازمة لقاعة المطالعة (600-1000)

نقارن مساحات المواقع المدمرة كلياً (أو المواقع الفارغة) مع المساحة السابقة اللازمة لقاعة المطالعة ونشطب المواقع التي لا تحقق هذه المساحة فيتبقى لدينا المواقع المرشحة لاستقبال قاعة المطالعة والتي سيتم تقييمها وفقاً لمعايير الخدمات الثقافية.

- تقييم المواقع المرشحة لاستقبال قاعة المطالعة موضحة في الجدول (10) وفقاً لمعايير الخدمات الثقافية:

الجدول (10) تقييم المواقع المرشحة لاستقبال قاعة المطالعة (من إعداد الباحث)

الموقع المرشح	معايير سهولة الوصول %	معايير الهدوء	معايير الأمان	معايير الإنارة	معايير التشميس	معايير التهوية
5	88.33	0.1	0.1	0.9	0.5	0.9
6	88.18	0.1	0.1	0.9	0.9	0.9
9	88.23	0.1	0.1	0.9	0.5	0.9
10	88.2	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1
11	88.14	0.1	0.1	0.9	0.9	0.9
19	88.22	0.1	0.5	0.9	0.9	0.9
20	88.23	0.1	0.5	0.9	0.5	0.9
27	87.87	0.1	0.1	0.9	0.5	0.9
32	87.3	0.1	0.1	0.9	0.9	0.9
34	86.85	0.5	0.1	0.9	0.9	0.9
36	86.77	0.36	0.1	0.9	0.5	0.9
الأوزان	2	2	3	1	1	1

• اختيار موقع قاعة المطالعة باستخدام طرق اتخاذ القرار متعدد المعايير:

بعد تخصيص الموقعين 24 ، 18 للروضتين يتبقى لدينا المواقع المدمرة التالية:

(5, 6, 9, 10,11, 19, 20, 27, 32, 34, 36)

بتطبيق أمثلية باريتو ومقارنة قيم المعايير لكل حلين مع بعضهما نلاحظ أن:

الحل 5 يسيطر على الحلول 9, 27, 36 (حلول مغمورة) لذلك نحذف هذه الحلول.

الحل 6 يسيطر على الحل 32 (حل مغمور) نحذف هذا الحل.

الحل 19 يسيطر على الحلول 6, 11 (حلين مغمورين) نحذف هذين الحلين.

فيتبقى لدينا الحلول: 5, 10, 19, 20, 34

نبدأ بمقارنة كل حلين معاً ونوزع المعايير لهما ضمن ثلاث مجموعات هي: $M^+(a, b)$

و $M^-(a, b)$ و $M^=(a, b)$ ثم نوجد مؤشر التفوق $C(a, b)$ ومؤشر السلبية $D(a, b)$,

باستخدام العلاقات الموضحة أعلاه، ثم تشكيل جدول التفوق وجدول السلبية كما وضعنا

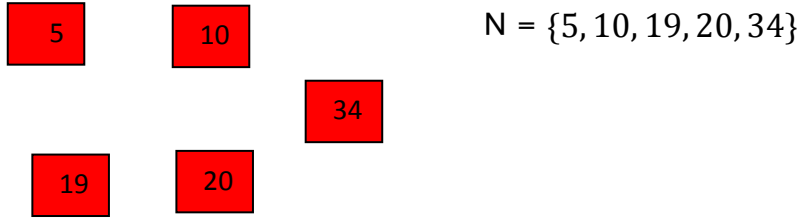
أعلاه، ثم نشكل النواة للحصول على الحلول الجيدة:

النواة N هي مجموعة الحلول التي لم تتلقى أي سهم

$$1^- \text{ نرفض } D1 = 0.001 : C1 = 0.9$$

ويبين الشكل (9) التالي كيفية الحصول على عناصر النواة لاختيار موقع قاعة المطالعة

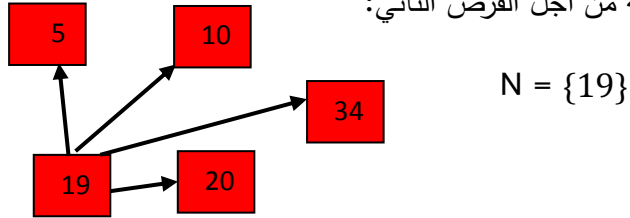
من أجل الفرض الأول:



الشكل (9) عناصر النواة لاختيار موقع قاعة المطالعة من أجل الفرض الأول

$$D1 = 0.4 \quad : \quad C1 = 0.8 \quad \text{نفرس } 2$$

وبين الشكل (10) التالي كيفية الحصول على عناصر النواة لاختيار موقع قاعة المطالعة من أجل الفرض الثاني:



الشكل (10) عناصر النواة لاختيار موقع قاعة المطالعة من أجل الفرض الثاني

3-6-6- اختيار موقع الناديين الرياضيين في حي جب الجندلي:

بفرض أن مساحة النادي الرياضي تتراوح بين m^2 (100-600) فإن المواقع المرشحة لاستقبال الناديين الرياضيين هي:

(1,2,3,4,7,8,12,13,14,15,16,17,21,22,23,25,26,28,30,31,33,35,37, 38) ومعايير التقييم هي: عدم سهولة الوصول والإنارة والتشميس والتهوية.

وتطبيق أمثلية باريتو لحذف الحلول المغمورة وتطبيق طريقة 1 Electre لاختيار الحلول الجيدة كما وضحنا أعلاه نجد أن الموقعين الأفضل لاستقبال الناديين الرياضيين هما الموقعين 35 و38.

4- خاتمة:

كان الهدف من هذا البحث هو إرشاد مخططي المدن (مهندسي التخطيط) لإيجاد أفضل مخطط لتوزيع الخدمات لإعادة إعمار الأحياء المدمرة بما يتناسب مع معطيات هذه الأحياء، وبحيث يتم تحسين واقع هذه الأحياء وتخليصها بما ينقصها من خدمات بعد تحديد الأماكن المناسبة له، وقد تم التوصل من خلال هذا البحث إلى منهجية توجه مخططي العمران ومخططي المدن إلى اختيار المكان الأفضل لكل نوع من الخدمات بالاستفادة من الأماكن الفارغة أو الأماكن المدمرة المتوفرة في الأحياء المدمرة. تعتمد هذه المنهجية على مجموعة من المعايير وهي قابلة للتطبيق على جميع الخدمات وفي جميع الأحياء فهي توجه من يهمل الأمر سواء كان جهة خاصة أو جهة حكومية أن هذا هو المكان الأفضل لهذه الخدمة وهذا هو المكان الأفضل لتلك الخدمة والجهة المعنية تجد الطريقة المناسبة للحصول على هذا المكان لاستحداث الخدمة سواء بالشراء أو الاستئجار أو الاستملاك أو

5- النتائج ومناقشتها:

1- تم اقتراح منهجية متكاملة لإعادة توزيع الخدمات في الحي وذلك بالاستفادة من واقع تدمير بعض المباني في الحي مما يضمن تحقيق خدمات للمواطنين بطريقة مثالية أو أقرب للمثالية.

2- معايير الأداء الوظيفي التي تم اعتمادها هي:

لروضات الأطفال: سهولة الوصول، والهدوء، والأمان، والهدوء للجوار، والإنارة، والتشميس، والتهوية.

لقاعة المطالعة: سهولة الوصول، والهدوء، والأمان، والإنارة، والتشميس، والتهوية.

للناديين الرياضيين: عدم سهولة الوصول، والإنارة، والتشميس، والتهوية.

3- تم تطبيق المنهجية على أحد الأحياء المدمرة في مدينة حمص (حي جب الجندلي) وكانت النتائج كما يلي:

• تم تحديد حاجة الحي من الخدمات غير المتوفرة أو المتوفرة وغير الكافية أو المدمرة بشكل كلي، وكانت هذه الخدمات هي روضتي أطفال وقاعة مطالعة وناديين رياضيين.

• تم تطبيق المنهجية واختيار أفضل مكانين للروضتين، وأفضل مكان لقاعة المطالعة، وأفضل مكانين للناديين الرياضيين.

4- في حال تم تغيير أي من المعايير السابقة وتطبيق المنهجية فإنه سيتغير المكان الأفضل لكل خدمة من الخدمات المذكورة.

6- الاستنتاجات والتوصيات:

1^{اً} طبقت المنهجية على حي جب الجندلي في مدينة حمص ويوصى بتطبيقها على باقي الأحياء الأخرى وربما على الأحياء في باقي المحافظات.

2^{اً} فاعلية المنهجية تزداد كفاءة إذا تم تطبيقها عند وضع المخطط التنظيمي لأي حي جديد قبل البدء بإنشاء الحي.

3^{اً} يوصى باعتماد المنهجية المقترحة لدى جميع الجهات الحكومية المعنية بتخطيط المدن لما لها من نتائج إيجابية على كفاءة التخطيط.

7- المراجع:

- [1] الدليمي، خلف حسين علي، 2002 - كتاب التخطيط الحضري، أسس ومفاهيم. الناشر الدار العلمية الدولية للنشر والتوزيع ودار الثقافة للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الإصدار الأول، عمان، الأردن، عدد الصفحات 226.
- [2] الدياب، علي وعلي، حمزة، 2009-2010 - تحليل النظم الهندسية. منشورات جامعة البعث، عدد الصفحات 406.
- [3] جرف، محمد غسان عبد الرحمن عبدالله، 2007 - تخطيط الخدمات العامة في المدن (حالة دراسية لمنطقة الخفية في مدينة نابلس). رسالة ماجستير، كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين.
- [4] رشيد، ميسون أحمد، 2013 - البنية العمرانية في الحي السكني في سورية بهدف تحقيق التكامل الوظيفي الأمثل. رسالة ماجستير، كلية العمارة، جامعة البعث.
- [5] سلوم، مي، 2019 - تخطيط الضواحي السكنية وفق اتجاه العمران الجديد في مرحلة إعادة الإعمار في سورية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية- سلسلة العلوم الهندسية، المجلد 41، العدد 2، الصفحات 199-217.
- [6] عباس، سناء ساطع، ونجات، رياض فكري، حزيان 2019 - تنمية الأحياء السكنية دراسة تحليلية للمشاريع السكنية في التوجهات المعاصرة. المجلة العراقية لهندسة العمارة والتخطيط، المجلد 15، حزيان 2019، أرقام الصفحات 76-92.
- [7] عباس، سناء ساطع، وعبد الزهرة، غصون نجم، 2014 المعايير التخطيطية في التجمع السكني المستدام ، دراسة تحليلية للمعيار المتنامي. بحث مقدم إلى مؤتمر

الإسكان العربي الثالث- مدن سكنية متكاملة الخدمات/ حلول إسكانية للفترة 17-2014/12/18، عدد الصفحات 29.

[8] احصائيات مجلس محافظة حمص، 2008.

[9] دليل المعايير العمرانية للمجاورات السكنية، 2011- وزارة الأشغال العامة، دولة الإمارات العربية المتحدة.

[10] المخطط التنظيمي لمدينة حمص، مجلس محافظة حمص، دائرة التخطيط العمراني.

[11] رولانا، ربيع، المعايير التخطيطية السورية للتخطيط العمراني، محاضرات تخطيط مدن سنة رابعة، هندسة معمارية.

8- ملحق البحث:

جامعة

كلية.....

قسم.....

استبيان

عند انطلاق مرحلة إعادة إعمار الأحياء المدمرة هناك فرصة لتحويل الكارثة إلى فرصة (المحنة إلى منحة) بحيث يتم تحسين المخطط التنظيمي للحي فيصبح أفضل مما كان عليه سابقاً، وبإمكاننا الحصول على الكثير من المخططات التنظيمية للحي ولكن لاختيار المخطط التنظيمي الأفضل بينها سيتم تقييم تلك المخططات بحيث تحقق أهداف (اقتصادية، جودة بيئية، جودة وظيفية، استدامة).

1- ما هو التسلسل الأنسب للأهداف المذكورة أعلاه (اقتصادية، جودة بيئية، جودة وظيفية، استدامة) حسب الأهمية التي تراها من وجهة نظرك.

اقتصادية جودة بيئية جودة وظيفية استدامة

ملاحظة: ضع رقم الترتيب الذي تراها مناسباً في المربع أعلاه.

2- بالنسبة للمعيار الاقتصادي يتضمن معيارين جزئيين هما: كلفة إعادة إعمار، وانعكاس على الاقتصاد الوطني من حيث استخدام عمال ومواد وآليات محلية. ماهي الدرجة التي تعطيها من 10 لكل منهما.

انعكاس على الاقتصاد الوطني

كلفة إعادة إعمار

الدرجة:

3- بالنسبة للجودة الوظيفية سيتم تقييمها وفقاً لمجموعة من المعايير سيتم ذكرها فيمايلي. ماهي الدرجة التي تعطيتها من 10 لكل معيار.

المعيار: 1- الهدوء 2- الأمان 3- هدوء للجوار 4- سهولة الوصول

الدرجة:

المعيار: 5- إنارة 6- تشميس 7- تهوية

الدرجة:

4- بالنسبة للجودة البيئية سيتم تقييمها وفق مجموعة المعايير التالية:

يرجى إعطاء رقم لترتيبها حسب الأهمية من وجهة نظرك وكذلك إعطاء كل منها درجة من 10.

الدرجة

الترتيب حسب الأهمية

المعيار

تلوث الهواء

تلوث التربة

التأثر بالضجيج

التأثير بالارتجاج

التأثير على جريان المياه السطحية

التأثير على المياه الجوفية

التلوث بالوحل

التأثير على الغطاء النباتي

التأثير على الغطاء الحيواني

التلوث بالنفايات

التلوث البصري

ملاحظة: تم إعداد هذا الاستبيان للاستفادة من خبراتكم من خلال الإجابة على الأسئلة الواردة فيه إذ أن هذه الإجابات ستستخدم بهدف البحث العلمي فقط شاكرين تعاونكم.

تعليق على نتائج الاستبيان:

تم توزيع 50 استمارة استبيان على عدد من المختصين في تخطيط المدن وهندسة العمارة في القطاعين العام والخاص وتم استعادة 40 استمارة منها وتمت دراسة وتحليل هذه الاستثمارات المسترجعة فكانت النتائج لجزء الاستبيان التي تخص هذا البحث هي الأوزان لمعايير الجودة الوظيفية التي أوردناها سابقاً كالتالي:

المعيار	الهدوء	الأمان	هدوء للجوار	سهولة الوصول	إنارة	تشميس	تهوية
الوزن	2	3	2	2	1	1	1

" تقييم العوامل المؤثرة في تشكل مخلفات التشييد

وتحليل الهدر في بعض مشاريع التشييد في سورية "

¹ الدكتور محمد شعبان

² المهندس حسان محمد علي

-ملخص-

تعتبر مخلفات التشييد من المشاكل الأساسية التي تواجه مشاريع البناء ، حيث تنتج الدول سنويا ملايين الأطنان من مخلفات التشييد، وتصرف أموال كبيرة للتخلص منها ونقلها الى المكبات .

لذلك عملت الدول والشركات المهتمة بمجال التشييد إلى تبني استراتيجيات لخفض تشكل مخلفات التشييد والاستفادة منها من خلال إعادة استخدام ما يمكن منها أو إعادة تدويرها ، وأجريت العديد من الدراسات والأبحاث لفهم أسباب وعوامل تشكل هذه المخلفات لتبني الإستراتيجيات المناسبة وفقا لهذه العوامل والعمل على التحكم بالمخلفات من خلال التحكم بمسبباتها .

لذلك قمنا في هذا البحث بدراسة الهدر في ثلاثة مشاريع تشييد تم انجاز اثنين منهم بالكامل والثالث قيد التنفيذ وتم مقارنة الهدر في بعض المواد وفهم أسباب الهدر من خلال مقابلات مع المنفذين والمالكين للمشاريع وتبين لنا ان مشروعين كان بهما اخطاء في التصميم سببت زيادة الكلفة بمقدار 3.27% في المشروع الأول و4% في المشروع الثاني.

¹ أستاذ في قسم الإدارة الهندسية والانشاء في كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث - حمص - سوريا.

Shabanm85@gmail.com

² طالب دكتوراه في قسم الإدارة الهندسية والانشاء في كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث - حمص - سوريا Engmangment999@gmail.com

كما تم إجراء استبيان لمعرفة أسباب وعوامل تشكل مخلفات التشييد في سوريا شمل الاستبيان عينة من المهندسين والمقاولين والاكاديميين المهتمين بمشاريع البناء وتم تقسيم العوامل الى أربعة أقسام كالآتي قسم يتعلق بالتصميم وآخر يتعلق بالمواد وآخر يتعلق بالتكنولوجية المستخدمة وأسلوب التنفيذ وقسم يتعلق بإدارة الموقع وحصلنا على نتائج تظهر أهمية مرحلة التصميم كعامل أساسي في خفض مخلفات التشييد حيث أكدت نتائج الاستبيان أن أخطاء التصميم هي المسبب الرئيسي للمخلفات وكانت قيمة هذا العامل 0.796 وفي الدرجة الثانية كان عدم توفر خطط لإدارة مخلفات التشييد وإدارة الموارد وقيمة العامل لكل منهما 0.766 مما يحتم علينا وضع استراتيجيات لخفض المخلفات في مرحلة التصميم يتيح لنا التنوع بكمية المخلفات ونوعها و من هنا كان لابد من الاعتماد بشكل أساسي على استخدام أدوات جديدة لإدارة مخلفات التشييد ، ومنها تقنيات نمذجة معلومات الأبنية الذي يتيح حل مشاكل التصميم والتنسيق بين اطراف المشروع واجزائه للحد من تأثير هذه العوامل وصولا إلى خفض الهدر بشكل عملي يحقق الأهداف المطلوبة.

الكلمات المفتاحية: مخلفات التشييد، إدارة مخلفات التشييد، أسباب مخلفات التشييد، تقييم الهدر في البناء.

" Assessing the factors influencing the formation of construction waste and waste analysis in some construction projects in Syria"

Pro. Mohammad Shaban¹

Eng. Hassan Mohammad ali²

-abstract-

Construction waste is one of the main issues facing construction projects, as countries annually produce millions of tons of construction waste and spend large sums of money to dispose of it and transport it to landfills.

Therefore, countries and companies interested in the field of construction have worked to adopt strategies to reduce the formation of construction waste and benefit from it by reusing what is possible or recycling it, and many studies and research have been conducted to understand the causes and factors of the formation of this waste, to adopt appropriate strategies according to these factors and work to control the waste by controlling its causes.

Therefore, in this research, we studied waste in three construction projects, two of which were fully completed and the third is under implementation, and compared the waste in some materials and understood the causes of waste through interviews with the implementers and owners of the projects and found that two projects had design errors that caused an increase in cost by 3.27% in the first project and 4% in the second project.

¹ Prof. of construction Engineering & Management, Civil Eng. Faculty, AL Baath University, Syria.

¹ Doctorate student of construction Engineering & Management Dept., Civil Eng. Faculty, AL Baath University, Syria

The questionnaire included a sample of engineers, contractors, and academics interested in construction projects, and the factors were divided into four sections as follows: design, materials, technology used, implementation method, and site management. We obtained results showing the importance of the design stage as a key factor in reducing construction waste, as the results of the questionnaire were that design errors are the main cause of waste and the value of the factor was 0.796, In the second degree was the lack of plans for construction waste management and resource management and the value of the factor for each of them was 0.766, which makes it imperative for us to develop strategies to reduce waste at the design stage that allows us to predict the amount and type of waste, and from here we had to rely mainly on the use of new tools to manage construction waste, including building information modeling techniques that allow solving design issues and coordination between project parties and parts to reduce the impact of these factors to reduce waste in a practical way to achieve the required goals.

Keywords: construction waste, construction waste management, Causes of construction waste, Evaluating construction waste.

1-مقدمة:

تشكل المخلفات الناتجة عن أعمال البناء والهدم جزءاً هاماً من النفايات الصلبة الناتجة عن النشاط البشري، وتشكل ما نسبته 25% من النفايات الصلبة بشكل عام [1] وتختلف هذه النسبة من بلد لآخر، ففي الولايات المتحدة على سبيل المثال تشكل حوالي 26% [2] ، وفي كوريا الجنوبية حوالي [3] 48 %، وبما أن النفايات الناتجة عن أعمال البناء (CW) تشكل مشكلة خلال أعمال التشييد إضافة للحاجة إلى التخلص منها ونقلها إلى المكبات المخصصة لها أو تخزينها في الموقع لمعالجتها لاحقاً، لكن في الوقت ذاته من الممكن ان تكون صالحة للاستخدام مجدداً بشكل مباشر (Reuse) ، أو من خلال إعادة تدويرها للاستخدام في مشاريع مستقبلية (recycle)[4].

تتمثل التأثيرات السلبية لصناعة التشييد على البيئة بشكل أساسي باستهلاك الطاقة، فقدان المساحات الخضراء والغابات، تلوث الماء والهواء، واستنزاف لمصادر الطاقة الغير متجددة، وتشكل المخلفات الناتجة عن الهدم والحفر الحجم الأكبر من المخلفات بما يتعلق بالوزن والحجم [5].

تتشكل المخلفات من نشاطات التشييد مثل: الحفر، أعمال البناء والأعمال المدنية، تنظيف الموقع، نشاطان الهدم، أعمال الطرق [6]. تُعرّف النفايات على أنها المواد التي يتم انتاجها من قبل الإنسان ومن نشاطات الصناعة والتي لا تحمل أي قيمة متبقية والتي ينظر إليها بأنها أمر حتمي ولا مفر منه في أي صناعة [7]. وتحمل صناعة التشييد تأثيرات سلبية كبيرة على البيئة وذلك بسبب طبيعة الأنشطة في صناعة التشييد والتلوث الناتج من حجم المخلفات الكبير المتولد حيث يقدر بأنه بين 10-30% من مواد التشييد تنتهي على شكل نفايات [8].

ويُظهر الجدول الآتي كمية مخلفات التشييد التي تتشكل سنويا في بعض دول العالم :

جدول (1) كمية مخلفات التشييد السنوية في بعض الدول

NO	البلد	كمية مخلفات التشييد سنويا : Million ton/year	المرجع
1	الصين	2000	[9]
2	الولايات المتحدة الامريكية	535	[10]
3	اليابان	150	[11]
4	الهند	150	[12]
5	البرازيل	76	[13]
6	روسيا	71	[14]
7	المكسيك	56	[15]
8	المانيا	56	[16]
9	بريطانيا	50	[17]
10	فرنسا	40	[18]

وتشكل نفايات التشييد نسبة من 10-40% من مجمل النفايات التي يتم انتاجها في أي من البلدان المتطورة [19].

هناك عوامل مختلفة تؤثر على كمية المخلفات المتولدة ضمن مشاريع التشييد تختلف من بلد لآخر ومن مشروع لآخر وهذا ما سنعرضه في بحثنا.

2- هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى دراسة عوامل تشكل مخلفات التشييد في المشاريع ضمن سورية ومن ثم اقتراح منهجية لخفض تشكل مخلفات التشييد هذه.

3-مشكلة البحث:

كمية مخلفات التشييد الكبيرة التي تنتج نتيجة إعادة إعمار الأبنية المهتمة بفعل الحرب في سورية ، في ظل ظروف ندرة الموارد وارتفاع أسعار مواد البناء.

4-أهمية البحث :

تعتبر إدارة مخلفات التشييد من أهم إجراءات تحقيق معايير الاستدامة في مشاريع التشييد، كما سيسهم البحث في وضع تصور لأهم العوامل في تشكل مخلفات التشييد في سورية ، إضافة الى اقتراح منهجية لإدارة مخلفات التشييد تسهم في رفع كفاءة استخدام الموارد في المشروع والحفاظ عليها.

5-الدراسة المرجعية :

تعرضت صناعة البناء العالمية مؤخراً لفرض قيود كبيرة تتمثل في التخفيف من الآثار البيئية الشديدة لأنشطتها المتعددة.

ويعتبر قطاع التشييد مساهم أساسي في انبعاث غازات الاحتباس الحراري ومستهلك كبير من الموارد الطبيعية الاصطناعية [20].

على سبيل المثال في ماليزيا تعتبر الحكومة الماليزية صناعة البناء من أهم القطاعات التي يجب العمل عليها من أجل خفض انبعاثات الكربون واستهلاك الطاقة، واستهلاك الموارد الطبيعية، كما توظف صناعة البناء حوالي 9.5% من القوى العاملة في ماليزيا بأكملها، بما في ذلك المهنيين والعمال المهرة وغير المهرة عمال [21]. وقدّر بعض الباحثون في ماليزيا أن معدل تولد مخلفات البناء هي بحدود 25.79 kg/m² للأبنية الجديدة وهي ما مجموعه 553.406 طن في عام 2018 [22].

تتشابه عوامل تشكل مخلفات التشييد في معظم البلدان ولكنها تختلف بين بلد وآخر وبين مشروع وآخر أيضا من حيث: كميتها (نسب تشكلها) وتأثيرها، وآلية خفضها، وكيفية

إداراتها. فقد قام بعض الباحثين بتصنيف هذه العوامل الى سبعة اقسام رئيسية وفق الاتي:

1- التصميم. 2- التنفيذ. 3- اخطاء العمال. 4- الادارة. 5- الشراء. 6- عوامل خارجية. 7- ظروف الموقع [23].

وفي دراسة أخرى، تمت في الهند [24] ، درس الباحث تأثير السلوك والموقف الشخصي للعاملين في قطاع التشييد على التشييد المستدام بشكل عام وعلى تشكل مخلفات التشييد بشكل خاص، حيث درس الباحث الحافز لدى العاملين في قطاع التشييد من أجل تطبيق إدارة المخلفات في الهند. واعتمد الباحث في دراسته على نموذج افتراضي يعتمد على نظرية السلوك المخطط (TPB) (Theory of Planned Behavior) بعد دمجها مع عدد من العناصر مثل درجة المعرفة بالموضوع والفائدة المتصورة، وتبين للباحث أهمية المكافآت التشجيعية وإدارة الموارد البشرية في خفض مخلفات التشييد. وفي ניגירيا قام الباحثون بدراسة الجوانب المتعددة لتشكل المخلفات [25] وكانت أسباب زيادة تشكل المخلفات كالاتي:

- عدم مراعاة الجهة المصممة لمعايير التصميم المرن.
- غياب إطار قانوني لإدارة مخلفات التشييد، وعدم وجود استراتيجية واضحة لدى الشركات المصممة بما يتعلق بتشكيل مخلفات البناء.
- ضعف التنسيق بين مختلف الأطراف المشاركة الذي يعد من أهم أسباب ظهور تعارضات وتشكل المخلفات.
- ضعف الاعتماد على التصنيع خارج الموقع.
- تغيرات التصميم في المراحل النهائية وعدم مراعاة اختيار البدائل لمواد البناء.
- عدم مراعاة تحديد المواد التي يمكن إعادة تدويرها أثناء اختيار البدائل في مرحلة التصميم.

ومن أهم النتائج والتوصيات التي توصل إليها الباحث أن مرحلة التصميم تلعب دوراً حاسماً في نسبة المخلفات المتشكلة في مرحلة التنفيذ وبالتالي فإن الجهة المصممة يجب أن تتحمل مسؤولية أكبر في موضع خفض المخلفات ويمكن ذلك من خلال تطوير (check list) مخصص لتحقيق تصميم موجه لتخفيض المخلفات.

بينما اعتمدت بعض الأبحاث السابقة [26] على مصفوفة واسعة من العوامل حيث قام الباحثان بمراجعة 20 ورقة بحثية مختارة لهذه الدراسة و63 من العوامل المسببة تم العثور على أسباب توليد مخلفات التشييد في الدراسة. يتم تصنيف هذه العوامل في 7 مجموعات رئيسية وتم تحديد العامل الأكثر تأثيراً وفق ما يظهر الجدول الآتي:

جدول (2) العامل الأهم ضمن التصنيف الخاص به [27].

فئة العامل	تحديد العامل المهم
التصميم	تعديلات التصميم
التنفيذ	أخطاء تخزين المواد
عوامل خارجية	الطقس السيء
إدارة التشييد	سوء التخطيط
المشتريات	أخطاء أوامر الشراء
العمالة	أخطاء العمال
حالة الموقع	ترك المواد في الموقع

أوصت الدراسة بأهمية توسيع قواعد البيانات الخاصة بتشكيل مخلفات التشييد وجمع البيانات من خلال خطة شاملة لصناعة التشييد في ماليزيا.

“ تقييم العوامل المؤثرة في تشكل مخلفات التشييد وتحليل الهدر في بعض مشاريع التشييد في سورية ”

نلاحظ من خلال ماسبق أن معظم الدراسات بحثت في عوامل تشكل مخلفات التشييد الخاصة في بيئة محددة وظروف تختلف من بلد لآخر لذا كان بحثنا لدراسة هذه العوامل وفق ظروف صناعة التشييد في سورية.

6- مواد وطرائق البحث:

اعتمدنا في بحثنا على النهجين الوصفي والتحليلي حيث يعتبر موضوع إدارة مخلفات البناء من المواضيع التي لم تتل القسط الوافي من البحث الأكاديمي في سورية وبالإضافة إلى التأثيرات الكبيرة لمخلفات التشييد في مرحلة إعادة الاعمار .

فلو أردنا فقط إعادة بناء الأبنية المهدامة والتعبير عن ذلك بلغة الأرقام تقدر كمية المخلفات الناتجة من كل متر مربع خلال البناء ب $20-50)kg/m^2$ من المساحة الطابقية [23]. وبالاعتماد على دراسة أجريت عام 2020 [24] في سوريا لعدد المباني المتضررة بسبب الحرب يمكن حساب كمية المخلفات التي سوف تنتج عن إعادة الأعمار لو أردنا إعادة الحالة العمرانية إلى ما كانت عليه قبل 2011:

جدول (3): كميات مخلفات التشييد المتوقعة في بعض المدن السورية نتيجة إعادة

الاعمار [28]:

المدينة	عدد المباني	عدد الوحدات السكنية	المساحة الطابقية الوسطية	الحد الأدنى لكمية المخلفات (12kg/m ²)	الحد الأعلى لكمية المخلفات (50gk/m ²)
حلب	36.000	324.000	32.400.000	388.800.000	1.620.000.000
ريف دمشق	35.000	315.000	31.500.000	378.000.000	1.575.000.000
مخيم اليرموك	5.489	49.401	4.940.100	59.281.200	247.005.000
حمص	13.778	12.4002	12.400.200	148.802.400	620.010.000
دير الزور	6.405	57.645	5.764.500	69.174.000	288.225.000
الرقبة	12.781	115.029	11.502.900	138.034.800	575.145.000
المجموع kg				1.182.092.400	4.925.385.000
المجموع ton				1.182.092.4	4.925.385

في الجدول السابق اعتبرنا متوسط مساحة كل وحدة سكنية $100m^2$ وبالتالي من المتوقع تشكل كمية مخلفات تتراوح بين (1,182,092ton) و (4,925,385 ton). إن كمية المخلفات المتوقعة لاعادة اعمار الأبنية المهدمة في سورية تحتم على الباحثين العمل بشكل جاد للاستفادة القصوى من الأبحاث في مجال خفض تشكل مخلفات التشييد ومنع الهدر واستثمار الموارد بكل أمثل.

في المرحلة الأولى من بحثنا قمنا بدراسة حالة تشكل مخلفات التشييد لثلاثة مشاريع تم تنفيذ مشروعين بالكامل والمشروع الثالث قيد التشييد وقمنا بدراسة المخلفات في الأجزاء التي تشكلت في الأجزاء المنفذة منه .

المشروع الأول هو مشروع أبراج السكن الشبابي في عقدة الشيخ سعد(طرطوس) قمنا بدراسة عقد لتنفيذ برجين من قبل الشركة العامة للطرق والجسور ،والمشروع قيد التنفيذ حالياً تم صب بلاطات ثلاثة طوابق مع القبو .

والمشروع الثاني هو فيلا سكنية في ريف طرطوس عبارة عن طابقين بمساحة 150 م² لكل طابق نفذت بالكامل.

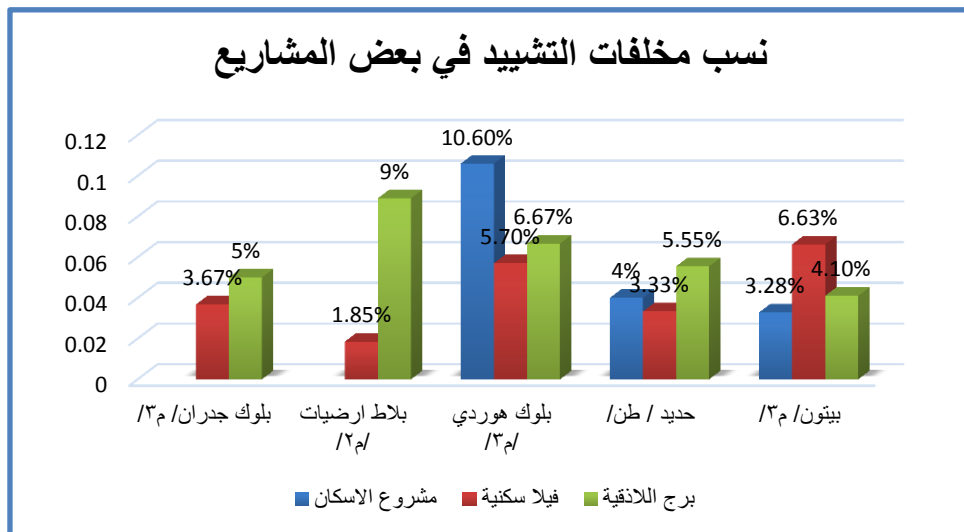
أما المشروع الثالث فهو برج تجاري سكني في اللاذقية عبارة عن تسعة طوابق نفذ بين عامي 2017 و 2019 وتم الانتهاء منه .

ويبين الجدول (4) والشكل (1) البيانات الخاصة بمخلفات التشييد في المشاريع الثلاثة :

" تقييم العوامل المؤثرة في تشكل مخلفات التشييد وتحليل الهدر في بعض مشاريع التشييد في سورية "

الجدول (4) : تقييم مخلفات التشييد في بعض المشاريع في سورية

المشروع	الموقع	الكلفة الكلية للمشروع. مليون ل س	المادة	المساحة الكلية م ²	المساحة بعد النمذجة بواسطة Revit م ²	المساحة المنفذة م ²	الطوابق المنفذة	كمية المواد المشتراة او التصميمية	كمية المواد المنفذة	مقدار التباين	نسبة الهدر %	اعمال طارئة	قيمتها مليون ل س	نسبة الاعمال الطارئة الى كلفة المشروع %
الإسكان	طرطوس	3.377.1	بيتون/ م ³	12000		3000	4	14370	13898	472	3.28%	وجود تكهفات في التربة	110.7	3.27%
			حديد / طن/					150	139	6	4%			
			بلوك هوردي م ³					66.67	59.6	7.07	10.6%			
			بلاط ارضيات م ²	9500	9462					38	0.40%			
			بلوك جدران/ م ³											
فيلا سكنية	طرطوس	250	بيتون/ م ³	300		300	2	110	103	7	6.63%			
			حديد / طن/					9	8.7	0.3	3.33%			
			بلوك هوردي/ م ³					14	13.2	0.8	5.70%			
			بلاط ارضيات/ م ²					270	265	5	1.85%			
			بلوك جدران/ م ³					30	28.9	1.1	3.67%			
برج سكني تجاري	اللاذقية	450	بيتون/ م ³	3600		3600	9	1875	1798	77	4.10%	وجود تكهفات في التربة	180	4%
			حديد / طن/					216	204	12	5.55%			
			بلوك هوردي م ³					21600	20160	1440	6.67%			
			بلاط ارضيات/ م ²					3400	3096	304	9%			
			بلوك جدران/ م ³					360	342	18	5%			



الشكل (1) : مقارنة نسب مخلفات التشييد في المشاريع الثلاثة

من الجدول أعلاه يظهر لنا ان نسبة مخلفات التشييد في بند بلوك الهوردي في المشروع الأول كبيرة نسبياً وهي ناتجة عن شراء لاحضارات من بلوك الهوردي قبل التنفيذ وهي من الناحية العملية ليست هدراً أو مخلفات بشكل كامل، ولكن قد تتحول الى مخلفات نتيجة توقف المشروع لفترة طويلة بسبب نقص التمويل مما قد يسبب تحول قسم من هذه المواد الى مخلفات بسبب التخريب إضافة لامكانية سرقة قسم منها.

نلاحظ ان المشروعين الأول والثالث تقاربت بهما نسبة المخلفات في كل من البيتون والحديد وهما مشروعان بمساحات طابقية كبيرة نسبياً ومتعددة الطوابق وهذه إشارة لامكانية تقارب نسب تشكل المخلفات في المشاريع المتشابهة، بينما كانت نسب المخلفات في مشروع الفيلا السكنية أقل في جميع البنود باستثناء بند البيتون وقد يكون السبب اعتماد طريقة الصب اليدوي لأعمال البيتون مما يسبب هدراً أكبر، كما

تبين في البحث أن الاعمال الطارئة في المشروع الأول والثالث بلغت 3.27% من الكلفة العقدية للمشروع الأول بينما بلغت 4% من كلفة المشروع الثاني وهذا الهدر يعتبر بسبب أخطاء التصميم والنااتجة عن عدم وجود دراسات كافية لتربة التأسيس

ومن خلال دراسة نسب وأسباب الهدر وتشكل المخلفات في العينة السابقة المكونة من ثلاثة مشاريع بناء تتدرج بين مشاريع متوسطة وصغيرة وكبيرة، والتي تعطي مؤشر لعوامل تشكل مخلفات التشييد ولكنه غير كافي لفهم أسباب وعوامل تشكل مخلفات التشييد في بيئة العمل الهندسي في سورية ، لذلك تم استخدام الاستبيان لتحديد العوامل التي تساهم في تشكل مخلفات التشييد والانطلاق منها الى دراسات أكثر تعمقاً وفقاً لنتائج البحث.

وفقاً لمراجعة أجريت عام (2020)[29]، تبين للباحث أن الاستبيانات تسمح بجمع رؤى قيمة من محترفي البناء، مما يتيح فهماً شاملاً للعوامل التي تشكل مخلفات التشييد. ومن خلال جمع التعليقات حول ممارسات البناء وإدارة المشاريع وقضايا التصميم، توفر الاستبيانات منصةً لالتقاط وجهات النظر والخبرات المتنوعة المتعلقة بتوليد مخلفات التشييد بكفاءة.

وفي دراسة أخرى [30]، تم استخدام استبيان لدراسة العوامل التي تساهم في توليد مخلفات التشييد. وتم توزيع الاستبيان على العاملين في مجال البناء وسؤالهم عن تصوراتهم وتجاربهم مع نفايات البناء. كشفت نتائج الدراسة أن عوامل مثل سوء إدارة الموقع، وتغييرات التصميم، والإفراط في طلب المواد كانت من العوامل المساهمة بشكل كبير في توليد نفايات البناء.

بالإضافة إلى ذلك، دراسة أُجريت عام (2019) [31]. استخدم الباحث أيضاً استبياناً لتحديد العوامل المؤثرة على توليد نفايات البناء. يحتوي الاستبيان على معلومات حول ممارسات البناء وإدارة المشاريع وقضايا التصميم. ووجدت الدراسة أن عوامل مثل نقص العمالة الماهرة، وعدم كفاية التخطيط، والتخزين غير السليم للمواد كانت من العوامل الرئيسية المساهمة في توليد نفايات البناء، لذلك كان استخدام الاستبيانات كأداة بحثية فعالاً في تحديد العوامل المتعددة الأوجه التي تساهم في تشكل مخلفات البناء. وقد استخدم الباحثون باستمرار الاستبيانات لجمع بيانات قيّمة، وتوفير فهم شامل للتعقيدات المحيطة بتوليد نفايات البناء.

بناءً على ماسبق ولتحديد عوامل تشكل مخلفات التشييد في سوريا كان لابد من إجراء استبيان يستهدف ليس فقط المدراء والمهندسين والمقاولين العاملين في مواقع المشاريع بل قمنا بإستهداف أوسع شمل بالإضافة لمن سبق ذكرهم أكاديميين تم اختيارهم من ضمن عينة لديها خبرة جيدة في مواقع العمل حيث لدى 85% من الأكاديميين الذين شاركوا في الاستبيان تجارب وخبرة في مواقع العمل .

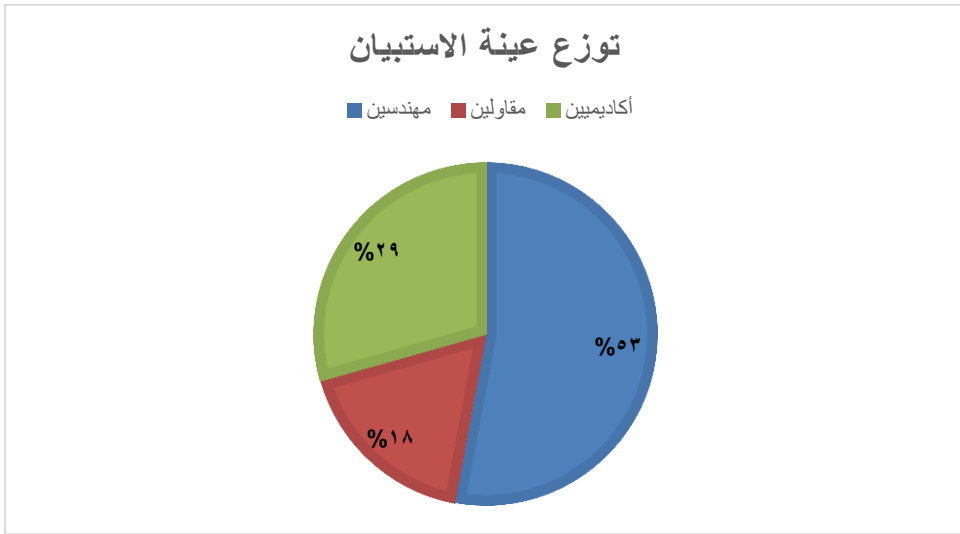
شملت العينة 70 شخصاً عملوا في مشاريع لتشييد الأبنية ولديهم خبرة في إدارة وتنفيذ مشاريع تشييد الأبنية تم حذف شخصين من العينة لعدم استيفاء شروط الإجابة ليبقى العدد 68 شخصاً كانت إجاباتهم كاملة .

وقد شمل الاستبيان عينة من الأكاديميين والمقاولين ومهندسي التشييد مما سيعطي رؤية أكثر شمولية ووضوح من خلال نتائج الاستبيان ، وهذه العينة موزعين على الجدول الآتي :

الجدول (5): توزيع الاشخاص المشاركين في الاستبيان

	أكاديميين	مقاولين	مهندسين
الخبرة أقل من 10 أعوام	12	2	4
الخبرة من 10 الى 20 سنة	5	8	17
خبرة أكثر من 20 سنة	3	2	15
Total sum	20	12	36

ويعبر عنهم وفق الشكل الاتي:



الشكل (2) توزيع الأشخاص المشاركين في الاستبيان

تم اختيار هذا التنوع في الاختصاص ليكون لدينا تصور أكثر شمولية ووضوح وخاصة أن العمل الهندسي هو عمل متكامل يتشارك فيه جميع المعنيين به ولكل منهم رؤيته الخاصة حول عوامل تشكل مخلفات التشييد التي سوف تساعدنا في الحصول على نتائج أكثر دقة وموثوقية في الاستبيان، وقد شملت العينة قسماً من المهندسين الحاصلين على

شهادة الماجستير في مجال (BIM) لأن بعض أسئلة الاستبيان شملت قضايا تتعلق بدور (BIM) في إدارة وخفض مخلفات التشييد .

تم تقسيم عوامل تشكل المخلفات الى أربع مجموعات تتعلق بكل من:

1- التصميم والتوثيق.

2-عوامل ترتبط بالمواد ونوعها.

3-عوامل ترتبط بتنفيذ المشروع من خلال التكنولوجيا المستخدمة ومهارة العمال وأعطال المعدات وغيرها.

4-عوامل ترتبط بإدارة الموقع وإدارة مخلفات التشييد.

تم إجراء الاستبيان بواسطة تطبيق porsline واستمر الاستبيان مدة ثلاثون يوم من تاريخ 1/2/2023 حتى تاريخ 3/2/2023 تم الاستبيان من خلال منح درجة أهمية او وزن لكل سبب ai من [1-5] وفق (Likert Scale) .

وتم إجراء الاستبيان وتطبيق العلاقة التالية: $\text{important index (imp. I)} = \sum \frac{a(n/N)}{5}$

بحيث 5: أعلى تقييم 1: أدنى تقييم ai: الوزن الذي يعطى من 1 ← 5

n: تكرار السبب N: مجموع الأسباب الكلي

وتم تحليل موثوقية الاستبيان وحساب قيمة α كرونباخ والذي يعطي دلالة على ثبات الاستبيان ويعطي مؤشر على وجود ارتباط كبير بين الإجابات بواسطة برامج تحليل احصائي spss22 وكانت النتيجة وفق الجدول الاتي :

جدول (6): درجة موثوقية الاستبيان

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.887	32

ونجد ان قيمة $\alpha = 0.887$ وهي وفق مؤشرات قياس ثبات واستقرار الاستبيان $0.8 \leq 0.887 \leq 0.9$ وهذا يدل على أن الارتباط بين الإجابات جيد ومؤشر على موثوقية وثبات الاستبيان .

تم اخراج نتائج الاستبيان بواسطة ملف Excel ومن ثم تصديرها الى برامج تحليل احصائي spss22 وإدراج المتغيرات ضمن القائمة الرئيسية ومن ثم معالجة الاستبيان واستبعاد الإجابات الغير صالحة وعددها 5 كالاتي:

جدول (7): عدد المشاركين في الاستبيان .

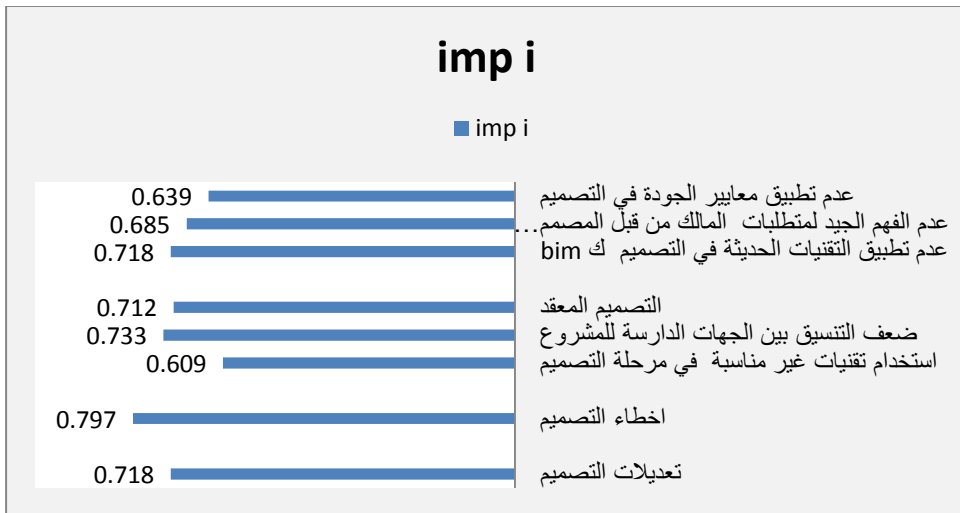
	N	%
Cases Valid	65	92.86
Excluded	5	7.14
Total	70	100.0

وقد حصل كل عامل على قيمة بين [0-1] . وكلما زادت القيمة واقتربت من 1 كان تأثير العامل في تشكل مخلفات التشييد أكبر .
ومن خلال نتائج الإجابات لكل عامل من عوامل تشكل مخلفات التشييد ، كانت النتائج وفق مجموعات التصنيف الأربعة وفق الجداول الاتية:

جدول (8): درجة الأهمية للعوامل ضمن مجموعة التصميم والتوثيق

imp i	التصميم والتوثيق	i
0.718	تعديلات التصميم	1
0.796	أخطاء التصميم	2
0.609	استخدام تقنيات غير مناسبة في مرحلة التصميم	3
0.733	ضعف التنسيق بين الجهات الدارسة للمشروع	4
0.712	التصميم المعقد	5
0.718	عدم تطبيق التقنيات الحديثة في التصميم ك bim	6
0.684	عدم الفهم الجيد لمتطلبات المالك من قبل المصمم في مرحلة التصميم	7
0.639	عدم تطبيق معايير الجودة في التصميم	8

ويعبر عن الجدول (6) وفق الشكل الآتي :

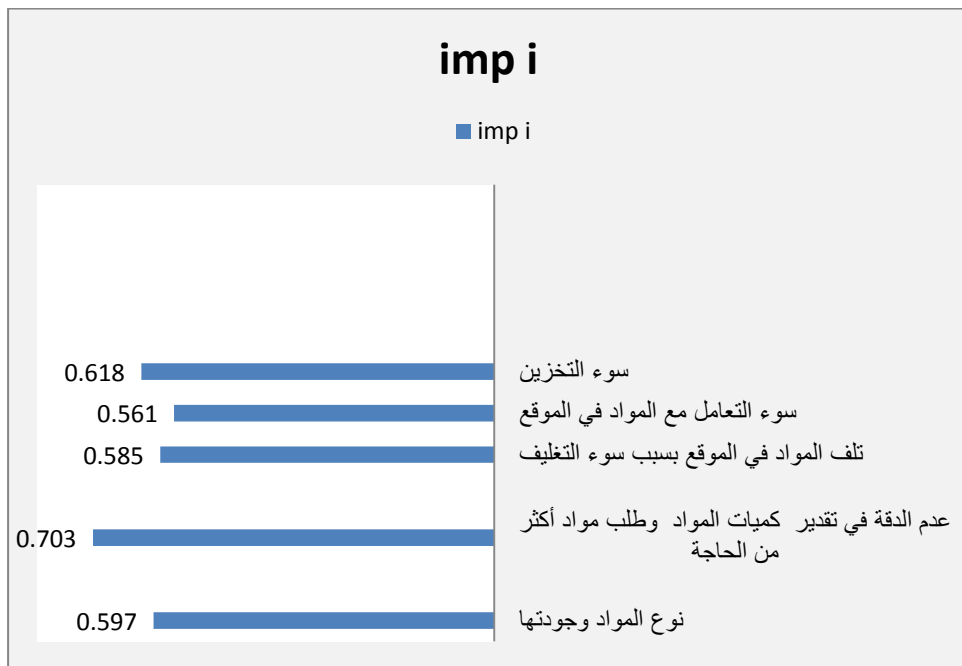


الشكل (3) درجة الأهمية للعوامل ضمن مجموعة التصميم والتوثيق

جدول (9): درجة الأهمية للعوامل ضمن مجموعة المواد

imp i	المواد	الترتيب
0.596	نوع المواد وجودتها	1
0.703	عدم الدقة في تقدير كميات المواد وطلب مواد أكثر من الحاجة	2
0.584	تلف المواد في الموقع بسبب سوء التغليف	3
0.561	سوء التعامل مع المواد في الموقع	4
0.618	سوء التخزين	5

ويعبر عن الجدول (7) وفق الشكل الآتي :

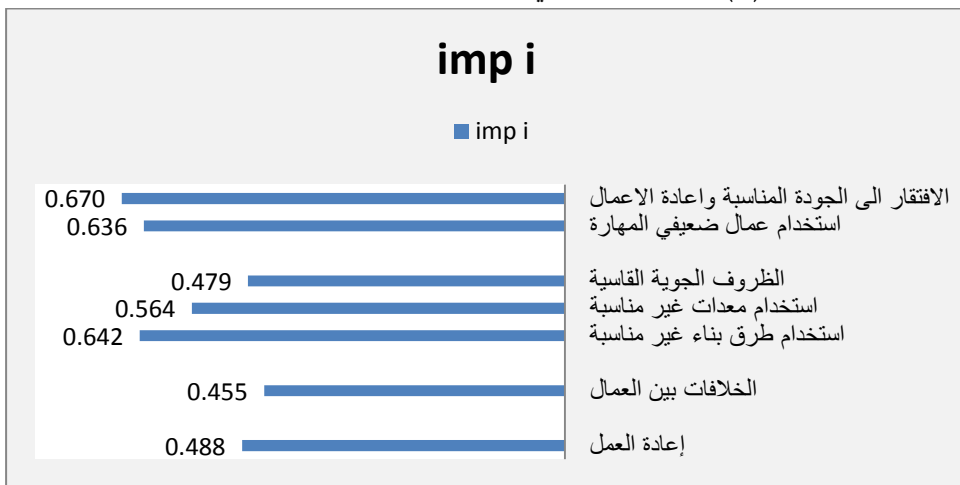


الشكل (4) درجة الأهمية للعوامل ضمن مجموعة المواد

جدول (10): درجة الأهمية للعوامل ضمن مجموعة تنفيذ المشروع

imp i	تنفيذ المشروع	i
0.487	إعادة العمل	1
0.454	الخلافات بين العمال	2
0.642	استخدام طرق بناء غير مناسبة	3
0.563	استخدام معدات غير مناسبة	4
0.478	الظروف الجوية القاسية	5
0.636	استخدام عمال ضعيفي المهارة	6
0.669	الافتقار الى الجودة المناسبة واعادة الاعمال	7

ويعبر عن الجدول (8) وفق الشكل الآتي :

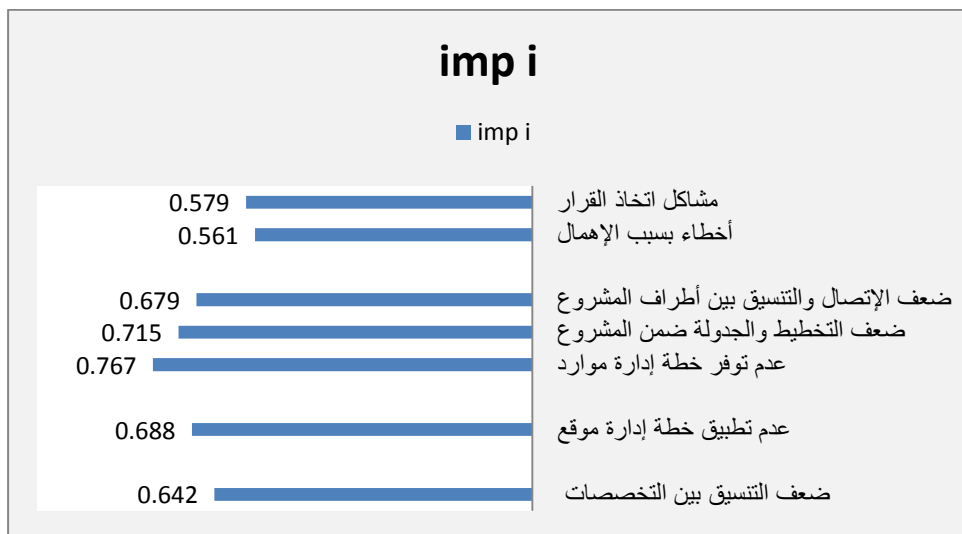


الشكل (5) :درجة الأهمية للعوامل ضمن مجموعة تنفيذ المشروع الشكل

جدول (11):درجة الأهمية للعوامل ضمن مجموعة إدارة الموقع

imp a	إدارة الموقع	a
0.642	ضعف التنسيق بين التخصصات	1
0.687	عدم تطبيق خطة إدارة موقع	2
0.766	عدم توفر خطة إدارة موارد	3
0.715	ضعف التخطيط والجدولة ضمن المشروع	4
0.678	ضعف الإتصال والتنسيق بين أطراف المشروع	5
0.560	أخطاء بسبب الإهمال	6
0.578	مشاكل اتخاذ القرار	7
0.766	عدم وجود خطة ادارة مخلفات	8
0.718	الافتقار الى خطة ادارة جودة	9
0.703	التعليمات الشفهية المتضاربة من قبل جهاز الاشراف	10
0.712	ضعف اجراءات الاشراف والامان والتفتيش والرقابة	11

ويعبر عن الجدول (9) وفق الشكل الآتي :

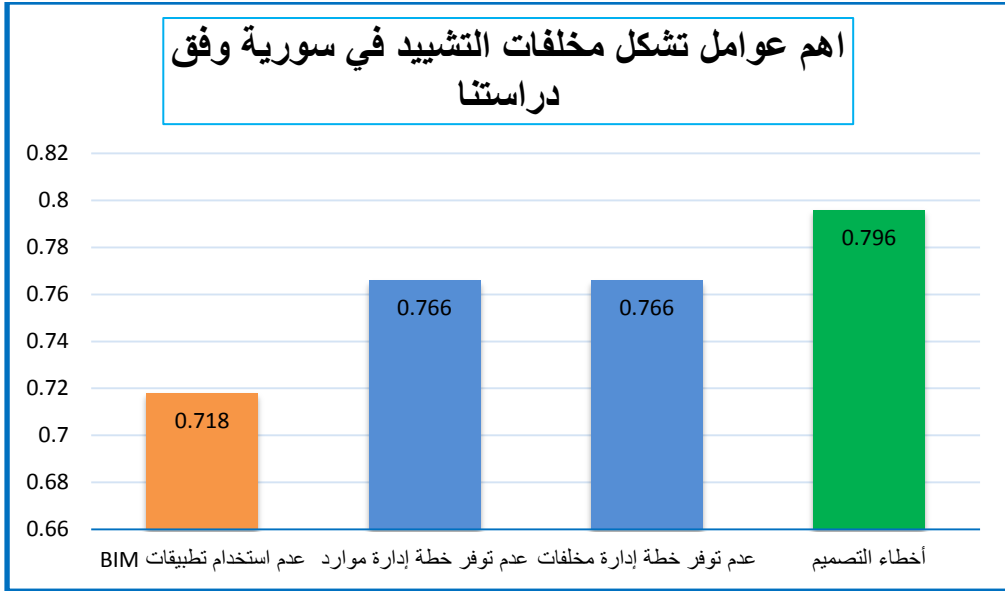


الشكل (6) :درجة الأهمية للعوامل ضمن مجموعة إدارة الموقع

7- مناقشة النتائج :

بالاعتماد على نتائج الاستبيان تبين لنا أنه يمكن أن تؤدي أخطاء التصميم في مشاريع البناء إلى إعادة العمل، ونقص المواد، وعمليات البناء غير الفعالة، مما يؤدي إلى تشكّل كمية كبيرة من المخلفات. وفقا لدراسة أجريت عام (2017)، تساهم أخطاء التصميم في حوالي 10-15% من مخلفات التشييد [32]. وعلاوة على ذلك، ففي بحث آخر اجري عام (2019) يؤكد على أن أخطاء التصميم غالبًا ما تتبع من نقص التنسيق والتواصل بين أطراف المشروع ، مما يؤدي إلى عدم الكفاءة وتوليد المخلفات [33].

وفيما يلي أهم عوامل تشكّل مخلفات التشييد وفق دراستنا الحالية ونتائج الاستبيان وفق الشكل الاتي :



الشكل (7) : العوامل الأساسية لتشكيل المخلفات في سورية

وفق الدراسة

كما تبين لنا من خلال دراسة حالة تشكل مخلفات التشييد في ثلاثة مشاريع أن أخطاء التصميم تسببت بتكاليف إضافية على المشروع ، حيث بلغت نسبة الكلفة الإضافية في مشروع الإسكان 3.27% من كلفة المشروع الأساسية بينما بلغت في مشروع برج اللاذقية 4% ، والسبب الأساسي لهذه المشكلة في المشروعين عدم القيام بدراسات كافية لطبقات التأسيس في مرحلة التصميم ، حيث تم اعتماد نتائج تحليل لعينات التربة من السبور المنفذة بينما كان يجب إجراء دراسة جيوفيزيائي للتربة توضح التشكيلات الفعلية لتربة التأسيس.

من خلال ماسبق من نتائج ، تبين لنا أن عامل التصميم يعتبر العامل الأكثر تأثيراً في تشكل مخلفات البناء، من هنا تظهر أهمية استخدام تقنيات التصميم الحديثة كنمذجة معلومات البناء: BIM في مرحلة التصميم، كعامل أساسي في خفض مخلفات التشييد، حيث دلت نتائج الاستبيان أن أخطاء التصميم هي المسبب الرئيسي للمخلفات، حيث

حصلت على قيمة عامل 0.796 وفي الدرجة الثانية كان عدم توفر خطط لإدارة مخلفات التشييد وإدارة الموارد وقيمة العامل لكل منهما 0.766 بينما حلّ عدم استخدام تطبيقات BIM في التصميم وافتقار عمليات التشييد في بلدنا لخطط إدارة الجودة في المرتبة الثالثة بقيمة عامل 0.718 كما أن كمية مخلفات التشييد الضخمة التي تنتج عن أعمال التشييد في مرحلة إعادة الاعمار والتي قد تزيد عن 3 مليون طن تحتم علينا وضع استراتيجيات لخفض المخلفات في مرحلة التصميم تتيح لنا التنبؤ بكمية المخلفات ونوعها ومراحل تشكلها خلال زمن تشييد المشروع.

8-التوصيات:

تفرض نتائج الدراسة على المهتمين بمجال التشييد الاعتماد بشكل أساسي على التقنيات التي تمنح إمكانية حل مشاكل التصميم والتنبؤ بالأخطاء في مرحلة التصميم ، لذلك إن استخدام تقنيات نمذجة معلومات الأبنية (BIM)¹¹ ، يتيح لنا حل مشاكل التصميم والتنسيق بين أطراف المشروع وأجزائه ، وحل مشاكل التعارضات التي قد تنشأ بين الاختصاصات المختلفة المشاركة في التصميم، وذلك للحد من تأثير هذه العوامل وصولاً إلى خفض الهدر بشكل عملي يحقق الأهداف المطلوبة ، والقيام بالمزيد من الدراسات لتحديد الخطوات والممارسات الواجب اتباعها لخفض الهدر الى حدود أكبر . كما أن الدراسة أظهرت إمكانية اختلاف كمية المخلفات باختلاف حجم المشروع وعدد الطوابق وهذا الامر يتطلب اتخاذ خطوات عملية للتحكم بشكل مخلفات التشييد في مرحلة التصميم وخاصة في المشاريع الكبيرة للمحافظة على الموارد.

¹¹ لاحقاً في القسم التالي من هذا البحث سوف يتم استخدام أدوات الـ BIM لتحسين التصميم في سبيل تخفيض مخلفات البناء في مرحلة التصميم، حيث أن هذا البحث هو جزء من دراسة متكاملة لدراسة وضع خطة متكاملة لإدارة مخلفات صناعة التشييد في سورية.

References:

[1]- <https://www.wastereduction.gov.hk> , Monitoring of solid waste in Hong Kong,.22/12/2023.

[2]- <http://www.scrip.org> . Environmental Protection Agency,2009.

[3]-<https://www.keco.or.kr> . Ministry of Environment and Korea Environment Corporation, Sejong, South Korea,2014.

[4]- Zhikang Bao, Wendy M.W. Lee, Weisheng Lu "*Implementing on-site construction waste recycling in Hong Kong: Barriers and facilitators*" *Science of the Total Environment* 747 (2020) 141091 p3 25 July 2020.

[5]- Kartam, N., et al. (2004). "*Environmental management of construction and demolition waste in Kuwait.*" Waste management **24**(10): 1049-1059.

[6]- Shen, L., et al. (2004). "*Mapping approach for examining waste management on construction sites.*" Journal of construction engineering and management **130**(4): 472-481

[7]- Serpell, A. and L. F. Alarcon (1998). "*Construction process improvement methodology for construction projects.*" International journal of project management **16**(4): 215-221.

[8]- Fishbein, B. K. (1998). "EPR: What does it mean? Where is it headed?" P2: Pollution Prevention Review **8**(4): 43-55.

[9]- Sharma, A., & Bajaj, S. (2020). Management of construction and demolition waste in India. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 23(6), 1376-1382.

- [10]- Moriguchi, Y., & Suzuki, Y. (2019). The present status of construction waste management in Japan. *Resources, Conservation and Recycling*, 142, 21-28.
- [11]- US Environmental Protection Agency. (2018). *Advancing sustainable materials management: facts and figures*. Washington, DC: US Environmental Protection Agency.
- [12]- Xiong, X., Xu, Q., & Liu, Y. (2018). The management of construction and demolition waste in China: status, problems and prospects. *Resources, Conservation and Recycling*, 139, 70-80.
- [13]- European Commission. (2019). *Report on implementation of the Waste Framework Directive*. Brussels: European Commission.
- [14]- Parida, R., & Kansal, A. (2019). Assessment of construction and demolition waste management practices in India. *Journal of Cleaner Production*, 234, 1318-1325.
- [15]- Kikuchi, Y., Futamura, S., & Kuroda, K. (2019). Development of the construction waste generation index and analysis of waste generation characteristics in Japan. *Journal of Cleaner Production*, 210, 1367-1375.
- [16]- Muddassar, M., Mir, G. M., & Ahmed, I. (2020). Construction and demolition waste: status, challenges, and opportunities for circular economy in India. *Resources, Conservation and Recycling*, 154, 104614.
- [17]- Hao, J., Chen, X., Zhang, B., & Wang, J. (2019). Material flow analysis of construction and demolition waste in China. *Journal of Cleaner Production*, 230, 260-270.

[18]- Sansaloni, I., & Rodríguez, C. (2018). Construction waste recycling: a review of environmental management strategies and technologies. *Resources, Conservation and Recycling*, 131, 255-271.

[19]- Lu, W. and H. Yuan (2010). "*Exploring critical success factors for waste management in construction projects of China.*" *Resources, conservation and recycling* 55(2): 201-208

[20]- Malinauskaite, J.; Jouhara, H.; Czajczy ´ nska, D.; Stanchev, P.; Katsou, E.; Rostkowski, P.; Thorne, R.J.; Colon, J.; Ponsá, S.; Al-Mansour, F.J.E. Municipal solid waste management and waste-to-energy in the context of a circular economy and energy recycling in Europe. *Energy* 2017, 141, 2013–2044. [CrossRef]

[21]- Yong, C.Y. The Influence of Total Quality Management on Project Performance: The Case of Construction Organizations in Malaysia. Ph.D. Thesis, Curtin University, Bentley, WA, Australia, 2018.

[22]- Musa Mohammed&others" *Beneficial Effects of 3D BIM for Pre-Emptying Waste during the Planning and Design Stage of Building and Waste Reduction Strategies*" www.mdpi.com/journal/sustainability.p3.14 March 2022.

[23]-Desale, S. V., & Deodhar, S. V. Identification and eliminating waste in construction by using lean and six sigma principles. *International Journal of innovative Research in Science, Engineering and technology*, 3(4), 285-296. 2014..

[24]-Tezeswi, T. and S. K. MVN. "Implementing construction waste management in India: An extended theory of planned behaviour approach." Environmental Technology & Innovation **27**: 102401.2022.

[25]-Olanrewaju, S. D. and O. E. Ogunmakinde. "Waste minimisation strategies at the design phase: Architects' response." Waste management **118**: 323-330.2020.

[26]-Sasitharan Nagapan*1, Ismail Abdul Rahman2, Ade Asmi3" A Review of Construction Waste Cause Factors " 1University Tun Hussein Onn Malaysia (<http://www.uthm.edu.my>) .

[27]-Lauritzen, E. "*Emergency construction waste management*" Safety science 30(1-2): 45-53.1998.

[28]-B,Hassan&J,Omran&H,Ali. "*Method of Making the Decision to Find the Optimal Technological Alternative to Treat the Demolition Waste in the Syrian Case*"

Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (42) No. (1) 2020,p12.

[29]- Ma, X., Wu, Z., Yuan, H., & Ma, L. (2018). Quantitative analysis of factors influencing construction waste generation: A case study of Shanghai. *Journal of Cleaner Production*, 184, 560-570.

[30]- Lu, W., Yuan, H., Wang, J., & Huang, Y. (2019). Minimizing construction waste: A systematic literature review. *Habitat International*, 83, 102-114.

[31]- Smith, T. (2020). The use of questionnaires in determining construction waste factors. *Construction Research Reviews*, 27(3), 245-261.

[32]- Knapp, E., Gales, T., & Lo, H. (2017). Construction waste management. In *Green Building, Construction and Development* (pp. 279-294). CRC Press.

[33]- Lu, W., Guo, H. L., Skibniewski, M. J., & Li, Q. Q. (2019). Investigating the causes of rework in building construction projects: A case of China. *Journal of Management in Engineering*, 35(1), 04018042.

[34]- Curtis, P., & Machado, C. (2019). Integrating BIM in construction waste management: A case study in the UK. *Construction and Building Materials*, 204, 81-89.

[35]-Abdul afar, M; Ibrahim, R; Shari" *Embedding cultural knowledge in building information modeling (BIM) for fabrication efficiency to reduce industrialized construction waste* "computing in civil and building engineering, ASCE, p8,2014.

[36]- Jiang Xu" *Research on Application of BIM 5D Technology in Central Grand Project*" *Procedia Engineering* 174 (2017) 600 – 610 P3.

[37]-Salgin, B; Akgun.A; Cosgun, N; Agyekum, K" *construction waste reduction through BIM Based site management approach* 'international journal of engineering technologies, Erciyes university in Turkey, P9,8,2017, www.Research Gate.net.

[38]- Hamidi, B; Bulbul, T; Pearce, A; Thabit, W" *Potential application of BIM in cost-benefit analysis of Demolition waste management*" construction research congress, Asce204, p10,2014.

[39]- Milad Zoghi1 & Sungjin Kim, " *Dynamic Modeling for Life Cycle Cost Analysis of BIM-Based Construction Waste Management* " Sustainability. 22 March 2020. p1

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والآلات الافتراضية

د.م. حمزة علي* - د.م. غصون دنهش** - م. نسيب زعرور***

الملخص:

يهتم هذا البحث بالاستفادة من إحدى النظريات الرياضية الحديثة والمهتمة بإيجاد الحل الأمثل ، و التي هي نظرية الخوارزميات الوراثية المتداخلة، و كذلك استخدام الآلات الافتراضية ، وذلك لحل إحدى مسائل الإدارة الهندسية.

إن المشكلة المدروسة في هذا البحث هي اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية (القابلة للتركيب و التفكيك) لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج هدم الأبنية بحالة أن التصاميم التي سيتم اعتمادها لمجموعة الهنكارات تكون مختلفة في المواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل، و ذلك للحصول على أقل قيمة ممكنة للتكاليف المتعلقة بهنكارات المعمل المتنقل ، و ذلك ضمن شروط محدودية العناصر المعدنية، و هذه المشكلة لديها فضاء حلول كبير.

تعتبر الخوارزميات الوراثية من أقوى الوسائل التي توصل إلى الحل الأمثل أو الأقرب إلى الحل الأمثل و ذلك في فضاء حلول كبير.

توصل البحث إلى تحضير الخوارزميات الوراثية المتداخلة والآلات الافتراضية لتصبح قادرة على حل المشكلة المذكورة أعلاه.

الكلمات المفتاحية: هنكار معدني ، خوارزميات وراثية متداخلة ، آلة افتراضية.

* استاذ مساعد في قسم الإدارة الهندسية و الإنشاء بكلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

** مدرس في قسم الهندسة الإنشائية بكلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

*** طالب دراسات عليا (دكتوراه) في قسم الإدارة الهندسية و الإنشاء بكلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

Selecting designs of steel warehouses of mobile plant for demolition resultants recycling in case of difference of warehouse groups in locations using Nested Genetic Algorithms and Virtual Machines

ABSTRACT:

this research is interested in making use of one of the new mathematical theories that is interested in finding the optimum solution, which is Nested Genetic Algorithms theory, and also using Virtual Machines, in order to solve an engineering management problem.

The studied problem in this research is selecting designs of steel warehouses (that are capable to be disassembled and assembled) of mobile plant for buildings demolition resultants recycling in case that the groups of adopted designs of warehouses are different in locations that the mobile plant will locate in, in order to get the minimum value of costs related to warehouses of the mobile plant, in the conditions of steel element limitations, and this problem has a big solution space.

genetic algorithms theory is considered as one of the strongest tools which reaches the optimum solution or near optimum solution in a big solution space.

The research achieved preparing nested genetic algorithms and virtual machines to be capable of solving the problem mentioned above.

Keywords:

steel warehouses, nested genetic algorithms, virtual machine.

1: مقدمة:

ان اعادة التدوير هي من المجالات الحديثة الي دخلت حيز التنفيذ في مختلف المجالات نظراً لأهميتها الاقتصادية. ان استخدام نواتج هدم الابنية هو من المسائل شديدة الاهمية وخصوصاً عندما تكون كمية نواتج الهدم كبيرة. إن المعمل المؤقت لاعادة تدوير نواتج هدم الابنية ضمن هنكارات معدنية سينتقل من منطقة إلى منطقة أخرى، و توجد حاجة لاستخدام هنكارات معدنية مؤقتة في معمل اعادة التدوير، و يتم تفكيك هذه الهنكارات و اعادة استخدام القطع المعدنية المفككة لتركيب هنكارات مؤقتة في معمل اعادة التدوير الجديد ، و ذلك ضمن ظروف محدودية العناصر المعدنية المتوفرة.

توجد دراسات سابقة لانشاء اطارات معدنية و جوائز شبكية معدنية بهدف امثلية تصميم العناصر المعدنية، حيث درس [8] أمثلية اطار معدني بهدف الحصول الوزن الكلي الانشائي الأصغري باستخدام البحث المبعثر، و قد عالج [9] أمثلية شبكة القضبان بهدف تصغير وزن شبكة القضبان و انتقالات عقدها ، وقد وصف [10] امثلية اطار ثنائي الابعاد بطريقة الفروع و القيود بحالة عدم التأكد من الحمولات. أكد [11] على وجود جهد حسابي كبير حيث استعمل طريقة الامثلية التكرارية للحصول على الكتلة الاصغرية لاطار متعدد الطوابق، و قد استخدم [12] شبكات عصبية احتمالية لجائز شبكي لتصغير طاقة التشوهات، و استخدم [13] طريقة تقريبية للجائز الشبكي و لكنها لا تصلح إلا للجوائز الشبكية و هي تعالج تصغير وزن المعدن. نلاحظ إن الدراسات السابقة لم يتم فيها دراسة امثلية اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية التي سيتم تفكيكها و اعادة تركيبها، حيث أن معمل اعادة التدوير سينتقل من منطقة إلى منطقة أخرى. لقد قمنا في [15] بمعالجة موضوع اختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة تماثل مجموعات الهنكارات في جميع المواقع ، و في هذا البحث سندرس اختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع.

2: هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى مُلاءمة الخوارزميات الوراثية المتداخلة و الآلات الافتراضية لتصبح قادرة على اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية (القابلة للفك و التركيب) لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج هدم الأبنية بهدف الحصول على أقل قيمة ممكنة للتكاليف المتعلقة بهنكارات المعمل المتنقل ، و ذلك ضمن شروط محدودية العناصر المعدنية، و ذلك بحالة أنه يمكن أن تختلف تصاميم الهنكارات و أعدادها من موقع إلى آخر، و ذلك للمواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل.

3: عرض المشكلة المطروحة :

● إن المشكلة المطروحة هي: مشكلة اختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع و سببها كما يلي:
إن المعمل المؤقت لإعادة تدوير نواتج هدم الابنية يتضمن هنكارات معدنية (ضمن ظروف محدودية العناصر المعدنية المتوفرة) و هذا المعمل المؤقت سينتقل من منطقة إلى منطقة أخرى.

● إن موقع المعمل و تصميم الموقع في كل منطقة سيتوضع فيها المعمل هي من المعطيات، و الهنكارات مكونة من جملة اطارات بوابية احادية الفتحة و ذات طابق واحد (طابق ارضي فقط بدون قبو) ، حيث يتغير طول المبنى بحسب عدد الاطارات البوابية المتتالية (لها نفس التباعد فيما بينها في الهنكار الواحد) .

و يمكن أن تصنف الهنكارات وظيفياً إلى:

هنكارات معدنية تُستخدم كمستودعات لتخزين المنتجات الخرسانية و هنكارات معدنية تُستخدم كمساكن للعمال و هنكارات معدنية تُستخدم كمستودعات لتخزين نواتج الهدم غير الخرسانية وهي (الحديد و الخشب و الزجاج) ، و تختلف المساحة الافقية و الابعاد للهنكارات حسب وظيفة كل منها، و قد لا تكون جميع هذه الأصناف مطلوبة للمعمل المتنقل و ذلك حسب خطة عمل المعمل المتنقل.

● إن مجال الابعاد و المساحة الافقية للهنكار و(هل الهنكار مطلوب أم لا) لكل صنف من أصناف الهنكارات المعدنية، و كذلك محدودية و خصائص العناصر المعدنية

المتوفرة هي من المعطيات، و لا توجد محدودية لعناصر الوصل و لعناصر التغطية للهناكارات.

● إن أبعاد هناكارات التخزين تؤثر على سعة التخزين ، و بالتالي تؤثر على المدة التي سيمتلىء فيها الهناكار ، و عندما يمتلىء الهناكار فسيوقف نقل المواد إليه إلى أن يتم نقل محتوياته إلى مراكز التوزيع الخارجية، و بعد تفريغ الهناكار سيمتلىء من جديد و هكذا دواليك ، و إذا كان للآليات (التي ستقل محتويات الهناكار إلى مراكز التوزيع الخارجية) مهام أخرى ضمن المعمل المنتقل فعندئذ سيتأثر تنفيذ هذه المهام بمدة امتلاء الهناكار ، و بالتالي ستؤثر التصاميم المختارة للهناكارات في كلفة انجاز الأعمال في المعمل المنتقل، كما أن التصاميم المختارة للهناكارات تؤثر على كلفة الفولاذ و كلفة نقله و كلفة الفك و التركيب و كلفة مواد البناء اللازمة لتنفيذ الاساسات (مثل الاسمنت و غيرها من مواد البناء) ، كما تؤثر على كلفة نقل هذه المواد.

● المطلوب هو اختيار تصاميم الهناكارات المعدنية (القابلة للفك و التركيب) لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج هدم الأبنية بهدف الحصول على أقل قيمة ممكنة للتكاليف المتعلقة بهناكارات المعمل المنتقل في جميع المواقع ، حيث أن المطلوب لكل هناكار إيجاد مقاطع عناصره الانشائية ، و كذلك ايجاد خصائص تصميمية للهناكار (غير متعلقة بالمقاطع) مثل عدد القنحات و التباعد بين الإطارات و غيرها و كذلك الأطوال و الأعداد للمقاطع الفولاذية المعتمدة لتنفيذ المدادات و سكك الجدران ، و ذلك ضمن شروط محدودية العناصر المعدنية، و ذلك بحالة أنه يمكن أن تختلف تصاميم الهناكارات و أعدادها من موقع إلى آخر، و ذلك للمواقع التي سيتوضع فيها المعمل المنتقل.

● إن معايير التصميم المتغيرة (الخصائص التصميمية المتغيرة) يحددها المهندسون و القائمون على المعمل المنتقل ، و هي تحدد المتغيرات التي سيتم ايجاد الحل الأمثل وفقاً لها ، و بالتالي يمكن أن يختلف عدد و مواصفات معايير التصميم المتغيرة من مشروع إلى آخر بحسب ما يحدده المهندسون و القائمون على مشروع المعمل المنتقل لإعادة التدوير ، و بالتالي تختلف التصاميم الناتجة للهناكارات وفقاً لعدد و لمواصفات معايير التصميم المتغيرة و لمواصفات معايير التصميم الثابتة (مثل الحمولات الحية و غيرها).

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والالات الافتراضية

● إذا كان عدد المواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل هي C و إذا كان n_i هو عدد الهنكارات في الموقع i فعندئذ سيتم اعتماد تصميم لكل هنكار من هذه الهنكارات التي عددها n_i فإذا رمزنا بـ $de_{i,1}$ كرمز التصميم المعتمد للهنكار رقم 1 في الموقع i و رمزنا بـ $de_{i,2}$ كرمز التصميم المعتمد للهنكار رقم 2 في الموقع i و هكذا حتى الرمز de_{i,n_i} كرمز التصميم المعتمد للهنكار رقم n_i في الموقع i .

وبالتالي سيكون لدينا مجموعة تصاميم معتمدة $(de_{i,1}, de_{i,2}, \dots, de_{i,n_i})$ في الموقع i و كل تصميم منها متعلق بهنكار من الهنكارات التي عددها n_i .

و بالتالي سيكون عدد التصاميم المعتمدة في جميع المواقع يساوي عدد الهنكارات:

$$k = n_1 + n_2 + \dots + n_c$$

تم تصنيف الادخالات (المعطيات) ضمن مجموعة من جداول الخصائص و التي يتم الربط فيما بينها .

إن جداول الادخالات (المعطيات) يقدمها المهندسون و القائمون على المعمل المتنقل، و هي تحدد البنود و المتغيرات التي على أساسها سيتم إيجاد الحل الأمثل. و فيما يلي سنبين أهم جداول الادخالات (المعطيات) مع أمثلة لها:

• جدول الهنكارات :

و يحوي الهنكارات التي سيتم تركيبها في المواقع المتعددة للمعمل المتنقل لإعادة التدوير حيث يبين هذا الجدول موقع كل هنكار سيتم تشييده (تركيبه) ، و يحوي الجدول الأعمدة : ID_of_warehouse و warehouse_name و location .

الجدول (1) : جدول الهنكارات

ID_of_warehouse	warehouse_name	location
1	wa1	a
2	wb1	b
3	wb2	b
4	wc1	c

• جدول خصائص المقاطع:

و يحوي خصائص الفولاذ المتوفر لتنفيذ الهنكارات، و يحوي الاعمدة التالية: ID و section_name و steel_grade و steel_table و section_type و profile_in_list و weight kg/m و count_of_lengths و مجموعات: length و count و price_per_1_steel_section [15].

الجدول (2) : جدول خصائص المقاطع [15]

ID	section_name	steel_grade_ID	steel_table	section_type	weight kg/m	count_of_available_lengths	length m	count	price__sp_per_1_steel_section	length m	count	price__sp_per_1_steel_section
1	254x254_UC73	S275	UK5	UC	73.1	1	12	200	2632000			
2	203x203_UC46	S275	UK5	UC	46.1	1	18	250	2490000			
3	152x152_UC37	S275	UK5	UC	37	2	12	200	1332000	18	100	1998000
4	114.3X3.6_CHS	S275	UK5	CHS	3.09	1	12	250	112000			
5	139.7x5.0_CHS	S275	UK5	CHS	8.38	1	18	275	453000			
6	168.3x5.0 CHS	S275	UK5	CHS	9.83	1	12	250	354000			
7	168.3x10.0 CHS	S275	UK5	CHS	16.6	1	12	200	598000			
8	914x305_UB289	S275	UK5	UB	289	1	18	275	15606000			
9	838x292_UB176	S275	UK5	UB	176	1	12	250	6336000			
10	686x254_UB152	S275	UK5	UB	152	1	18	200	8208000			
11	457x191_UB98	S275	UK5	UB	98.3	1	18	275	5309000			
12	150x90_PFC24	S275	UK5	PFC	23.9	1	12	250	861000			
13	125x65_PFC15	S275	UK5	PFC	14.8	1	18	200	800000			
14	172_Z_14	S275	Metsec	Z	3.6	1	18	250	195000			
15	202_Z_15	S275	Metsec	Z	4.21	1	18	200	228000			
16	232_Z_16	S275	Metsec	Z	5.11	1	12	275	184000			
17	262_Z_16	S275	Metsec	Z	5.57	1	18	250	301000			

• جدول الحالات للعناصر بدلالة section_ID:

و يحوي الخيارات الممكن استخدامها لكل عنصر انشائي و ذلك من الفولاذ المتوفر المذكور في جدول خصائص المقاطع ، و يحوي هذا الجدول الأعمدة member_type و count_of_cases و مجموعة section_ID حيث أن section_ID هو ID الخاص بالمقطع و الموجود في الجدول (2) .

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والالات الافتراضية

الجدول (3) : جدول الحالات للعناصر بدلالة section_ID

member_type	count_of_cases	section_ID	section_ID	section_ID	section_ID
post	3	1	2	3	
roof_bracing	4	4	5	6	7
longitudinal_bracing	4	4	5	6	7
door	2	12	13		
column	4	8	9	10	11
rafter	4	8	9	10	11
purlin	4	14	15	16	17
rail	4	14	15	16	17

• جدول الحالات لخصائص (معايير) التصميم المتغيرة :

ويحوي خيارات القيم التي يمكن أن تأخذها مجموعة خصائص تصميمية (غير متعلقة بخصائص المقاطع المعدنية) ، حيث يحوي الجدول الاعمدة : id و warehouse و variable_data_of_design و count_of_cases و مجموعة value [15] .

الجدول (4) : جدول الحالات لخصائص التصميم المتغيرة [15]

id	warehouse	variable_data_of_design	count_of_cases	value	value	value	value
1	wa1	span_length_(m)	3	16	18	20	
2	wa1	no_of_frames	4	8	9	10	11
3	wa1	frame_centres_(m)	4	3.5	4	4.5	5
4	wa1	left_eaves_level_(m)	2	5	6		
5	wb1	span_length_(m)	2	18	20		
6	wb1	no_of_frames	4	8	9	10	11
7	wb1	frame_centres_(m)	4	3.5	4	4.5	5
8	wb1	left_eaves_level_(m)	1	6			
9	wb2	span_length_(m)	1	20			
10	wb2	no_of_frames	4	8	9	10	11
11	wb2	frame_centres_(m)	4	3.5	4	4.5	5
12	wb2	left_eaves_level_(m)	2	5	6		
13	wc1	span_length_(m)	2	18	20		
14	wc1	no_of_frames	4	8	9	10	11
15	wc1	frame_centres_(m)	4	3.5	4	4.5	5
16	wc1	left_eaves_level_(m)	1	6			

نلاحظ في مثال الجدول السابق أنه توجد 4 خصائص (معايير) تصميمية متغيرة لكل هنكار (وهو مثال للتوضيح) ، و يمكن أن يكون عدد خصائص التصميم المتغيرة أكثر

أو أقل (مثلاً يمكن وضع خيارات للتباعد الشاقولي بين سكك الجدران) ، وذلك حسب جداول الادخالات (المعطيات) التي يقدمها المهندسون و القائمون على المعمل المتنقل.

• جدول حدود نتائج التصميم :

يتضمن هذا الجدول حدودا عليا و دنيا لمجموعة من الخصائص التصميمية الناتجة حيث تختلف هذه الحدود من هنكار لآخر، و يحوي هذا الجدول الاعمدة: ID و

warehouse و results_of_design و lower_limit و upper_limit . يبين

الجدول التالي مثلاً لحدود نتائج التصميم للهنكار : wa1 .

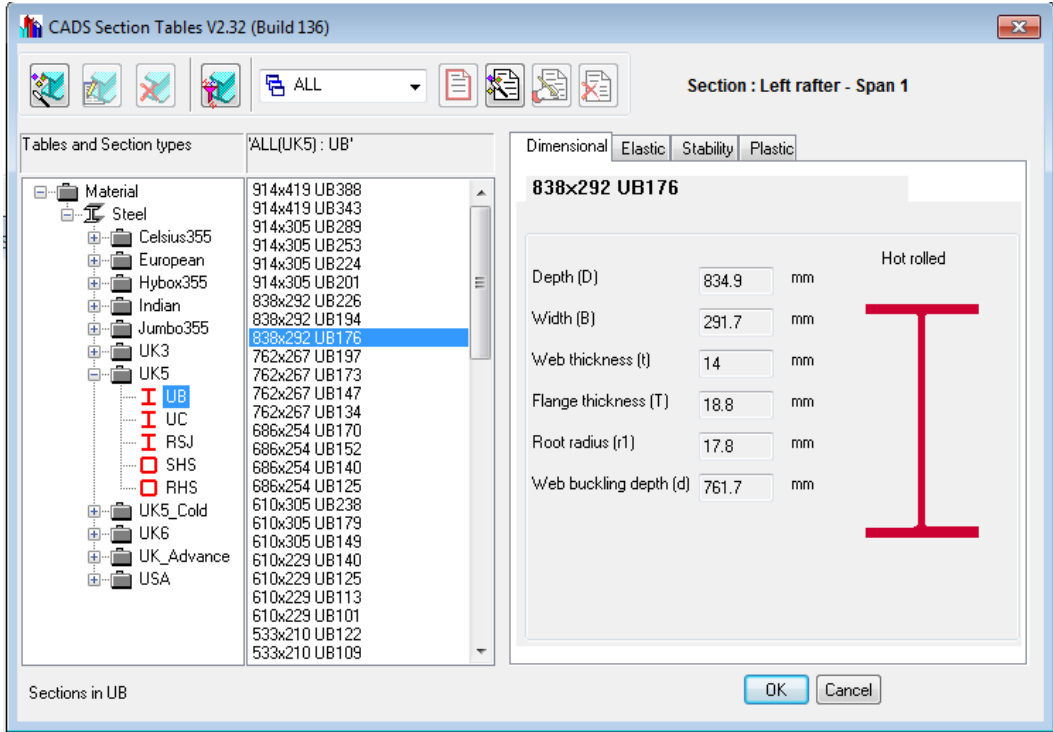
الجدول (5) : جدول حدود نتائج التصميم للهنكار : wa1

ID	warehouse	results_of_design	lower_limit	upper_limit
1	wa1	total_length_(m)	30	100
2	wa1	total_area_(m ²)	480	3000

• يوجد للهنكارات خصائص تصميمية ذات قيم ثابتة (أي لا تتغير قيمها مثلاً الحمولات الحية)، و التي تكون محددة مسبقاً حيث أن التغيرات تحدث فقط للخصائص التصميمية (المكونات) المبينة في الأمثلة السابقة من خلال الجدولين: جدول الحالات للعناصر بدلالة section_ID (الجدول 3) و جدول الحالات لخصائص التصميم المتغيرة (الجدول 4) .

• لاجراء هذا البحث توجب استخدام برنامج متخصص و متطور في مجال الهنكارات، و بناءً على ذلك فقد قمنا باستخدام برنامج تصميم الهنكارات: Smart Portal 3D ، و هو برنامج متخصص بالتصميم الانشائي للهنكارات ، و للعمل ضمن هذا البرنامج يجب على المستخدم ادخال المعلومات ضمن مجموعة من النوافذ في البرنامج . إن الادخالات و المعالجة تستغرق وقتاً (عدة دقائق) حتى نتحقق في النهاية فيما إذا المدخلات تعطي هنكار مقبول انشائياً أم لا [15] . في هذا البحث سيتم تصميم الأساسات كقواعد مفردة من البيتون المسلح ، و يقوم برنامج Smart Portal 3D بتصميم هذه القواعد ، و هذه القواعد لن يتم نقلها من موقع إلى آخر .

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والالات الافتراضية



الشكل (1) : نافذة اختيار المقاطع برنامج تصميم الهنكارات Smart Portal 3D

و لأنه سيتم اجراء عدد كبير جدا من عمليات التحقق لمدخلات الهنكارات، ففي هذه الحالة لا بد من اجراء أتمتة لعمليات الادخال و الحصول على النتائج باستخدام برنامج Smart Portal 3D ، و لكون هذا البرنامج مغلق و لا يمكن أتمتته باستخدام VBA أو غيرها من الأدوات فلذلك قمنا بأتمتته باستخدام نظام الأتمتة: Pulover's Macro Creator ، و هو نظام أتمتة ومولد نصوص برمجية [7] [15].

3. إيجاد العدد الكلي اللازم لكل مقطع معدني لهنكارات جميع مواقع المعمل المتنقل:

لكل حل مقبول في الخوارزمية الوراثية (و هو يمثل مجموعة تصاميم الهنكارات في جميع المواقع) نقوم بالخطوتين التاليتين:

1- نقوم بحساب العدد الكلي اللازم لكل طول و ذلك لكل مقطع معدني لهنكارات جميع مواقع المعمل المتنقل (وفقاً الفقرة 3-1).

2- نقوم بإيجاد التقطيع الأمثل للعناصر المعدنية (الفولاذية) باستخدام البرمجة الخطية بالأعداد الصحيحة بطريقة غوموري ، و بالتالي نحصل على العدد الكلي اللازم لكل مقطع معدني لهنكارات جميع مواقع المعمل المتنقل (وفقاً الفقرة 3-2).

3-1: حساب العدد الكلي اللازم لطول معين من مقطع معدني لهنكارات جميع مواقع المعمل المتنقل:

إذا كان عدد المواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل هي C و كانت النسبة المئوية لتلف للعناصر المعدنية عند فك الهنكارات المعدنية (عند انتهاء العمل في كل موقع من مواقع المعمل المتنقل) هي t% .

و بالتالي تكون النسبة المئوية للمتبقّي غير التالف $r\% = 100 - t\%$ و بالتالي تكون $r = r\%/100$.

إذا رمزنا للعدد المحسوب لطول معين z للمقطع المعدني h في الموقع i : $E_{i,j,h}$

و رمزنا للعدد اللازم إضافته (الإضافة إلى العدد المتبقّي غير التالف من المواقع

السابقة) لطول معين z للمقطع المعدني h في الموقع i : $D_{i,j,h}$

و رمزنا للعدد الفائض (غير اللازم) غير التالف المتبقّي من المواقع السابقة لطول

معين z للمقطع المعدني h في الموقع i : $CRV_{i,j,h}$

و رمزنا للعدد الكلي اللازم لطول معين z للمقطع المعدني h لجميع المواقع: $G_{j,h}$

و بالتالي يكون:

للموقع الأول للمعمل المتنقل:

$$D_{1,j,h} = E_{1,j,h} \quad , \quad CRV_{1,j,h} = 0$$

للموقع الثاني للمعمل المتنقل:

$$\text{if } \text{int}(E_{1,j,h} * r) + CRV_{1,j,h} < E_{2,j,h}$$

$$\text{then } D_{2,j,h} = E_{2,j,h} - \text{int}(E_{1,j,h} * r) - CRV_{1,j,h} \quad , \quad CRV_{2,j,h} = 0$$

$$\text{else } D_{2,j,h} = 0 \quad , \quad CRV_{2,j,h} = \text{int}(E_{1,j,h} * r) + CRV_{1,j,h} - E_{2,j,h}$$

حيث أن التابع $\text{int}(\text{value})$ يقوم بتحويل الرقم الغير صحيح value إلى أقرب رقم صحيح (أصغر من value) حيث أن عدد العناصر المعدنية المتبقية غير التالفة هو عدد صحيح .

للموقع الثالث للمعمل المتنقل:

$$\text{if } \text{int}(E_{2,j,h} * r) + \text{CRV}_{2,j,h} < E_{3,j,h}$$

$$\text{then } D_{3,j,h} = E_{3,j,h} - \text{int}(E_{2,j,h} * r) - \text{CRV}_{2,j,h} , \text{CRV}_{3,j,h} = 0$$

$$\text{else } D_{3,j,h} = 0 , \text{CRV}_{3,j,h} = \text{int}(E_{2,j,h} * r) + \text{CRV}_{2,j,h} - E_{3,j,h}$$

و بالتالي لأي موقع $q > 1$ نستطيع أن نكتب:

$$\text{if } \text{int}(E_{q-1,j,h} * r) + \text{CRV}_{q-1,j,h} < E_{q,j,h}$$

$$\text{then } D_{q,j,h} = E_{q,j,h} - \text{int}(E_{q-1,j,h} * r) - \text{CRV}_{q-1,j,h} , \text{CRV}_{q,j,h} = 0$$

$$\text{else } D_{q,j,h} = 0 , \text{CRV}_{q,j,h} = \text{int}(E_{q-1,j,h} * r) + \text{CRV}_{q-1,j,h} - E_{q,j,h}$$

حيث: $\text{int}(E_{q-1,j,h} * r) + \text{CRV}_{q-1,j,h}$ هو العدد المتبقي غير التالف (بعد نفيك

الهنكارات عند انتهاء العمل في الموقع $q-1$) للطول z للمقطع المعدني h

ويكون العدد الكلي اللازم لطول معين z للمقطع المعدني h لجميع المواقع:

$$G_{C,j,h} = \sum_{i=1}^C D_{i,j,h}$$

3-2: إيجاد التقطيع الأمثل للعناصر المعدنية (الفولاذية) باستخدام البرمجة الخطية بالأعداد الصحيحة بطريقة غوموري:

لتوضيح عملية إيجاد التقطيع الأمثل للعناصر المعدنية سنبين المثال التالي:

بفرض لدينا طولين متوفرين لمقطع المعدني معين وهما $L1$ ، $L2$ ، و العدد المتوفر منهما على الترتيب $\text{count}1$ و $\text{count}2$ و تكلفتها على الترتيب $\text{cost}1$ ، $\text{cost}2$ ، و لدينا ثلاثة اطوال المطلوب الحصول عليها من خلال التقطيع حيث العدد المطلوب من الطول 1 هو $V1$ و العدد المطلوب من الطول 2 هو $V2$ العدد المطلوب من الطول 3 هو $V3$.

إن طريقة التقطيع 1 ينتج عنها عناصر من الطول 1 عددها $p_{1,1}$ ، و عناصر من الطول 2 عددها $p_{1,2}$ ، و عناصر من الطول 3 عددها $p_{1,3}$ ، كما أن طريقة التقطيع 2 ينتج عنها عناصر من الطول 1 عددها $p_{2,1}$ ، و عناصر من الطول 2 عددها $p_{2,2}$ ، و عناصر من الطول 3 عددها $p_{2,3}$ و هكذا بنفس الاسلوب لبقية طريقة التقطيع.

الجدول(6): مثال لعملية إيجاد التقطيع الأمثل للعناصر المعدنية

طريقة التقطيع	العدد من الطول 1	العدد من الطول 2	العدد من الطول 3	الطول المتوفر للمقطع المعدني	العدد المتوفر للمقطع المعدني	كافة للمقطع المعدني
1	p _{1,1}	p _{1,2}	p _{1,3}	L1	count1	cost1
2	p _{2,1}	p _{2,2}	p _{2,3}			
3	p _{3,1}	p _{3,2}	p _{3,3}			
4	p _{4,1}	p _{4,2}	p _{4,3}			
5	p _{5,1}	p _{5,2}	p _{5,3}	L2	count2	cost2
6	p _{6,1}	p _{6,2}	p _{6,3}			
7	p _{7,1}	p _{7,2}	p _{7,3}			
	العدد المطلوب من الطول 1	العدد المطلوب من الطول 2	العدد المطلوب من الطول 3			
	V1	V2	V3			

لنرمز لعدد القضبان الذي تم قصه وفق الطريقة i بالرمز y_i و هي عدد صحيح ، و بالتالي نستطيع كتابة مسألة برمجة خطية بالأعداد الصحيحة للمثال السابق كما يلي:

التابع الهدف: وهو يهدف للحصول على أقل كلفة ممكنة:

$$Z_{\min} = (y_1 + y_2 + y_3 + y_4) * \text{cost1} + (y_5 + y_6 + y_7) * \text{cost2}$$

الشروط:

$$y_1 + y_2 + y_3 + y_4 \leq \text{count1} \quad (1)$$

$$y_5 + y_6 + y_7 \leq \text{count2} \quad (2)$$

$$y_1 * p_{1,1} + y_2 * p_{2,1} + y_3 * p_{3,1} + y_4 * p_{4,1} + y_5 * p_{5,1} + y_6 * p_{6,1} + y_7 * p_{7,1} \geq V1 \quad (3)$$

$$y_1 * p_{1,2} + y_2 * p_{2,2} + y_3 * p_{3,2} + y_4 * p_{4,2} + y_5 * p_{5,2} + y_6 * p_{6,2} + y_7 * p_{7,2} \geq V2 \quad (4)$$

$$y_1 * p_{1,3} + y_2 * p_{2,3} + y_3 * p_{3,3} + y_4 * p_{4,3} + y_5 * p_{5,3} + y_6 * p_{6,3} + y_7 * p_{7,3} \geq V3 \quad (5)$$

where: $y_1 \geq 0$ and integer , $y_2 \geq 0$ and integer , $y_3 \geq 0$ and integer , $y_4 \geq 0$ and integer , $y_5 \geq 0$ and integer , $y_6 \geq 0$ and integer , $y_7 \geq 0$ and integer (6)

الشرطين (1) و (2) لعدم تجاوز العدد المتوفر من الطولين المتوفرين للمقطع المعدني:

. L2 ، L1

الشروط (3) و (4) و (5) لكي نحصل على الأعداد المطلوبة من الطول 1 و الطول 2 و الطول 3 .

مجموعة الشروط (6) هي شروط عدم السلبية للمجاهيل و كذلك أن المجاهيل أعداد صحيحة.

في البرنامج الحاسوبي الذي قمنا ببرمجته سيتم حل مسائل البرمجة الخطية بالاعداد الصحيحة بطريقة غوموري [14].

و بالتالي يكون العدد اللازم من المقطع المعدني المذكور ذو الطول المتوفر L1 هو:
 $(y_1 + y_2 + y_3 + y_4)$

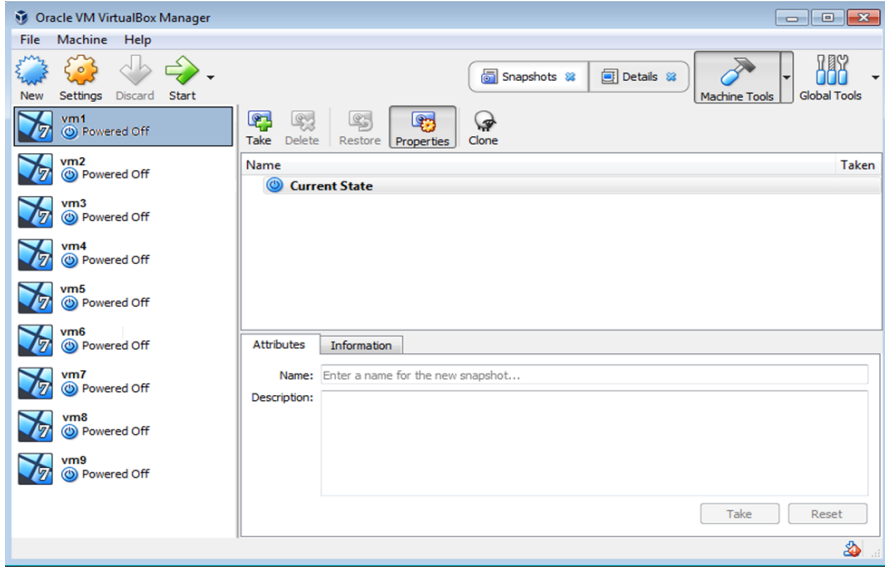
و بالتالي يكون العدد اللازم من المقطع المعدني المذكور ذو الطول المتوفر L2 هو:
 $(y_5 + y_6 + y_7)$

بنفس الطريقة يتم إيجاد التقطيع الأمثل لجميع أنواع المقاطع المعدنية المستخدمة.

4: الآلات الافتراضية Virtual Machines:

إن الادخالات و الحصول على النتائج باستخدام برنامج تصميم الهنكارات: Smart Portal 3D بشكل مؤتمت يستغرق وقتاً (عدة دقائق) حسب ما ذكرنا في الفقرة السابقة، و باعتبار المشكلة المطروحة هي ذات فضاء حلول كبير، و بالتالي يجب معالجة عدد من الحلول في نفس الوقت لتسريع الحصول على النتائج ، و لكن بسبب طبيعة برنامج تصميم الهنكارات: Smart Portal 3D الذي يستخدم نوافذ متعددة و متتالية (نماذج forms) و يقوم باستدعاء نوافذ معينة (مثل نافذة اختيار المقاطع المبينة في الشكل (1) نوافذ اخرى ايضاً) بشكل متكرر خلال خطوات عمله المتتالية ، مما يجعل من غير الممكن أتمتة تشغيل عدة نسخ من برنامج تصميم الهنكارات: Smart Portal 3D في نفس الوقت على نفس نظام التشغيل ، حيث أن النوافذ المستدعاة بشكل متكرر (مثل نافذة اختيار المقاطع) يمكن أن تتداخل ، و يمكن أن تظهر عدة نسخ منها على الشاشة في نفس الوقت عند تشغيل عدة نسخ من برنامج تصميم الهنكارات ، و بالتالي فإنها لن تعمل بشكل صحيح عند أتمتة تشغيل هذه النسخ ، كما أن البرامج التي يتم تشغيل عدة نسخ منها بنفس الوقت يمكن في كثير من الحالات أن تقوم بحفظ البيانات في مساحات بيانات (data spaces) بعضها البعض و بالتالي للقيام بأتمتة تشغيل عدة نسخ من برنامج تصميم الهنكارات يجب عزل هذه النسخ عن بعضها ، و لذلك قمنا باستخدام الآلات افتراضية Virtual Machines.

إن كل آلة افتراضية Virtual Machine (VM) أو يُعرف باسم نظام التشغيل الضيف تحاكي جميع الواجهات والموارد الخاصة بنظام الكمبيوتر الحقيقي. تستخدم الآلة افتراضية (VM) البنية التحتية الافتراضية حيث يمكن تطبيقها ليس فقط على الأنظمة الفرعية (مثل الأقراص)، ولكن على الجهاز بأكمله مثل (وحدة المعالجة المركزية CPU، والإدخال / الإخراج (I/O) وغيرها) [6].



الشكل (2) : نظام الآلات الافتراضية: Oracle VM VirtualBox

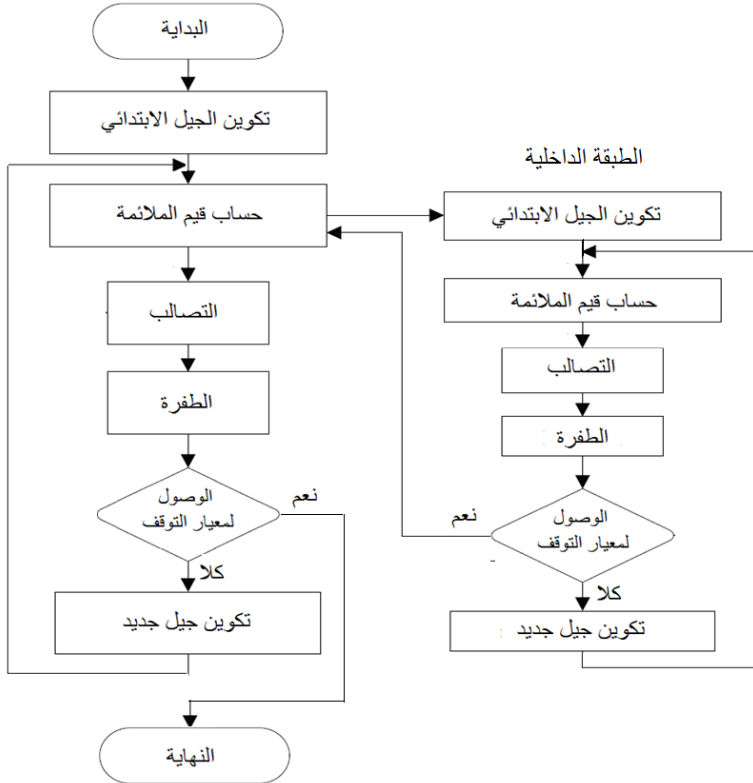
يتطلب تشغيل أنظمة تشغيل ضيف متعددة في جهاز افتراضي، بشكل أساسي مواصفات عالية لجهاز لتجنب التعطيل في الأعمال العملية، حيث يجب أن يحوي ذاكرة Ram كبيرة و معالج يحوي عدد مناسب من النوى Cores و خيوط المعالجة threads و ذلك ليتمكن الكمبيوتر من تشغيل عدة آلات افتراضية في نفس الوقت. يعد Oracle VM VirtualBox أحد أنظمة الآلات الافتراضية المجانية والتي تمكنا من تشغيل آلات افتراضية متعددة في كومبيوتر واحد [4] وقمنا باستخدامه في هذا البحث.

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والآلات الافتراضية

5: الخوارزميات الوراثية المتداخلة ذات الطبقتين:

في الخوارزميات الوراثية المتداخلة ذات الطبقتين تكون الخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية مُتضمنة في الخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية، حيث تقوم الخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية بتزويد خوارزمية الطبقة الخارجية بقيم الملاءمة [5].

و يبين الشكل التالي مخطط منهجي للخوارزميات الوراثية المتداخلة ذات الطبقتين.



الشكل (3): مخطط منهجي للخوارزميات الوراثية المتداخلة ذات الطبقتين

6: إعداد الخوارزميات الوراثية المتداخلة و الآلات الافتراضية لاستخدامهما للمشكلة المطروحة:

يجب اعتماد تمثيل مناسب للحلول عند استخدام الخوارزميات الوراثية لحل مشكلة الأمثلية المطروحة ، وهي مشكلة اختيار الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم و ذلك بحالة أنه يمكن أن تختلف تصاميم الهنكارات و أعدادها من موقع إلى آخر و ذلك للمواقع التي سيتوضع فيها المعمل المتنقل ، و سنقوم بأعداد خصائص

الخوارزميات الوراثية المتداخلة لاستخدامها عند اختلاف عدد و مواصفات معايير التصميم المتغيرة من مشروع إلى آخر بحسب ما يحدده المهندسون و القائمون على مشروع المعمل المتقل لإعادة التدوير .

6-1: تمثيل مصفوفة قيم للخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية :

الصبغيات المتعلقة بمجموعة الهنكارات تتكون من مجموعة قيم لمقاطع العناصر الانشائية و قيم لخصائص تصميمية (لا تتعلق بالعناصر الانشائية) والتي لها خيارات عديدة. حيث أن جدول الحالات للعناصر بدلالة section_ID يحوي خيارات القيم الممكن استخدامها لكل عنصر انشائي و ذلك من الفولاذ المتوفر ، و كذلك جدول الحالات لخصائص التصميم المتغيرة الذي يحوي خيارات القيم التي يمكن أن تأخذها مجموعة خصائص تصميمية.

فأمثلة الجداول السابقة لاجل للهنكارات w_1, w_2, w_3 يجب ان يحوي الصبغي الواحد لكل هنكار على قيم للمكونات المبينة في جدول الحالات للعناصر بدلالة section_ID و قيم للمكونات المبينة في جدول الحالات لخصائص التصميم المتغيرة.

كما يتبين من أمثلة الجداول السابقة : يوجد عدد k من الهنكارات (مجموع الهنكارات في جميع المواقع) و عدد هذه الهنكارات هو: $k = n_1 + n_2 + n_3 = 1 + 2 + 1 = 4$

كما يوجد عدد m من المكونات التي يجب وجود قيم لها لكل هنكار في الصبغي و عددها $m=12$ وبالتالي الصبغي يجب أن يحوي عدد من المكونات (المورثات Gene)

يساوي $k.m$ و هي في أمثلة الجدول 3 و الجدول 4 تأخذ القيمة $4 \times 12 = 48$

أي أن عدد المورثات 48 .

مثلاً ليكن لدينا الصبغي التالي:

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والالات الافتراضية

	section ID of post	section ID of roof_bracing	section ID of longitudinal_bracing	section ID of door	section ID of column	section ID of rafter	section ID of purlin	section ID of rail	span_length	no_of_frames	frame_centres	left_leaves_level
الهنكار wa1	2	7	6	13	9	11	14	15	20	9	5	6
الهنكار wb1	1	6	7	12	10	9	17	14	18	10	4	6
الهنكار wb2	3	5	4	13	11	8	16	17	20	11	4.5	6
الهنكار wc1	1	6	4	13	10	9	16	17	20	10	5	6

الشكل (4) : مثال لصبغي للخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية

إن محتويات الصبغي هي قيم للمكونات و ذلك لجميع الهنكارات حيث أن السطر الأول يتعلق بالهنكار الأول و هو wa1 ، و السطر الثاني يتعلق بالهنكار الثاني و هو wb1 ، و السطر الثالث يتعلق بالهنكار الثالث و هو wb2 ، و السطر الرابع يتعلق بالهنكار الرابع و هو wc1 ، و يتم من خلال الجدول 3 و الجدول 4 الحصول على القيم المكونات لهذا الصبغي ، و يبين الشكل التالي المقاطع الفولاذية للصبغي المذكور في المثال و التي تشكل أول 8 مورثات في كل سطر في الصبغي ، أما المورثات الأربعة الأخيرة في كل سطر فهي من الجدول 4:

<p>المقاطع الفولاذية</p> <p>254x254_UC73 168.3x5.0_CHS 168.3x10.0_CHS 150x90_PFC24 686x254_UB152 838x292_UB176 262_Z_16 172_Z_14</p> <p>السطر 2 في الصبغي</p>	<p>المقاطع الفولاذية</p> <p>203x203_UC46 168.3x10.0_CHS 168.3x5.0_CHS 125x65_PFC15 838x292_UB176 457x191_UB98 172_Z_14 202_Z_15</p> <p>السطر 1 في الصبغي</p>
<p>المقاطع الفولاذية</p> <p>254x254_UC73 168.3x5.0_CHS 114.3x3.6_CHS 125x65_PFC15 686x254_UB152 838x292_UB176 232_Z_16 262_Z_16</p> <p>السطر 4 في الصبغي</p>	<p>المقاطع الفولاذية</p> <p>152x152_UC37 139.7x5.0_CHS 114.3x3.6_CHS 125x65_PFC15 457x191_UB98 914x305_UB289 232_Z_16 262_Z_16</p> <p>السطر 3 في الصبغي</p>

الشكل (5) : المقاطع الفولاذية للصبغي المبين في المثال

6-2: تمثيل مصفوفة لاختيارات للخوارزمية الوراثة للطبقة الداخلية:

كما هو معلوم فاذا سمح التصميم بتعدد الفتحات لنفس المقطع المستخدم (للمدادات و لسكك الجدران) فعندئذ توجد مجموعة من الطرق لتنفيذ هذه العناصر . فمثلاً لو كان عدد الإطارات =9 و المسافة بين محوري اطارين متتاليين = 4.5 متر و الطول المتوفر لمقطع المستخدم لتنفيذ المدادات =18 متر ، فعندئذ خيارات (إمكانيات) تنفيذ المادة (من أول اطار إلى اخر اطار) سيكون عددها 15 خياراً كما في الجدول التالي:

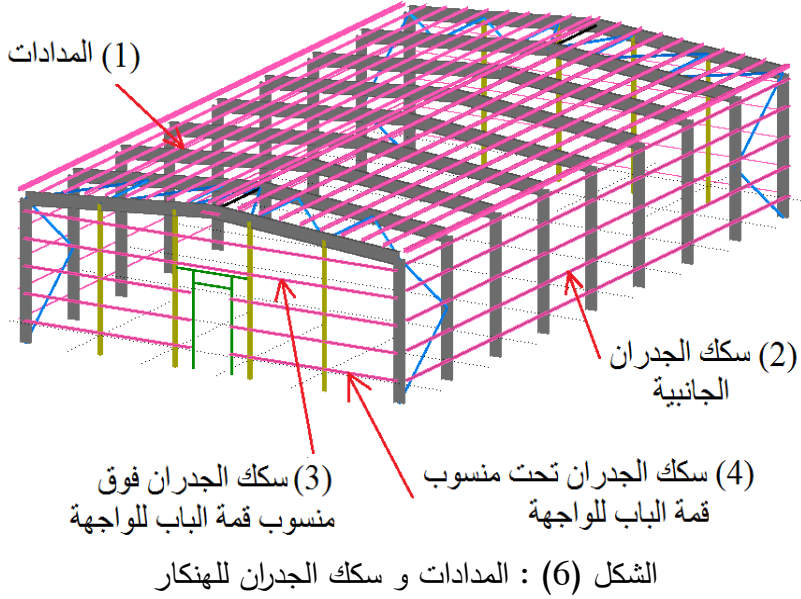
الجدول (7) : خيارات تنفيذ المادة (من أول اطار إلى اخر اطار) للمثال السابق

ID	18m	13.5m	9m	4.5m
1	0	0	0	8
2	0	0	1	6
3	0	0	2	4
4	0	0	3	2
5	0	0	4	0
6	0	1	0	5
7	0	1	1	3
8	0	1	2	1
9	0	2	0	2
10	0	2	1	0
11	1	0	0	4
12	1	0	1	2
13	1	0	2	0
14	1	1	0	1
15	2	0	0	0

فمثلاً إذا تم اختيار الخيار 9 فيعني ذلك استخدام عنصرين بطول 13.5 متر و عنصرين بطول 4.5 متر لتنفيذ المادة الواحدة (من أول إطار فولاذي إلى اخر إطار فولاذي).

و بنفس الطريقة يتم إيجاد خيارات تنفيذ سكك الجدران الجانبية و سكك جدران الواجهتين الامامية و الخلفية للهتكار .

يبين الشكل التالي المدادات و الأنماط الثلاثة لسكك الجدران (لم يتم رسم القواعد لتبسيط الشكل ، حيث يتم تصميم الاساسات كقواعد مفردة من البيتون المسلح).



يمثل كل سطر في المصفوفة الاختيارات للمدادات و سكك جدران هنكار من الهنكارات، حيث تمثل الأرقام في العمود الأول اختيارات المدادات، و تمثل الأرقام في العمود الثاني اختيارات سكك الجدران الجانبية، و تمثل الأرقام في العمود الثالث اختيارات سكك الجدران فوق منسوب قمة الباب للواجهة، و تمثل الأرقام في العمود الرابع اختيارات سكك الجدران تحت منسوب قمة الباب للواجهة. فللمثال المذكور سابقاً للخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية يمكن ان نبين مثلاً لمصفوفة اختيارات للخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية كما في الشكل التالي:

	اختيارات المدادات	اختيارات سكك الجدران الجانبية	اختيارات سكك الجدران فوق منسوب قبة الباب للأجهزة	اختيارات سكك الجدران تحت منسوب قبة الباب للأجهزة
الهنكار wa1	8	6	1	2
الهنكار wb1	7	9	2	1
الهنكار wb2	5	8	3	2
الهنكار wc1	9	7	2	1

الشكل (7) : مثال لمصفوفة اختيارات للخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية

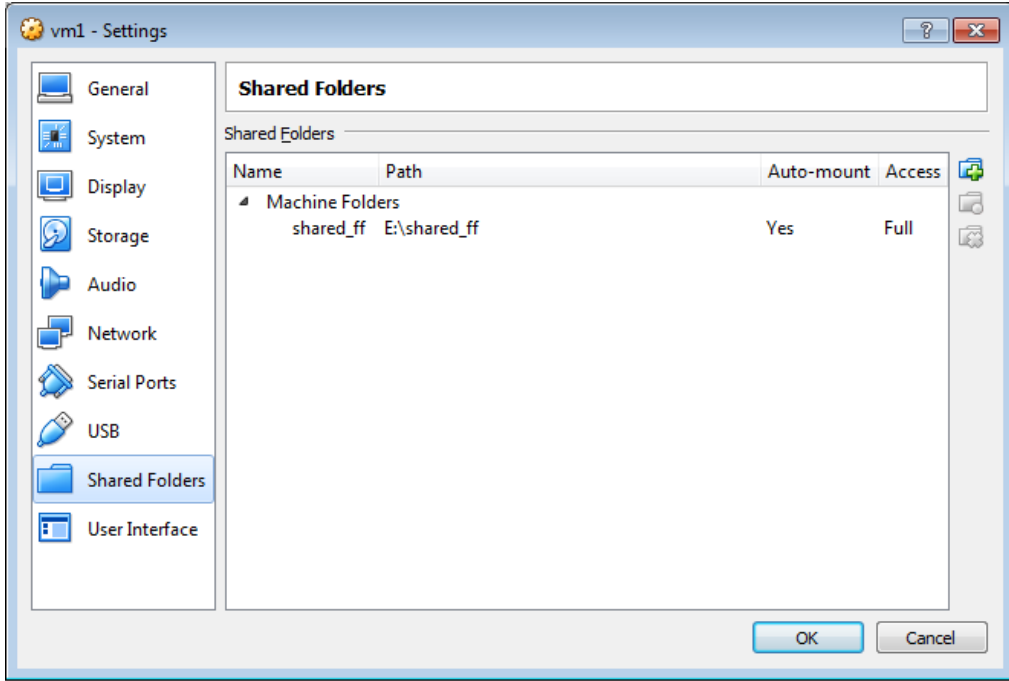
6-3: استخدام الآلات الافتراضية لمعالجة المشكلة المطروحة:

قمنا باستخدام الآلات افتراضية Virtual Machines للقيام بتشغيل عدة نسخ مؤتمتة من برنامج تصميم الهنكارات في نفس الوقت حيث استخدمنا Oracle VM VirtualBox ، و هو أحد أنظمة الآلات الافتراضية التي تمكننا من تشغيل آلات افتراضية متعددة في كومبيوتر واحد ، حيث يتم في كل آلة افتراضية أتمتة نسخة واحدة من برنامج تصميم الهنكارات Smart Portal 3D وذلك بواسطة نظام الأتمتة المستخدم.

6-4: استخدام المجلدات المشتركة shared folders لمشاركة البيانات:

يتم التواصل بين البرنامج الرئيسي الموجود على نظام التشغيل الأساسي و مع أنظمة الأتمتة الموجودة في الآلات افتراضية من خلال المجلدات المشتركة shared folders ، حيث قمنا بإنشاء مجلدات مشتركة للآلات افتراضية مع نظام التشغيل الأساسي لتمكننا من مشاركة البيانات بين الآلات افتراضية و نظام التشغيل الأساسي.

اختيار تصاميم الهنكرات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكرات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والالات الافتراضية



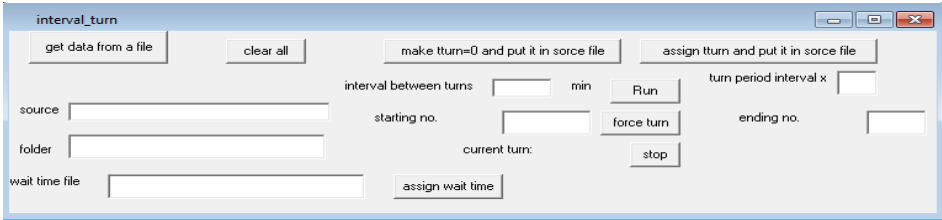
الشكل (8): إنشاء مجلد مشترك لآلة افتراضية

5-6: استخدام الآلات الافتراضية لادخال قيم المكونات إلى برنامج تصميم الهنكرات والحصول على نتائج هذا البرنامج:
يتم ذلك وفق الخطوات التالية:

- 1- تحديد مكونات الصبغ في البرنامج الرئيسي المكتوب بلغة visual basic.
- 2- يقوم البرنامج الرئيسي بإرسال هذه المكونات إلى الآلات الافتراضية بحيث يحصل عليها نظام الأتمتة الموجود في كل آلة افتراضية.
- 3- يتم معالجة هنكار في كل آلة افتراضية حيث يقوم نظام الأتمتة بادخال قيم المكونات إلى برنامج تصميم الهنكرات ، و يتم في نفس الوقت معالجة عدة هنكرات معاً من خلال الآلات الافتراضية.
- 4- يقوم نظام الأتمتة بإرسال المخرجات التي تم الحصول عليها من برنامج تصميم الهنكرات بحيث يحصل عليها البرنامج الرئيسي .

6-5-1: استخدام برنامج مساعد لتنظيم عمل أنظمة الأتمتة في الآلات الافتراضية:

لاحظنا خلال عمل برنامج تصميم الهنكارات في كل آلة افتراضية أنه في بعض المراحل يتم استخدام المعالج الافتراضي للآلة افتراضية (CPU usage) بنسبة كبيرة أكثر من 90% ، يتوجب تجنب حدوث نسبة الاستخدام الكبيرة لجميع معالجات الآلات الافتراضية في نفس الوقت (حيث لا ينصح باستخدام جميع النوى Cores و خيوط المعالجة threads للمعالج الحقيقي في نفس الوقت بنسبة كبيرة ، حيث قد يؤدي ذلك إلى حدوث بطء في أنظمة التشغيل) ، فلذلك قمنا بتصميم برنامج مساعد يقوم بتنظيم عمل أنظمة الأتمتة في هذه الآلات الافتراضية ، بحيث توجد فراغات زمنية (عدة ثوان seconds) تمنع وصول الآلات الافتراضية بنفس التوقيت إلى المراحل التي يحدث فيها نسبة استخدام كبيرة لمعالجات الآلات الافتراضية.



الشكل (9) : واجهة برنامج مساعد لتنظيم عمل أنظمة الأتمتة في الآلات الافتراضية

6-6: استعداد نظام الأتمتة لماكرو excel vba لاستخلاص الكميات:

إن برنامج تصميم الهنكارات Smart Portal 3D يمكنه حساب الكميات لمجموعة من المواد للهنكار و يحفظها في جداول ضمن ملف word ، و للاستفادة من هذه البيانات فقد قمنا ببرمجة ماكرو بلغة excel vba و حفظه ضمن ملف excel macro-enabled workbook وفقاً للخطوات التالية:

- 1-يقوم نظام الأتمتة في كل آلة افتراضية بنسخ جداول الكميات من ملف word و لصقها في ملف excel (الذي يحوي الماكرو بلغة excel vba).
- 2- يقوم نظام الأتمتة بتشغيل هذا الماكرو.
- 3- يقوم هذا الماكرو باستخلاص الكميات و حفظها في ملفات ضمن المجلدات المشتركة، بحيث يستطيع البرنامج الرئيسي الحصول عليها.

6-7: السمات الخاصة بالخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية:

إن الأنظمة الأساسية للخوارزميات الوراثية التي يتم استعمالها و كذلك أنواع مؤثر الاختيار و طرق اختيار الآباء ليست محددة لتمثيل معين.

سنبين الآن السمات الخاصة بالخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية و المستندة على تمثيل مصفوفة قيم من خلال شرح خصائص الأفراد و التصالب و الطفرة لهذه الخوارزمية كما يلي:

6-7-1: الأفراد:

يتم تمثيل الفرد (الصبغي) I_l من خلال مصفوفة قيم:

$$I_l = \begin{pmatrix} x_{1,1}^l & \cdots & x_{1,m}^l \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{k,1}^l & \cdots & x_{k,m}^l \end{pmatrix}$$

و كما ذكرنا سابقاً فإن m هو عدد المكونات التي يجب قيم لها لكل هنكار في الصبغي و k هو عدد الهنكارات (مجموع الهنكارات في جميع المواقع) ، وبالتالي الصبغي يجب أن يحوي عدد من المكونات (المورثات) يساوي $k.m$ حيث يتعلق كل سطر بهنكار من الهنكارات التي عددها الكلي k .

6-7-2: التصالب:

سنعتبر فردين تم اختيارهما للتصالب: الأم M و الأب F . سيتم حساب فردي ذرية منهما، فيما يلي سنعرّف فقط الابنة D ، ويتم حساب الابن بشكل مماثل لتعريف الابنة: 1-تصالب نقطة واحدة : لكل سطر من أسطر مصفوفة $i = 1, \dots, k$ نأخذ رقم عشوائي صحيح q_i حيث $1 \leq q_i < m$ ، و هكذا فمن أجل كل سطر i فإن المواقع q_i الأولى لفرد الابنة D تؤخذ من الأم بينما المواقع الباقية تؤخذ من الأب أي:

لكل $j = 1, \dots, m$ لدينا:

$$x_{i,j}^D = \begin{cases} x_{i,j}^M & , \text{if } j \in \{1, \dots, q_i\} \\ x_{i,j}^F & , \text{if } j \in \{q_i + 1, \dots, m\} \end{cases}$$

يبين الشكل التالي ابنة D ناتجة عن أبوين M و F وذلك من أجل $q_1 = 3$ و $q_2 = 5$ و $q_3 = 7$ و $q_4 = 4$:

M	2	7	6	13	9	11	14	15	20	9	5	6
	1	6	7	12	10	9	17	14	18	10	4	6
	3	5	4	13	11	8	16	17	20	11	4.5	6
	1	6	4	13	10	9	16	17	20	10	5	6

F	1	6	5	12	8	10	14	14	18	8	4.5	5
	1	5	6	12	9	8	15	14	18	9	3.5	6
	2	4	4	12	10	8	15	15	20	9	4	5
	1	5	4	12	9	8	15	16	18	9	4.5	6

D	2	7	6	12	8	10	14	14	18	8	4.5	5
	1	6	7	12	10	8	15	14	18	9	3.5	6
	3	5	4	13	11	8	16	15	20	9	4	5
	1	6	4	13	9	8	15	16	18	9	4.5	6

الشكل (10) : تصالب نقطة واحدة لتمثيل مصفوفة قيم للطبقة الخارجية

تجدد الإشارة إلى أنه يتم استخدام نقطة تصالب لكل سطر و بالتالي لكل هنكار من هنكارات جميع مواقع المعمل المتقل .

2- تصالب نقطتين: لكل سطر من أسطر مصفوفة $i = 1, \dots, k$ نأخذ رقمين عشوائيين

صحيحين $q_{i,1}$ و $q_{i,2}$ حيث $1 \leq q_{i,1} < q_{i,2} \leq m$:

$$x_{i,j}^D = \begin{cases} x_{i,j}^M, & \text{if } j \in \{1, \dots, q_{i,1}\} \\ x_{i,j}^F, & \text{if } j \in \{q_{i,1} + 1, \dots, q_{i,2}\} \\ x_{i,j}^M, & \text{if } j \in \{q_{i,2} + 1, \dots, m\} \end{cases}$$

لنعود مرة أخرى الأبوين المذكورين أعلاه M و F ، لأجل $q_{1,1} = 3$ و $q_{1,2} = 7$ و $q_{2,1} = 2$ و $q_{2,2} = 9$ و $q_{3,1} = 4$ و $q_{3,2} = 8$ و $q_{4,1} = 5$ و $q_{4,2} = 10$ فإننا نحصل على الابنة D المبينة في الشكل التالي :

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والالات الافتراضية

M	2	7	6	13	9	11	14	15	20	9	5	6
	1	6	7	12	10	9	17	14	18	10	4	6
	3	5	4	13	11	8	16	17	20	11	4.5	6
	1	6	4	13	10	9	16	17	20	10	5	6

F	1	6	5	12	8	10	14	14	18	8	4.5	5
	1	5	6	12	9	8	15	14	18	9	3.5	6
	2	4	4	12	10	8	15	15	20	9	4	5
	1	5	4	12	9	8	15	16	18	9	4.5	6

D	2	7	6	12	8	10	14	15	20	9	5	6
	1	6	6	12	9	8	15	14	18	10	4	6
	3	5	4	13	10	8	15	15	20	11	4.5	6
	1	6	4	13	10	8	15	16	18	9	5	6

الشكل (11) : تصالب نقطتين لتمثيل مصفوفة اختيارات

يتبين مما سبق مدى التنوع الذي يمكن أن يعطيه تصالب نقطتين لمصفوفة القيم ، حيث يتم استخدام نقطتي تصالب لكل سطر و بالتالي لكل هنكار من هنكارات جميع مواقع المعمل المتنقل.

3-التصالب المنتظم : من أجل كل $i = 1, \dots, k$ و لكل $j = 1, \dots, m$ نأخذ مصفوفة من الأرقام العشوائية $p_{ij} \in \{0,1\}$ ثم نضع لكل $i = 1, \dots, k$ و لكل $j = 1, \dots, m$:

$$x_{i,j}^D = \begin{cases} x_{i,j}^M, & \text{if } p_{ij} = 1 \\ x_{i,j}^F, & \text{otherwise} \end{cases}$$

لأفراد المثال أعلاه M و F و مصفوفة أرقام عشوائية المبينة في الشكل التالي نحصل على الابنة D كما يلي:

	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
مصفوفة أرقام عشوائية	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0
	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1

	2	7	6	13	9	11	14	15	20	9	5	6
M	1	6	7	12	10	9	17	14	18	10	4	6
	3	5	4	13	11	8	16	17	20	11	4.5	6
	1	6	4	13	10	9	16	17	20	10	5	6

	1	6	5	12	8	10	14	14	18	8	4.5	5
F	1	5	6	12	9	8	15	14	18	9	3.5	6
	2	4	4	12	10	8	15	15	20	9	4	5
	1	5	4	12	9	8	15	16	18	9	4.5	6

	1	7	6	12	8	11	14	15	18	8	5	5
D	1	6	7	12	10	8	15	14	18	9	3.5	6
	2	5	4	12	11	8	16	17	20	9	4.5	5
	1	5	4	13	9	8	16	16	18	10	4.5	6

الشكل (12): التصالب المنتظم لتمثيل مصفوفة قيم للطبقة الخارجية

6-7-3: الطريقة:

سنبين طريقتين للطفرة للتشفير المستند على مصفوفة قيم للخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية كما يلي:

1- الطريقة 1 للطفرة: لنفرض إنه لدينا الفرد l_j ، سنغير مصفوفة القيم له كما يلي:

تؤخذ لكل $i = 1, \dots, k$ و لكل $j = 1, \dots, m$ قيم جديدة باحتمال $p_{\text{mutation}1}$.

2- الطريقة 2 للطفرة: لنفرض إنه لدينا الفرد l_j ، تؤخذ لكل $i = 1, \dots, k$ و لكل $j =$

$1, \dots, m$ قيم جديدة باحتمال $p_{\text{mutation}2}$ كما يلي:

نأخذ رقم عشوائي صحيح q حيث: $1 \leq q \leq k$ و بحيث $q \neq i$ ، و تحصل المورثة

x_{ij} على قيمة المورثة x_{qj} بشرط أن تكون قيمة x_{qj} هي من القيم الممكنة للمورثة x_{ij}

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والالات الافتراضية

و بالتالي تسمح هذه الطفرة بنقل مورثة من هنكار (أ) إلى هنكار اخر (ب) في حال كانت قيمة هذه المورثة مسموحة للهنكار (ب) .

6-8: السمات الخاصة بالخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية:

سنبين الآن السمات الخاصة بالخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية و المستددة على تمثيل مصفوفة اختيارات من خلال شرح خصائص الأفراد و التصالب والطفرة كما يلي:

6-8-1: الأفراد:

يتم تمثيل الفرد (الصبغي) I_2 من خلال مصفوفة من الاختيارات:

$$I_2 = \begin{pmatrix} Z_{1,1}^I & \cdots & Z_{1,4}^I \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{k,1}^I & \cdots & Z_{k,4}^I \end{pmatrix}$$

حيث k هو عدد الهنكارات (مجموع الهنكارات في جميع المواقع) ، وبالتالي الصبغي يجب أن يحوي عدد من المكونات (المورثات) يساوي $4k$ حيث يتعلق كل سطر بهنكار من الهنكارات التي عددها الكلي k .

6-8-2: التصالب:

سنعتبر فردين تم اختيارهما للتصالب: الأم M و الأب F . سيتم حساب فردي ذرية منهما، فيما يلي سنعرّف فقط الابنة D ويتم حساب الابن بشكل مماثل لتعريف الابنة:

1-تصالب نقطة واحدة : لكل سطر من أسطر مصفوفة $i = 1, \dots, k$ نأخذ رقم عشوائي صحيح q_i حيث $1 \leq q_i < 4$ ، و هكذا فمن أجل كل سطر i فإن المواقع q_i الأولى لفرد الابنة D تؤخذ من الأم بينما المواقع الباقية تؤخذ من الأب أي:

لكل $j = 1, \dots, 4$ لدينا:

$$z_{i,j}^D = \begin{cases} z_{i,j}^M, & \text{if } j \in \{1, \dots, q_i\} \\ z_{i,j}^F, & \text{if } j \in \{q_i + 1, \dots, 4\} \end{cases}$$

يبين الشكل التالي ابنة D ناتجة عن أبوين M و F وذلك من أجل $q_1 = 1$ و $q_2 = 2$ و $q_3 = 3$ و $q_4 = 2$:

M	8	6	1	2
	7	9	2	1
	5	8	3	2
	9	7	2	1

F	6	10	3	2
	9	8	1	2
	10	9	2	1
	8	11	2	1

D	8	10	3	2
	7	9	1	2
	5	8	3	1
	9	7	2	1

الشكل (13) : تصالب نقطة واحدة لتمثيل مصفوفة اختيارات للطبقة الداخلية

2- تصالب نقطتين: لكل سطر من أسطر مصفوفة $i = 1, \dots, k$ نأخذ رقمين عشوائيين صحيحين $q_{i,1}$ و $q_{i,2}$ ، حيث $1 \leq q_{i,1} < q_{i,2} \leq 4$:

$$Z_{i,j}^D = \begin{cases} Z_{i,j}^M & , \text{if } j \in \{1, \dots, q_{i,1}\} \\ Z_{i,j}^F & , \text{if } j \in \{q_{i,1} + 1, \dots, q_{i,2}\} \\ Z_{i,j}^M & , \text{if } j \in \{q_{i,2} + 1, \dots, 4\} \end{cases}$$

وبالتالي للأبوين المذكورين أعلاه M و F ، لأجل $q_{1,1} = 1$ و $q_{1,2} = 2$ و $q_{2,1} = 1$ و $q_{2,2} = 3$ و $q_{3,1} = 1$ و $q_{3,2} = 2$ و $q_{4,1} = 2$ و $q_{4,2} = 3$ فإننا نحصل على الابنة D المبينة في الشكل التالي :

M	8	6	1	2
	7	9	2	1
	5	8	3	2
	9	7	2	1

F	6	10	3	2
	9	8	1	2
	10	9	2	1
	8	11	2	1

D	8	10	1	2
	7	8	1	1
	5	9	3	2
	9	7	2	1

الشكل (14) : تصالب نقطتين لتمثيل مصفوفة اختيارات للطبقة الداخلية

3- التصالب المنتظم : من أجل كل $i = 1, \dots, k$ و لكل $j = 1, \dots, 4$ نأخذ مصفوفة

من الأرقام العشوائية $p_{ij} \in \{0, 1\}$ ثم نضع لكل $i = 1, \dots, k$ و لكل $j = 1, \dots, 4$:

$$z_{i,j}^D = \begin{cases} z_{i,j}^M, & \text{if } p_{ij} = 1 \\ z_{i,j}^F, & \text{otherwise} \end{cases}$$

للأفراد M و F المذكورين أعلاه و مصفوفة أرقام عشوائية المبينة في الشكل التالي

نحصل على الابنة D كما يلي:

	1	0	1	0
مصفوفة أرقام	0	0	0	1
عشوائية	0	1	1	0
	0	1	0	1

	8	6	1	2
M	7	9	2	1
	5	8	3	2
	9	7	2	1

	6	10	3	2
F	9	8	1	2
	10	9	2	1
	8	11	2	1

	8	10	1	2
D	9	8	1	1
	10	8	3	1
	8	7	2	1

الشكل (15) : التصالب المنتظم لتمثيل مصفوفة اختيارات للطبقة الداخلية

6-8-3: الطفرة:

تعرف الطفرة للتشفير المستند على مصفوفة اختيارات للخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية كما يلي: لنفرض إنه لدينا الفرد i ، سنغير مصفوفة الاختيارات له كما يلي: تؤخذ لكل i $k=1, \dots, k$ و لكل $j=1, \dots, 4$ اختيارات جديدة باحتمال $P_{mutation}$.

6-9: تطبيق الخوارزميات الوراثية المتداخلة في البرنامج الحاسوبي:

إن البرنامج الرئيسي الذي قمنا ببرمجته يعمل في نظام التشغيل الأساسي ، و يقوم بتطبيق الخوارزميات الوراثية المتداخلة ففي نهاية عمل الخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية نصل إلى حل أمثل أو حل قريب من الأمثل، حيث الأمثلية المطلوبة هي تقليل

قيمة التكاليف المتعلقة بهنكارات المعمل المتنقل في جميع المواقع، وذلك حسب الخطوات التالية:

1- يتم تحضير صبغيات مجتمع الخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية و لكل صبغي في هذا المجتمع نقوم بالخطوات التالية:

أ- في الخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية يتم في كل جيل حساب قيمة تابع الملاءمة و التي تعبر عن كلفة المدادات و سكك الجدران للهنكارات في جميع مواقع المعمل المتنقل ، و ذلك لكل صبغي (فرد) من صبغيات مجتمع الخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية، و تتحسن قيم تابع الملاءمة تدريجياً مع تتابع أجيال خوارزمية الطبقة الداخلية.

ب- بعد انتهاء عمل الخوارزمية الداخلية يتم نقل الحل الأمثل (أو القريب من الأمثل) الناتج عنها إلى صبغي الخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية ، حيث يتم حساب قيمة تابع الملاءمة للصبغي والتي تعبر عن قيمة التكاليف المتعلقة بهنكارات المعمل المتنقل في جميع المواقع.

2 - بنفس الأسلوب (باستخدام الخطوتين أ و ب) يتم حساب قيمة تابع الملاءمة لجميع صبغيات مجتمع الخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية.

3- تتحسن قيم تابع الملاءمة تدريجياً (أي يتم تقليل قيمة التكاليف تدريجياً) جيلاً بعد جيل في خوارزمية الطبقة الخارجية.

6-10: حالة عندما يُرغب باعتماد نفس التصميم لعدة هنكارات:

عندما يرغب المهندسون و القائمون على المعمل المتنقل باعتماد نفس التصميم لعدة هنكارات في نفس الموقع أو في عدة مواقع للمعمل المتنقل، فإن ذلك يُخفض عدد الأسطر في مصفوفة الصبغي لخوارزمية الطبقة الخارجية و كذلك يُخفض عدد الأسطر في مصفوفة الصبغي لخوارزمية الطبقة الداخلية، حيث يتم في سطر واحد في مصفوفة الصبغي تمثيل الهنكارات التي يُطلب اعتماد نفس التصميم لها ، و يجب في هذه الحالة أن تكون القيم في جدول الحالات لخصائص التصميم المتغيرة (الجدول 4) و جدول حدود نتائج التصميم (الجدول 5) متماثلة للهنكارات التي يُطلب اعتماد نفس التصميم لها. فللمثال المبين سابقاً ، إذا طُلب اعتماد نفس التصميم للهنكارين ($wb1$ و $wb2$)

، و كذلك إذا طُلب اعتماد نفس التصميم للهنكارين ($wc1$ و $wa1$) فإن مثال الصبغي للطبقة الخارجية المبين في الشكل (4) يصبح كما يلي:

→ للهنكارين $wc1$ و $wa1$	2	7	6	13	9	11	14	15	20	9	5	6
→ للهنكارين $wb1$ و $wb2$	1	6	7	12	10	9	17	14	20	10	4	6

الشكل (16) : مثال لصبغي الطبقة الخارجية للخوارزمية الوراثة

كما أن مثال الصبغي للطبقة الداخلية المبين في الشكل (7) يصبح كما يلي:

→ للهنكارين $wc1$ و $wa1$	8	6	1	2
→ للهنكارين $wb1$ و $wb2$	7	9	2	1

الشكل (17) : مثال لصبغي الطبقة الداخلية للخوارزمية الوراثة

7: النتائج:

- قمنا بإعداد خصائص الخوارزميات الوراثة المتداخلة لاستخدامها بحيث يمكن أن يختلف عدد و مواصفات معايير التصميم المتغيرة من مشروع إلى آخر (بحسب ما يحدده المهندسون و القائمون على مشروع المعمل المتنقل لإعادة التدوير)، و بالتالي تختلف التصاميم الناتجة للهنكارات وفقاً لعدد و لمواصفات معايير التصميم المتغيرة و لمواصفات معايير التصميم الثابتة (مثل الحمولات الحية و غيرها).
- بسبب طبيعة برنامج تصميم الهنكارات التي تجعل من غير الممكن أتمتة تشغيل عدة نسخ في نفس الوقت على نفس نظام التشغيل، فإذ ذلك قمنا باستخدام الآلات افتراضية Virtual Machines للقيام بتشغيل عدة نسخ مؤتمتة من برنامج تصميم الهنكارات في نفس الوقت. و قد قمنا بتصميم برنامج مساعد يقوم بتنظيم عمل أنظمة الأتمتة في الآلات الافتراضية، بحيث توجد فراغات زمنية (عدة ثوان seconds) تمنع وصول الآلات الافتراضية بنفس التوقيت إلى المراحل التي يحدث فيها نسبة استخدام كبيرة لمعالجات الآلات الافتراضية.
- إن إنشاء مجلدات المشتركة shared folders للآلات افتراضية مع نظام التشغيل الأساسي تمكننا من مشاركة البيانات بين الآلات افتراضية و نظام التشغيل الأساسي ،

اختيار تصاميم الهنكارات المعدنية لمعمل متنقل لإعادة تدوير نواتج الهدم بحالة اختلاف مجموعات الهنكارات في المواقع باستخدام الخوارزميات الوراثية المتداخلة والآلات الافتراضية

وهي تعطينا امكانية التواصل بين البرنامج الرئيسي الموجود على نظام التشغيل الأساسي مع انظمة الأتمتة الموجودة في الآلات افتراضية ، و تظهر فائدة المجلدات المشتركة أيضاً من خلال استدعاء نظام الأتمتة في كل آلة افتراضية لماكرو excel vba ، و الذي يقوم باستخلاص كميات مجموعة من المواد ، و وضعها في ملفات ضمن المجلدات المشتركة بحيث يستطيع البرنامج الرئيسي الحصول عليها.

● للحصول على العدد الكلي اللازم لكل مقطع معدني لهنكارات جميع مواقع المعمل المتنقل: نقوم بحساب العدد الكلي اللازم لكل طول و ذلك لكل مقطع معدني لهنكارات جميع مواقع المعمل المتنقل ، ثم نقوم بإيجاد التقطيع الأمثل للعناصر المعدنية (الفولاذية) باستخدام البرمجة الخطية بالأعداد الصحيحة بطريقة غوموري.

● قمنا باستخدام تمثيل مصفوفة قيم للخوارزمية الوراثية للطبقة الخارجية ، و قمنا باستخدام تمثيل مصفوفة اختيارات للخوارزمية الوراثية للطبقة الداخلية في الخوارزميات الوراثية المتداخلة ، و ذلك لحل المشكلة المطروحة في هذا البحث. و تجدر الإشارة إلى التشابه في آلية عمل مؤثرات التصالب لكلا الخوارزميتين الوراثيتين للطبقتين الخارجية و الداخلية ، حيث يطبق تصالب نقطة و تصالب نقطتين لكل سطر من أسطر المصفوفة (بالتالي لكل هنكار من الهنكارات) ، مع ملاحظة أن عدد الاعمدة في مصفوفة الصبغى للطبقة الخارجية هو عدد المكونات التي يجب وجود قيم لها لكل هنكار في الصبغى ، بينما عدد الاعمدة في مصفوفة الصبغى للطبقة الداخلية هو 4 و يمثل عدد الاختيارات لتنفيذ المدادات و سكك الجدران لكل هنكار في الصبغى ، و عدد الأسطر في مصفوفات صبغيات كلا الخوارزميتين يمثل عدد الهنكارات الكلي في جميع مواقع المعمل المتنقل.

المراجع العلمية:

- 1- GEN, M., LIN, L, 2023 Genetic algorithms and their applications, Springer handbook of engineering statistics, 2nd ed., London, Springer, 635-674.
- 2- LAMBORA, A., GUPTA, K., CHOPRA, K, 2019 Genetic algorithm-a literature review, international conference on machine learning, big data, cloud and parallel computing, 380-384.
- 3- SOHAIL, A, 2023 Genetic algorithms in the fields of artificial intelligence and data sciences, Annals of Data Science, 10, 1007-1018.
- 4- KAMALUDIN, H., JAMAL, Y., RAHMAN, A., SAFAR, M., ISHAK, A, 2020 Implementing virtual machine: a performance evaluation, Recent Advances on Soft Computing and Data Mining: Proceedings of the Fourth International Conference on Soft Computing and Data Mining, Springer, 373-381.
- 5- CHEN, C., TIONG, R, 2020 Using genetic algorithm to automate the generation of open-plan office layout, International Journal of Architectural Computing , June 2020, 1-17.
- 6- MATELJAN, V., JURICIC, V., MOGULJAK M, 2014 Virtual machines in education, 37th International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics (MIPRO), 603–607.
- 7- KEELER, A, 2019 Molecular orientation and reactions probed via SERS. PhD Thesis, University of Southampton, Faculty of Engineering and Physical Sciences, 44-57.
- 8- HAGISHITA, T., OHSAKI, M, 2008 Optimal placement of braces for steel frames with semi-rigid joints by scatter search, Computers & Structures, 86, 1983-1993.

- 9- TALASLIOGLU, T, 2010 Multi-Objective Design Optimization of Grillage Systems by Scatter Search Methodology. International journal of civil and structural engineering, 1(3), 477-495.
- 10- YONEKURA, K., KANNO, Y, 2010 Global Optimization of Robust Truss Topology Via Mixed Integer Semidefinite Programming, Optimization in Engineering, 11, 355-379.
- 11- WALLS, R., ELVIN, A, 2010 Optimizing Structures Subject to Multiple Deflection Constraints and Load Cases Using the Principle of Virtual Work, Journal of Structural Engineering, 136, 1444-1452.
- 12- PATEL, J., CHOI, S, 2012 Classification approach for reliability-based topology optimization using probabilistic neural networks, Structural and Multidisciplinary Optimization, 45, 529-543.
- 13- ZEGARD, T., PAULINO, H, 2014 GRAND - Ground structure based topology optimization for arbitrary 2D domains using MATLAB, Structural and Multidisciplinary Optimization, 50, 861-882.
- 14- RAMTEKE, M., SARAF, D.N., Gupta, S.K, 2021- Optimization for Engineers. New Age International Private Limited. 350p.
- 15- ZAAROUR, N., DANHASH, G., ALI, H, 2024 Fitting the Genetic Algorithms and Automation for use to selection of steel warehouses of mobile plant for demolition resultants recycling in case of matching warehouse groups in all locations, Journal of Hama University, approved (in Arabic).

الأثر البيئي لإعادة استخدام مخلفات هدم الزلزال في

محافظة اللاذقية

الباحثة: د. فاطمة سلمان

المعهد العالي لبحوث البيئة - جامعة تشرين

ملخص

إن إنتاج الركام المعاد تدويره من نفايات البناء والهدم الناتجة عن الزلازل واستخدامه كمواد خام في إنتاج الببتون سيكون فعالاً لإدارة النفايات العاجلة بعد الكوارث وتقليل التأثير البيئي لإنتاج الببتون عن طريق تقليل استخدام الموارد الطبيعية. تم في هذه الدراسة استخدام طريقة تقييم دورة الحياة (LCA) لفحص الآثار البيئية للببتون المنتج باستخدام الركام المعاد تدويره (RA) المشتق من مخلفات البناء والهدم (CDW) للمباني المهتمة بعد الزلزال الذي ضرب مدينة اللاذقية. بالإضافة إلى ذلك، تم تقييم العواقب البيئية لحجم متساو من الببتون المنتج في نفس الموقع باستخدام الركام الطبيعي (NA). بالنسبة إلى LCA لهذين النوعين من الببتون، تم استخدام برنامج openLCA وإجراء تقييم دورة الحياة (LCA) مع الأخذ في الاعتبار السمية البيئية الأرضية، وتغير المناخ، وتحمض الأرض، وتكوين الأوكسدة الكيميائية الضوئية، والسمية البيئية البحرية، والسمية البشرية، والسمية البيئية للمياه العذبة، واستنفاد الأوزون، وتكوين المواد الجسيمية، والتخثث البحري، وعوامل تأثير الإشعاع المؤين. وتظهر النتائج أن الأسمنت له أكبر تأثير على البيئة حتى الآن.

الكلمات المفتاحية: تقييم دورة الحياة، الأثر البيئي، الركام المدور، الببتون من ركام معاد تدويرها، الببتون من ركام طبيعي.

1 دكتور - قسم هندسة النظم البيئية - المعهد العالي لبحوث البيئة - جامعة تشرين - اللاذقية - سوريا.

The Environmental Impact of Reusing Post-Earthquake Demolition Waste in Lattakia

* Dr. Fatma Slman

Abstract

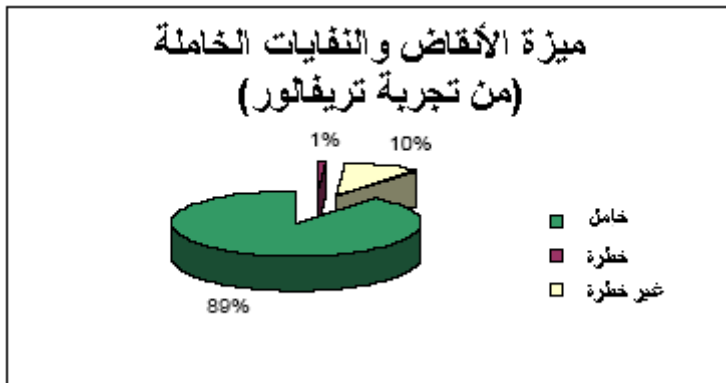
Producing recycled aggregate from construction and demolition waste generated by earthquakes and using it as raw material in concrete production would be effective for urgent waste management after disasters and to reduce the environmental impact of concrete production by decreasing resource use. In this study, the life cycle assessment (LCA) method was used to examine the environmental implications of concrete produced using recycled aggregates (RA) derived from construction and demolition waste (CDW) of buildings demolished after the earthquake that struck Lattakia. In addition, the environmental consequences of an equal volume of concrete produced in the same location utilizing natural aggregates (NA) were assessed. For the LCA of these two types of concrete, openLCA software. LCA was conducted considering terrestrial ecotoxicity, climate change, terrestrial acidification, photochemical oxidant formation, marine ecotoxicity, human toxicity, freshwater ecotoxicity, ozone depletion, particulate matter formation, marine eutrophication, and ionizing radiation impact factors. The results show that cement has the highest impact on the environment by far.

Key words: Life cycle assessment, Environmental impact, Recycled aggregates, Recycled aggregate concrete, Natural aggregate concrete.

* Ph.D. in the department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria

1. مقدمة

تعرف نفايات البناء والهدم (CDW) على أنها المخلفات الناتجة من عمليات بناء وتجديد الأبنية، أو هدم أي منشأة بما فيها الأبنية والطرق والجسور، أو المتهدمة بفعل الحرب والكوارث الطبيعية، بما في ذلك النفايات الخاملة والنفايات غير الخطرة والنفايات الخطرة. يتكون البناء النموذجي في المتوسط من 71.4 % من البيتون والسيراميك، و2.01 % من المعدن، و2.01 % من الخشب، و2 % من البلاستيك، و2 % من الورق، و1 % من الزجاج، و1.3 % من المواد الأخرى، كما أن نوع الهياكل الموجودة يؤثر على نوع وكمية النفايات الناتجة، ذلك وفقاً لوكالة حماية البيئة الأمريكية [1]. وتختلف صفات مخلفات البناء والهدم في سورية حسب خطورتها وفق ما جاء في دراسة تريفالور، حيث تشكل النفايات الخاملة كالحجارة والبيتون العادي والبلوك ما نسبته 89 % من إجمالي هذه النفايات، بينما تشكل النفايات غير الخطرة كالحديد والالمنيوم والبلاستيك والخشب نسبة 10 %، أم النسبة 1 % المتبقية الخطرة كالدھانات والاسبستوس كما يظهر في الشكل 1 [2].



الشكل (1) التركيب النوعي لمخلفات الهدم والبناء في سورية [2].

إحدى الدراسات قاموا بتقدير كمية المواد في هدم منزل بمساحة معيشة (50-100م²) وحسبت احتمالية تشكل مخلفات بيتونية قدرها 56 طناً أي 40 % من وزن المنزل وهي النسبة الأكبر من حيث الوزن مقارنة بالمواد الأخرى[3] . وأشارت دراسة أخرى إلى أن كمية البيتون التي يمكن الحصول عليها من عملية الهدم ستكون حوالي 40% في عمله حول إعادة تدوير البيتون الإجمالي [4]. وقام آخرون بدراسة تركيبات مختلفة من (CDW) ووجدوا أن متوسط نسب البيتون والحجارة كان حوالي 22 % و 82 % بالوزن، على التوالي[5] . كما توصل بعضهم إلى أن حوالي 50 % من نفايات البناء والهدم في هونغ كونغ تتكون من نفايات البيتون، ونظراً للكمية الكبيرة من البيتون في CDW فإن لديها إمكانات كبيرة لإنتاج الركام المعاد تدويره (RA). حيث أن استخدام البيتون في CDW لإنتاج RA يحافظ على الموارد، ويتطلب مساحة أقل لطمر النفايات، وقد يقلل من تكاليف إدارة النفايات، ويؤدي إلى فرص عمل جديدة، إعادة التدوير هي في كثير من الأحيان البديل الأفضل [6]. بالنظر إلى الكمية الهائلة من الركام في البيتون (حوالي 70-80 من الحجم) فإن إنتاج البيتون باستخدام RA يسهم بشكل كبير في القضاء على المشكلات البيئية التي يقودها الإنتاج الكلي وطمر النفايات الناتجة عن إزالة النفايات. وجدير بالذكر أن الزلازل قد تؤدي إلى توليد ما يصل إلى 15 مرة أكثر من متوسط إنتاج CDW السنوي في المنطقة المتضررة من الزلزال [7].

وفي سوريا تأثرت أربع محافظات بالزلزال الذي ضرب تركيا في السادس من شباط 2023 وكان الأثر الأكبر للضرر في محافظة اللاذقية حيث هدم حوالي 1000 مبنى بالكامل عقب الزلزال في المحافظة وريفها وحوالي 2000 مبنى بحاجة للهدم أو إعادة الترميم الكلي أو الجزئي

وتشير الإحصائيات أنه في المرحلة الأولى نتج (17300m³) من النفايات في مدينة اللاذقية.

وأما المرحلة الثانية ($15000m^3$) في مزار القطرية و($3500m^3$) في سظامو جميعها رحلت إلى مكب قاسيه.

أما في مدينة جبلة فكانت كميته النفايات الناتجة ($12000m^3$) جمعت ضمن عقار تابع لبلدية جبلة [8,9].

ومع ذلك، فإن استخدام مطامر النفايات الصلبة كمكان لدفن نفايات الهدم والبناء يؤدي إلى تأثيرات بيئية مختلفة، مثل انخفاض سعة مطامر النفايات، وزيادة استهلاك موارد المواد الخام، وتلوث مطامر النفايات، وزيادة آثار الكربون، وزيادة استخدام الطاقة الناجمة عن استخدام موارد مواد النقل. وبالتالي ينبغي أن يكون البديل الأخير لعلاج CDW [10].

بصرف النظر عن فقدان الأراضي واستهلاك الموارد الناجم عن دفن النفايات، فإن RAC والبيتون الإجمالي المكون من مواد طبيعية (NAC) لهما تأثيرات بيئية قريبة من بعضها البعض [11]. ومع ذلك، في كثير من الحالات، يؤدي RA إلى تأثير بيئي أقل بسبب مسافة النقل الأقصر مقارنة بالركام الطبيعي NA [12].

لدى RAC أيضاً بعض العيوب مقارنة بالبيتونية الإجمالية الطبيعية. الأهم من ذلك، أن الخصائص الميكانيكية لـ RAC أقل من تلك الخاصة بالبيتون الطبيعي، وللتعويض عن هذه الخسارة، تتم إضافة كمية إضافية من الأسمنت إلى مزيج RAC. وهذا يزيد من التأثير البيئي للمادة [13].

لتقييم تأثير RAC على نطاق واسع على البيئة، يتم استخدام طريقة تقييم دورة الحياة (LCA). وهو بروتوكول يستخدم لتحليل الأثر البيئي لمنتج أو نظام [14,15].

تبدأ التأثيرات البيئية للمادة خلال دورة حياتها باستخراج المواد الخام وتستمر خلال الإنتاج والاستخدام والمعالجة والتخلص من النفايات. ثم تكرر الدورة نفسها من خلال إعادة تدوير وإعادة استخدام مواد النفايات [16]. في العديد من الحالات، تم استخدام LCA لتقدير التأثيرات البيئية والاقتصادية وذكروا أن الأسمنت يقدم أعلى مساهمة في التأثير ل RAC [17]. قام برادان وآخرون بمقارنة تأثيرات NA و RA وذكروا أن الأسمنت يقدم أعلى مساهمة في التأثير البيئي للبيتون، والنقل الكلي هو ثاني أكبر مساهم. وذكروا أيضاً أن تأثير RAC على البيئة أقل من تأثير NAC بسبب خطوة الإنتاج الكلي. قامت دراسة بتقدير الآثار البيئية والاقتصادية لمختلف خيارات إدارة أضرار التخلص من الأضرار من خلال اعتماد طريقة LCA [18]. وأشاروا إلى أن استخدام نفايات CDW في إنتاج البيتون بدلاً من NA يوفر أعلى الفوائد الاقتصادية والبيئية [19]. وتمت مقارنة نتائج تحليل LCA لكل من RA و NA وأكدوا على أهمية موقع منشأة إنتاج RA. ووجدوا أن RA الذي يتم إنتاجه في منشآت تبعد أقل من 20 كيلومتراً عن مصنع إعادة التدوير له تأثير بيئي أقل [20]. وبمقارنة التأثيرات البيئية وتكاليف الطرق البديلة لإنتاج أنواع البيتون التي تحتوي على NA أو RA باستخدام نهج LCA وذكروا أن المعيار الاقتصادي الأكثر أهمية الذي يحدد ما إذا كان سيتم استخدام NA أو RA هو مسافة النقل. أظهرت النتائج أن الخيار الأكثر فعالية من حيث التكلفة والصديق للبيئة هو استخدام RA المنتج في مصنع CDW [21].

كما ذكر أنه نتيجة لزلزال وبتشوان، تم إنشاء الكثير من الحطام الذي لا يمكن طمره. ولذلك، فإن إعادة تدوير الركام أمر بالغ الأهمية لإدارة النفايات بعد الزلزال بشكل فعال. وأشاروا أيضاً إلى أن إنتاج الركام المعاد تدويره من حطام زلزال وبتشوان يساهم في التقدم في تقنيات إعادة تدوير النفايات بعد الكوارث المستخدمة في الصين ويوفر فوائد بيئية [22].

بالتحقيق في فوائد إنتاج RA باستخدام حطام الزلزال الذي ضرب أثينا في عام 1999 أشاروا إلى أن إنتاج RA له فوائد مالية كبيرة، ويتجنب الإفراط في استخدام مساحة مطامر النفايات، ويوفر الموارد [23]. وبالتحقيق في إمكانية استخدام المواد المشعة مجموع النفايات الملوثة التي تم الحصول عليها من حطام محطة فوكوشيما النووية التي دمرها زلزال شرق اليابان الكبير في عام 2011 في بناء هياكل الموائى. وقاموا بتحليل الخواص الميكانيكية وقابلية التشغيل ومستوى الإشعاع للركام المعاد تدويره الذي تم الحصول عليه من منطقة الكارثة. وذكروا أن الركام المعاد تدويرها الذي تم الحصول عليه من المناطق المنكوبة بالزلزال يمكن استخدامه في إنشاءات الموائى ما لم يكن مستوى الإشعاع مرتفعاً جداً، ويقلل التكلفة إلى حوالي 30% [24]. وتحليل الخواص الميكانيكية والتكلفة والآثار البيئية لاستخدام الركام المعاد تدويره الذي تم جمعه من منطقة الحطام لزلزال Elazığ في عام 2020 في إنتاج البيتون أنتجوا عينات بيتونية مختلفة باستخدام الركام المعاد تدويره فقط وخلقوا سيناريوهات مختلفة للتحليل البيئي والاقتصادي. وفقاً للنتائج التي توصلوا إليها، فإن قوة الضغط للخلائط البيتونية المعاد تدويرها تتراوح بين (10-50 MPa)، كما أن النقل له أهمية قصوى بالنسبة لاستهلاك الطاقة ومعايير الاحتباس الحراري المحتملة. وأيضاً فإن تكاليف إنتاج NAC أقل من RAC [24]. وبدراسة التأثير البيئي والخواص الميكانيكية لـ RA وجدوا أن خصائص الملاط الملتصق هي العامل الأكثر أهمية الذي يحدد الخواص الميكانيكية لـ RA، ووفقاً لتقييم دورة الحياة الذي تم إجراؤه للتأثير البيئي لـ RA فإن استبدال RA بـ NA في الخلطات البيتونية يوفر انبعاثات كربون أقل بنسبة 58% تقريباً [25].

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الأثر البيئي لاستخدام الركام المعاد تدويره في منطقة جمع الحطام الذي تم الحصول عليه من حطام الزلزال كركام في إنتاج البيتون. ولهذا تم إجراء دراسة LCA للبيتون المنتج باستخدام RA، التي تم الحصول عليها من CDW

والتي تكونت من المباني التي انهارت بسبب الزلزال في منطقة مختارة. بعد ذلك، تم أيضاً تقييم البيتون المنتج في نفس المنطقة باستخدام نفس الكمية من الركام الطبيعي وفقاً لـ LCA. وبشكل مختلف عن الدراسات السابقة، في حين أن هناك منطقة لجمع الحطام في سيناريو إعادة تدوير النفايات البيتونية الناتجة عن الزلزال، في هذه الدراسة، لا توجد منشأة لإعادة التدوير في المنطقة. وقد استلزم ذلك استخدام الكسارات المتنقلة ومعدات البناء الإضافية للفصل. لذلك، سيساعد على فهم التأثير البيئي لإنتاج RA باستخدام حطام الزلازل في منطقة الدراسة وفي المناطق التي لا يوجد فيها مصنع لإعادة تدوير CDW، وسيثبت إمكانية إنتاج RA في المناطق التي لا يوجد بها مصنع إعادة تدوير ثابت بالقرب من منطقة الزلزال. في حين أن هناك منطقة لجمع الحطام في سيناريو إعادة تدوير نفايات البيتون، والتي يُفترض أنها نتيجة للزلزال في هذه الدراسة، ومع ذلك، نظراً لأن منشأة إعادة تدوير النفايات البيتونية الثابتة تخلق ضوضاء ونفايات أقل مع مجموعة متنوعة من أحجام الركام أكثر من الكسارات المتنقلة، فإنها تضمن أن يتم تنفيذ عمليات التجميع والتخزين والفرز والسحق والفرز بعد عمليات التكسير بكفاءة أعلى على الرغم من ارتفاع تكلفة الاستثمار الأولي [26]. ولذلك فإن وجود مصنع لإعادة تدوير البيتون الثابت في البلدان التي يتم فيها تنفيذ أنشطة إنتاج البيتون والبناء والهدم بشكل مكثف، مما يتسبب في نفايات إنتاج البيتون، له أهمية كبيرة في تقليل التأثير البيئي لإعادة تدوير البيتون. ونظراً لأن سوريا هي إحدى الدول التي يتم فيها تنفيذ أنشطة البناء بشكل مكثف، هي أيضاً دولة تعاني من الحرب، فمن الضروري وضع خطط إقليمية لإعادة التدوير الثابتة لكل من حطام الحرب وحطام ما بعد الزلزال في سوريا.

2. أهمية البحث وأهدافه

يعد البيتون من أكثر مواد البناء استخداماً، وبالتالي فإن هدم المباني الناتج عن الزلازل والحروب وإعادة الإعمار ينتج كميات كبيرة من النفايات البيتونية التي يجب الاستفادة منها لتحقيق الفائدة البيئية والاقتصادية. ويتطلب ذلك إجراء تجارب تبين مدى إمكانية الاستفادة من هذه النفايات، وتتوفر بيانات ومعطيات تشجع الحكومة مستقبلاً على تقديم التسهيلات والتجهيزات اللازمة لإعادة تدوير واستغلال النفايات البيتونية بشكل صحيح وفعال.

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الأثر البيئي لاستخدام الركام المعاد تدويره في منطقة جمع الحطام الذي تم الحصول عليه من حطام الزلزال كركام في إنتاج البيتون. ولهذا تم إجراء دراسة LCA للبيتون المنتج باستخدام RA، والبيتون المنتج باستخدام NA وتمت مقارنة النتائج لكلا المادتين وتحليلها.

3. مواد وطرق البحث

وفقاً للمعيارين [14] ISO 14040 و [15] ISO 14044 ، منهج تقييم دورة الحياة (Life Cycle Assessment) هو أداة لقياس الأداء البيئي للمنتجات مع مراعاة كامل دورة حياتها، بدءاً من استخراج ومعالجة المواد الخام وحتى التخلص النهائي منها، وهو أحد أهم المنهجيات المتبعة لدعم اتخاذ القرار البيئي الأمثل، وعندما تُدرَس دورة حياة النفايات فإنّ الدراسة تبدأ من لحظة تولّد النفايات وحتى التخلص النهائي منها. ويمكن وصف منهجية تقييم دورة الحياة LCA من خلال أربع مراحل مترابطة، وهي تحديد الهدف والنطاق، وتحميل قوائم الجرد للبيانات، وتقييم الأثر ثمّ تفسيره.

3. 1. عملية إنتاج RAC و NAC

من أجل تقييم تأثير جميع الركام الناتج من CDW الذي تم الحصول عليه من منطقة الدراسة على التأثير البيئي لإنتاج البيتون، تم إجراء دراسة على سيناريو حيث يتم استخدام جميع الركام الذي يمكن إنتاجه من CDW في هذه المنطقة في إنتاج البيتون . ولذلك، فإن المحدد للوحدة الوظيفية هو مقدار الركام الناتج من CDW المتولد في مكان الدراسة.

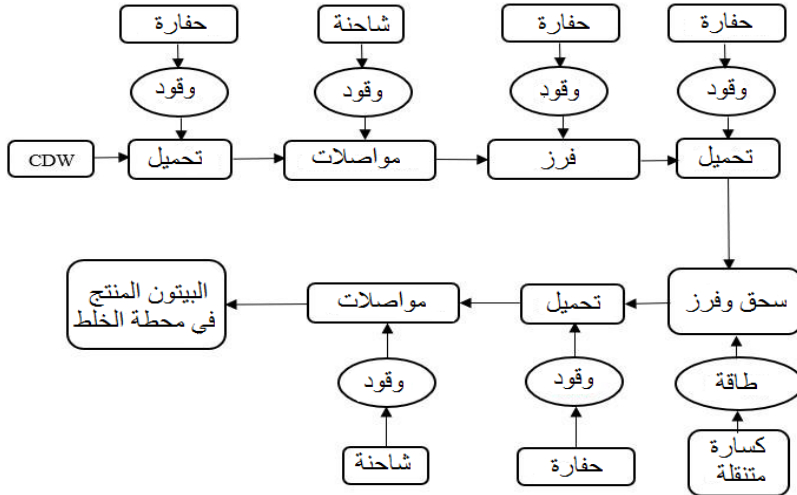
وفقاً لنتائج الحساب يمكن الحصول على 5600925kg من الركام من CDW في حقل الدراسة، ويمكن إنتاج 2978m³ من البيتون C18 بالكامل باستخدام الركام الذي تم الحصول عليه .تم استخدام نفس نسب المكونات في الخلطة البيتونية. والنسب المستخدمة موضحة بالجدول (1).[28]

الجدول (1) نسب الخلط البيتون C18 [28]

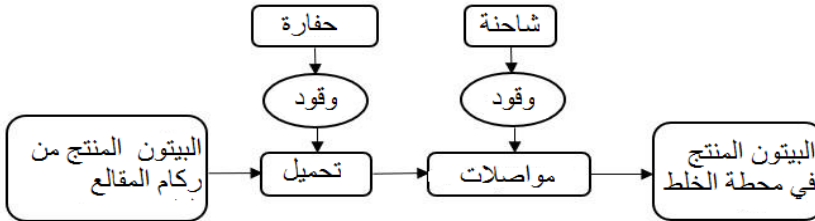
الكمية (m ³)	الأسمنت (kg)	الماء (kg/ m ³)	الحصويات الناعمة (kg)	الحصويات الخشنة (kg)
1	350	241	555	1130
2750	962500	662750	1526250	3107500

تم تحديد حدود النظام لعمليات إنتاج البيتون المنتج باستخدام RA و المنتج باستخدام NA في الشكلين 1 و 2 على التوالي . تقييمات دورة حياة هذه العمليات لها بعض القيود . لا يوجد محطة إعادة تدوير ثابتة CDW في منطقة تخزين الحطام، أثناء عملية إنتاج RAC لإنتاج الركام من النفايات البيتونية، يفترض أن يتم استخدام كسارة متنقلة، تعمل بالكهرباء ويمكنها إجراء الفرز والمراقبة . من المفترض أن يتم فصل الفولاذ الموجود في البيتون المسلح عن طريق الفصل المغناطيسي، ولكن هذه العملية ليست متضمنة في التقييم بسبب نقص البيانات المتعلقة . كما تم إهمال انبعاثات الغبار من هذه العملية وعملية إعادة تدوير الفولاذ . في إنتاج البيتون، يفضل تقليل الخصائص الميكانيكية للبيتون الناتج عن RA المستخدم في إنتاج البيتون على إضافة الأسمنت.

في عملية إنتاج NAC يتم الحصول على الركام الطبيعي من مورد محلي على شكل ركام ناعم وخشن. لا تؤخذ في الاعتبار المسافة التي تقطعها المعدات أثناء وصولها إلى منطقة العمل ومسافة النقل في مرافق إنتاج البيتون والركام. تنتهي كلتا العمليتين بإنتاج البيتون.



الشكل (1) مخطط عملية إنتاج RAC



الشكل (2) مخطط عملية إنتاج NAC

3. 2. برنامج openLCA v.2.0 وتقييم دورة الحياة

وهو البرنامج المستخدم لإجراء تقييم دورة الحياة LCA والذي تم إصداره بواسطة GreenDelta و هو أداة مجانية مستخدمة على نطاق واسع . يقوم بإنشاء نماذج العمليات ويقدم النتائج بتنسيقات مخطط سانكي والرسوم البيانية . يمكن استيراد النتائج بتنسيقات (ILCD, ecoSpold v1, v2, csv, Excel, JSONLD) يتوفر

أيضاً خيار محاكاة مونت كارلو في البرنامج، ويحتوي على نظام لتقييم جودة البيانات ويسمح بتحليل الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية.

LCA هي خطوة جمع البيانات وتقوم بتقييم كميات جميع المدخلات الأساسية (الموارد الطبيعية والمواد الخام وأشكال الطاقة والمنتجات) والمخرجات (الانبعاثات والتلوث والطاقة والمنتجات) باستخدام الأساليب المناسبة ضمن حدود الإطار [29]. تم جمع بيانات المدخلات الخاصة بالموارد الطبيعية والمواد الخام وأشكال الطاقة والمنتجات وبيانات المخرجات الخاصة بالانبعاثات والتلوث والطاقة والمنتجات من قاعدة بيانات (ReCiPe Midpoint V1.13) وهي منهجية خاصة تستخدم لتقييم التأثير البيئي لمنتج أو عملية طوال دورة حياتها. يقوم بتقييم تأثير دورة الحياة (LCIA) بتحويل الانبعاثات واستخراج الموارد إلى مجموعة موجزة من درجات التأثير البيئي باستخدام عوامل التوصيف كمؤشرات [30].

3.3. منطقة الدراسة

تم اختيار مبنى مهدم بالكامل يقع في توسع المشروع العاشر على المتعلق الجنوبي في محافظة اللاذقية والشكل (3) يبين المبنى المختار

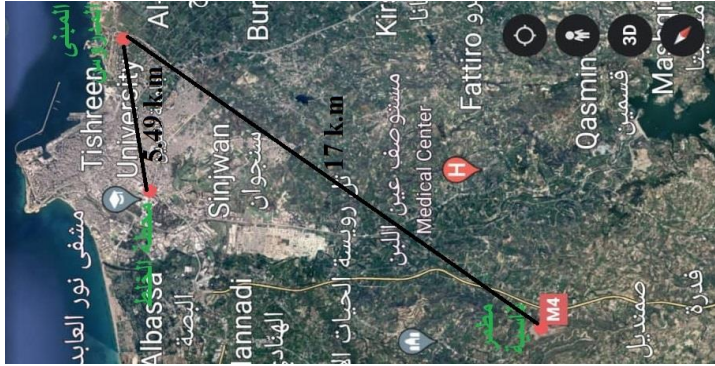


الشكل (3) موقع المبنى المختار

والمبنى مكون من قسمين القسم الأول خمس طوابق كل طابق شقتين من البيتون المسلح كل شقة بمساحة (200m²)، القسم الثاني خمس طوابق كل طابق شقتين من البيتون المسلح كل شقة بمساحة (350m²). وفقاً لخطة إدارة الحطام الذي قد ينجم عن زلزال إسطنبول المحتمل والمدمر، التي وضعتها بلدية إسطنبول الكبرى؛ فإن مبنى مكون من 5 طوابق وشقتين و 10 مساكن بمساحة بناء 120 m²، سينتج 600 m³ من النفايات البيتونية [31]، وبالاعتماد على هذه الدراسة، تم توليد 1000 m³ من الأنقاض البيتونية من هدم شقة إطارية من البيتون المسلح من 5 طوابق بمساحة أرضية 200m²، وأعطت الشقة المكونة من 5 طوابق و 350m² إلى إنشاء 1750m³ من الأنقاض البيتونية. وفي المجموع، تم توليد 2750m³ من الأنقاض البيتونية في مجال الدراسة.

في الدراسات السابقة [2,3]، ذكر أن ما يقرب من 40 % من وزن CDW يتكون من البيتون. وجدت دراسة أن كثافة CDW المختلطة تبلغ (528 kg/m³) [32]. وأشارت دراسة أخرى إلى أن متوسط قيمة كثافة البيتون هو (2.200–2.600 kg/m³) [33]. وبالنظر إلى نتائج الدراسات المذكورة أعلاه فإن نسبة المادة البيتونية في الركام مقبولة بنسبة 40 % من الكتلة، ويفترض أن كثافة البيتون (2400kg/m³) ولذلك فإن وزن (2750m³) من الركام البيتوني هو (6600000kg) ((6600t)) وتعني هذه القيمة أيضاً 40% من وزن CDW هو (16500t). وحجم (3300tons) من CDW بكثافة (528 kg/m³) هو (31250m³). قد تكون الكسارة الفكّية المتنقلة قادرة على سحق حوالي 600 t في الساعة وقد تشتمل على كسارة وغريلة وحزام ناقل إرجاع من وحدة الغريلة إلى مدخل الكسارة لتكرير الركام الكبير إلى الحجم المطلوب [34]. تتمتع الكسارة المتنقلة الواحدة بالقدرة على إنتاج نطاق يتراوح من (1,800– 2,400tons) من ركام البيتون المعاد تدويره RCA على أساس يومي [35].

في هذه العملية، من المفترض أن تنتج الكسارة الفكّية (400 m^3) من الركام وتستهلك (150 kW) من الكهرباء في الساعة [36]. في هذا السيناريو، يتم استخدام الحفارة موديل CAT 330 بسعة 1.54 m^3 ويستهلك 18 من الوقود في الساعة في عمليات إزالة الحطام والفرز والتحميل [37]. وتم إجراء حسابات النقل وفقاً لسعة الشاحنة، وهي الحمولة القصوى البالغة 17.3 tons ، تعتبر الجسيمات الأصغر من 5 mm ركاماً ناعماً، أما تلك التي يزيد حجم جسيماتها عن 5 mm فتصنف على أنها ركام خشن [38]. ذكر أن ما يصل إلى 39.39% من كتلة الملاط يبقى على السطح الكلي الذي تم الحصول عليه من نفايات البيتون [39]. تم تحديد أن 1 m^3 من البيتون بوزن 2400 kg تحتوي على 1881 kg من الركام و 519 kg من الملاط. مع الأخذ في الاعتبار أن 30% من كمية الملاط تبقى على السطح الكلي، يمكن إنتاج 2036.7 kg من RA من 1 m^3 من البيتون. في هذه الحالة، يمكن إنتاج 5600925 من RA من 2750 m^3 من مخلفات البيتون المهملة المستخرجة من الموقع. ولإنتاج RAC يتم نقل 16500 tons من النفايات الصلبة الموجودة في حقل الحطام إلى حقل تخزين الحطام مطمر قاسية، ويتم إجراء عمليات فرز CDW وسحق نفايات البيتون وفرزها ومراقبتها في حقل تخزين الحطام، والذي يبعد مسافة 17 km عن حقل الحطام. بعد ذلك، يتم نقل 4633.75 tons من الركام الناعم والخشن المجهز إلى محطة خلط البيتون. تبلغ المسافة بين حقل تخزين الأنقاض ومحطة خلط البيتون 5.49 والشكل (4) يبين مسافة النقل بين موقع المبنى ومكان التجميع مطمر قاسية ومحطة الخلط.



الشكل (4) مسافة النقل بين موقع المبنى ومكان التجميع مطمر قاسية ومحطة الخط. بعد تحديد مراحل إنتاج RAC و NAC والمواد المستخدمة، وكمية وموارد الطاقة المستهلكة، ومصادر المواد الخام المستخدمة، ونوع وكمية المواد المنقولة، ومسافات النقل، تم إنشاء LCI باستخدام قاعدة بيانات ReCiPe كما هو موضح بالجدول (2).

الجدول (2) بيانات ReCiPe المستخدمة لمدخلات إنتاج RAC و NAC

نوع البيتون	المدخلات	الكمية	الوصف
RAC	الاسمنت	962500	إسمنت بورتلاندي
	الماء	662750	مياه سطحية
	الوقود	16397	مازوت
	الكهرباء	3712.5MJ MJ	تيار 220V
NAC	النقل	194594	حمولة شاحنة 17.3 t كحد أقصى
	الاسمنت	962500	إسمنت بورتلاندي
	الماء	662750	مياه سطحية
	الحصويات الخشنة	3107500	المقلع
	الحصويات الناعمة	1526250	المقلع
	الوقود	614.394	مازوت
	النقل	303570.14	حمولة شاحنة 17.3 t كحد أقصى

3.4. تقييم تأثير دورة الحياة (LCIA)

تقيس إحدى الخطوات الثلاث لتقييم دورة الحياة (LCA) التي تسمى تقييم تأثير دورة الحياة (LCIA) مدى مساهمة كل تدفق أولي، مثل الملوثات المحمولة جواً أو استهلاك المواد الخام والطاقة لعملية الإنتاج، في التأثير البيئي. هدفها هو استخدام نتائج تحليل المخزون وفئات التأثير ومؤشرات الفئات لتقييم عملية الإنتاج من وجهة نظر بيئية [40]. هناك ثلاثة إجراءات يجب اتباعها في خطوة (LCIA) وهي اختيار فئات التأثير، ومؤشرات الفئة، ونماذج التوصيف [14,15].

بالنسبة لـ (LCIA) كطريقة لتقييم التأثير، تم استخدام قاعدة بيانات ReCiPe Midpoint (V1.13) المستوردة إلى (openLCA (V 2.0 حيث توفر هذه القاعدة بيانات المخرجات على شكل فئات موضحة بالجدول (3).

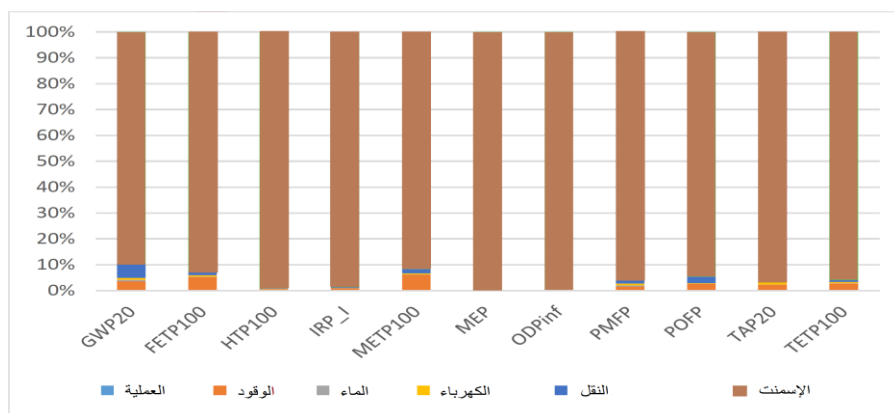
4. النتائج والمناقشة

إن تفسير دورة الحياة، وهو الخطوة الأخيرة في عملية LCA هو المكون الرئيسي لنتائج هذه الدراسة. في هذه الخطوة، يتم تحليل النتائج كأساس للاستنتاجات والاقتراحات والقرارات بما يتماشى مع الهدف ووصف النطاق الموضحة بالمرجعين [14,15].

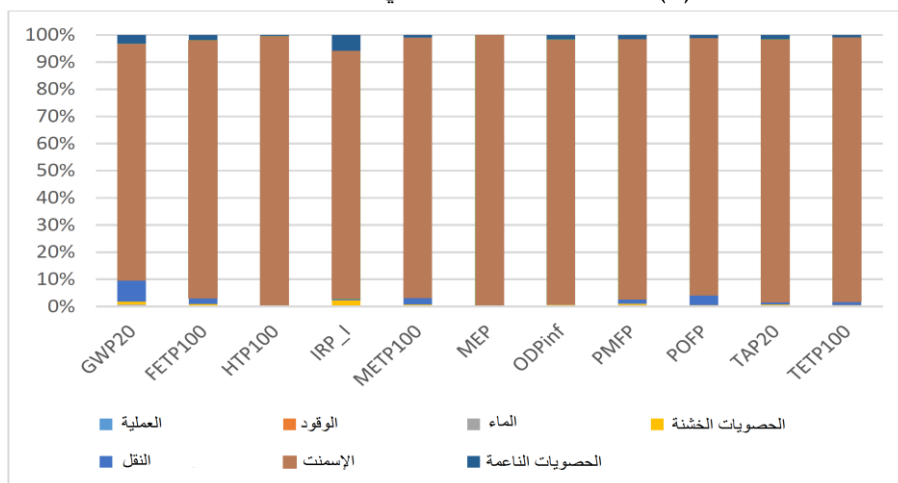
الجدول (3) التأثيرات البيئية لـ RAC و NAC من حيث معايير نقطة المنتصف.

NAC	RAC	الوحدة المرجعية	فئة التأثير
5.685250476	5.770169149	kg 1.4-DCB-Eq	السمية البيئية الأرضية (TETP100)
813.5759762	788.0863217	kg CO2-Eq	تغير المناخ (GWP20)
1071.065635	1077.062435	kg SO2-Eq	تحمض الأرض (TAP20)
309.9147857	309.3844324	kg NMVOC-Eq	تشكيل الأوكسدة الضوئية (POFP)
36.9221373	38.55796172	kg 1.4-DCB-Eq	السمية البيئية البحرية (METP100)
14517.80873	14541.79506	kg 1.4-DCB-Eq	السمية البشرية (HTP100)
1.581018651	1.623240603	kg 1.4-DCB-Eq	السمية البيئية للمياه العذبة (FETP100)
0.041462143	0.040615899	kg CFC-11-Eq	استنفاد الأوزون (ODPinf)
331.2491111	329.285977	kg PM10-Eq	تكوين الجسيمات (PMFP)
3.329994206	3.331828234	kg N-Eq	التخثث البحري (MEP)
1583.752937	1467.659911	kg U235-Eq	الإشعاع المؤين (IRP_1)

وفقاً لنتائج محاكمات لندن للتحكيم في RAC وNAC، فإن لها عموماً أرقام تأثير قريبة. تتمتع RCA بإمكانية أقل لتغيير المناخ، والسمية البيئية البحرية، والسمية البيئية للمياه العذبة، واستنفاد الأوزون، وتكوين المواد الجسيمية، والإشعاع المؤين، مقارنة بـ NAC، ومع ذلك NAC أقل ضرراً بالبيئة من حيث السمية البيئية الأرضية، والتحمض الأرضي، والسمية البشرية، والسمية البيئية البحرية، والسمية البيئية للمياه العذبة. من حيث تكوين الأوكسدة الضوئية والتخثث البحري فإن لهما نفس التأثير تقريبا. كما هو مبين بالجدول (3).



الشكل (5) التأثيرات البيئية لـ RAC في مراحل LCA المختلفة



الشكل (6) التأثيرات البيئية لـ NAC في مراحل LCA المختلفة

يوضح الشكلان 5 و 6 المساهمات البيئية لخطوات إنتاج RAC و NAC على التوالي، في العديد من فئات التأثير، ويتم توضيح حصص الخطوات في كل فئة في الرسوم البيانية. يمكن أن نرى بسهولة أن الأسمنت هو السبب الأكبر للتأثير البيئي على الإطلاق، في حين أن استخدام المياه له أقل تأثير في كل فئة تقييم خلال مرحلة إنتاج كلا النوعين من البيتون. الخطوة التي تقدم ثاني أكبر مساهمة في التأثير البيئي الناتج عن إنتاج RAC هي استهلاك الوقود أثناء التحميل من حيث كل عامل تأثير. النقل له ثالث أكبر تأثير على معظم فئات التأثير وله تأثير ملحوظ على GWP20 و POFP أثناء إنتاج RAC كما هو موضح بالشكل (5). أما في عملية إنتاج NAC يعد الركام الخشن ثاني أكبر مساهم في التأثير البيئي في كل فئة باستثناء MEP كما هو موضح بالشكل (6). بشكل عام، يؤدي الركام الناعم والنقل أيضاً إلى زيادة التأثير البيئي لـ RAC بشكل كبير. في الدراسات السابقة [13,41] وكذلك في هذه الدراسة، وجد أن الأسمنت كان المساهم الأكبر في كل فئة تأثير في عمليات LCA لكل من RAC و NAC ومع ذلك، على عكس الدراسات السابقة، فإن ثاني أكبر مساهمة في فئات تأثير إنتاج البيتون لم تكن عن طريق النقل ولكن عن طريق استهلاك الوقود والركام الخشن. يُعتقد أن سبب هذا الاختلاف هو أن النقل له تأثير كبير على LCA لإنتاج البيتون، كما ذكر [17, 42, 43] وأنه تم الانتهاء من العمليات في دراسة الحالة لهذه الدراسة على مسافة نقل أقصر نسبياً مقارنة بالدراسات السابقة.

ووفقاً للنتائج، فإن RAC و NAC لهما تأثيرات متشابهة في مختلف الفئات.

- تقدم RAC مساهمات أقل قليلاً في () GWP20, POFP, ODPinf, PMFP, IRP_1 مقارنة بـ NAC .
- إن 20 GWP لـ RAC و NAC هو (788.086 kg CO₂-Eq و813.575) على التوالي.

- يسبب RAC (POFP) $309.38 \text{ kg NMVOC-Eq}$ ويبلغ وزن POFP المنتج من NAC $(309.91 \text{ kg NMVOC-Eq})$.
- يبلغ ODPinf لـ RAC $(0.0406 \text{ kg CFC-11-Eq})$ أما لـ NAC فكان $(0.0414 \text{ kg CFC-11-Eq})$.
- يحتوي RAC على $(329.28 \text{ kg PM}_{10}\text{-Eq PMPF})$ وهو أقل بمقدار $(2.25 \text{ kg PM}_{10}\text{-Eq})$ من NAC.
- يحتوي RAC أيضاً على $(1467.65 \text{ kg U}_{235}\text{-Eq})$ من ا_IRP وهو أقل من NAC.

5. الاستنتاجات والتوصيات

تم حساب التأثيرات البيئية للبيتون المنتج باستخدام RA التي تم الحصول عليها من CDW للمباني المدمرة في اللاذقية نتيجة للزلزال الذي مركزه كهرمان مرعش والبيتون المنتج باستخدام NA نفس الكمية من في تلك المنطقة من خلال اعتماد طريق LCA. ثم تمت مقارنة النتائج وتقييمها.

يزيد RAC من التأثير البيئي لإنتاج البيتون أقل من NAC في هذه المرحلة بسبب مسافة النقل الأقرب.

الأسمنت هو العامل الرئيسي الذي يزيد من التأثيرات البيئية لكل من RAC و NAC، في جميع الفئات.

تم ذكر أن النقل هو المرحلة الثانية التي تزيد من التأثير البيئي أكثر. وتم الحصول على نتائج مماثلة في الدراسات السابقة فيما يتعلق بإمكانية بتغيير المناخ واستنفاد الأوزون،

ولكن الوقود يقدم ثاني أعلى مساهمة في فئات التأثير التسعة الأخرى أثناء عملية إنتاج RAC.

أما في عملية إنتاج NAC يعد النقل هو الخطوة التي تزيد من التأثير البيئي من حيث السمية البيئية للمياه العذبة وتغير المناخ والسمية البيئية البحرية وتشكيل الأكسدة الضوئية والسمية البيئية الأرضية وفي جميع الفئات الأخرى، يحتل الركاب الناعم ثاني أعلى حصة من الزيادة في التأثير البيئي.

في الدراسات المستقبلية يوصى:

- إجراء تقييم دورة الحياة الشامل على المبنى الذي يتم فيه استخدام البيتون المنتج باستخدام RA التي تم الحصول عليها من CDW حيث يتم تقييم جميع مراحل دورة حياة المبنى. وستكون مقارنة نتائج تقييم دورة الحياة (LCA) لعمليات إنتاج RAC التي تم تنفيذها بأنواع وأعداد مختلفة من المعدات مفيدة لفهم تأثير الوقت والمعدات على تقييم دورة الحياة.
- إن إجراء مقارنات بين الخواص الميكانيكية ونتائج LCA للبيتون التي تحتوي على نسب مختلفة من RA سيكون فعالاً في تحديد النسبة المثوية من RA التي يجب أن تحتويها المادة وفقاً للاستخدام المقصود.
- ينبغي النظر في الجوانب الاجتماعية والاقتصادية لـ LCA ودراساتها.

المراجع References

1. <https://iwaste.epa.gov/guidance/natural-disaster/fact-sheets/types-of-waste?id=soil-sediments>. Access date: 25.03.2023
2. تريفالور، 2004 المخطط التوجيهي لإدارة النفايات الصلبة في الجمهورية العربية السورية المرحلة الثالثة. وزارة الإدارة المحلية والبيئة، 200 صفحة.
3. Oikonomou, N., "Recycled concrete aggregates", **Cement and Concrete Composites**, 27(2): 315-318, (2005).
4. Da Silva, E., Torem, M., and Silva, F., "Technological characterization and utilization of recycled aggregate in the fine fraction in substitution to the fine natural aggregate for concrete production", **Recycling and Sustainable Development**, 12: 37-42, (2019).
5. Huang, W.L., Lin, D.H., Chang, N.B., and Lin, K.S., "Recycling of construction and demolition waste via a mechanical sorting process", **Resources, Conservation and Recycling**, 37: 23-37, (2002).
6. Marzouk, M. and Azab, S., "Environmental and economic impact assessment of construction and demolition waste disposal using system dynamics", **Resources, Conservation and Recycling**, 82: 41-49, (2014).
7. Reinhart, D.R. and McCreanor, P., "Disaster Debris Management-Planning Tools", **US Environmental Protection Agency Region IV**, Florida, US, (1999).

8. الشركة العامة للدراسات والاستشارات الفنية لجان تقييم المباني عقب الزلزال، (2023).
9. دائرة النفايات الصلبة - محافظة اللاذقية 2023.
10. Marinković, S. B., Ignjatović, I., and Radonjanin, V., "Life-cycle assessment (LCA) of concrete with recycled aggregates (RAs)", Handbook of Recycled Concrete and Demolition Waste 1 st ed., Pachego-Torgal, F., Tam V.W.Y., Labrincha, J.A., Ding, Y., de Brito, J., Woodhead, **Philadelphia**, 569-604, (2013).
11. Yazdanbakhsh, A., Bank, L. C., Baez, T., and Wernick, I., "Comparative LCA of concrete with natural and recycled coarse aggregate in the New York City area", **International Journal of Life Cycle Assessment**, 23(6): 1163-1173, (2018).
12. Etxeberria, M., Vázquez, E., Marí, A., and Barra, M., "Influence of amount of recycled coarse aggregates and production process on properties of recycled aggregate concrete", **Cement and Concrete Composites**, 37(5): 735-742, (2007).
13. Marinković, S., Radonjanin, V., Malešev, M., and Ignjatović, I., "Comparative environmental assessment of natural and recycled aggregate concrete, **Waste Management**", 30(11): 2255-2264, (2010).
14. International Organization for Standardization (ISO), "Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework", **ISO Standard, 14040**, Geneva, Switzerland, (2006).

15. International Organization for Standardization (ISO), "Environmental Management – Life Cycle Assessments – Requirements and Guidelines", **ISO Standard, 14044**, Geneva, Switzerland, (2006).
16. Khasreen, M., Banfill, P. F., and Menzies, G., "Life–Cycle Assessment and the Environmental Impact of Buildings: A Review", **Sustainability**, 1(3): 674–701, (2009).
17. Pradhan, S., Tiwari, B. R., Kumar, S., and Barai, S. V., "Comparative LCA of recycled and natural aggregate concrete using Particle Packing Method and conventional method of design mix", **Journal of Cleaner Production**., 228: 679–691, (2019).
18. Mah, C. M., Fujiwara, T., and Ho, C. S., "Life cycle assessment and life cycle costing toward eco–efficiency concrete waste management in Malaysia", **Journal of Cleaner Production**, 172: 3415–3427, (2018).
19. Rosado, L. P., Vitale, P., Penteado, C., and Arena, U., "Life cycle assessment of natural and mixed recycled aggregate production in Brazil", **Journal of Cleaner Production**, 151: 634–642, (2017).
20. Dias, A. B., Pacheco, J. N, Silvestre, J. D., Martins, I. M., and De Brito, J., "Environmental and Economic Life Cycle Assessment of Recycled Coarse Aggregates: A Portuguese Case Study", **Materials**, 14(18): 5452, (2021).
21. Shi, X., Wang, Q., Qiu, C., Zhao, X., "Recycling Construction and Demolition Waste as Sustainable Environmental

- Management in Post-Earthquake Reconstruction", **4th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering**, Chengdu, China, (2010).
22. Tsakalakis, K., Frangiskos, A., Karka, H., "Recycled Aggregates–An Environmentally Friendly Management Athens Urban Area", **IX Balkan Mineral Processing Congress**, Ýstanbul, Türkiye, (2001).
23. Morimoto, K., Misawa, T., Hironaka, T., "A Study on the Reuse of Concrete Rubble Caused by the Earthquake as Recycled Concrete", **Okumura Gumi**, (2014).
24. Ulucan, M., Alyamaç, K., "A holistic assessment of the use of emerging recycled concrete aggregates after a destructive earthquake: Mechanical, economic and environmental", **Waste Management**, 146: 53–65, (2022).
25. Faleschini, F., Zanini, M., Pellegrino, C., "Environmental impacts of recycled aggregate concrete", **Italian Concrete Days–Evolution and Sustainability of Concrete Structures**, Rome, Italy, (2016).
26. Kumbhar, S. A., Gupta, A., and Desai, D. B., "Recycling and Reuse of Construction and Demolition Waste for Sustainable Development", **International Journal of Sustainable Development**, 6(7): 83–92, (2013).
27. Silva, A. L. and Nunes, A. O., "How important is the LCA software tool you choose? Comparative results from GaBi, openLCA, SimaPro and Umberto", **International Conference of Life Cycle Assessment in Latin America**, (2017).

28. منشآت البيتون المسلح 1 د. أحمد عبود- منشورات جامعة تشرين. 2001.
29. Supawanich, P., Malakul, P., and Gani, R., "Life Cycle Assessment Studies of Chemical and Biochemical Processes through the new LCSoft Software-tool", **Computer Aided Chemical Engineering**, 37: 2549-2554, (2015).
30. <https://www.rivm.nl/en/life-cycle-assessment-lca/recipe>.
Access date: 28.04.2023
31. "Olası Yıkıcı Bir İstanbul Depreminde Oluşabilecek Enkaza Dair Yönetim Planı", **İstanbul Büyükşehir Belediyesi**, Report, İstanbul, Türkiye, (2023).
32. Lu, W., Yuan, L., and Xue, F., "Investigating the bulk density of construction waste: A big data-driven approach", **Resources, Conservation and Recycling**, 169: 105480, (2021).
33. Neville, A. M., **Properties of Concrete 4th Edition**, Essex, (1995).
34. <https://fabo.com.tr/en/what-is-a-mobile-crusher>. **Access date**: 17.03.2023
35. Faqiri, A., Srivastav, V., and Pandey, R. K., "Study of The Effect of Recycling Method on The RCA in Structural Concrete Based on Different Properties", **International Journal Civil Engineering and Technology**, 8(6): 820-833, (2017).
36. <https://www.metso.com/portfolio/lokotrack-urban-series>.
Access date: 05.05.2023
37. https://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/excavators.html. **Access date**: 11.03.2023

- 38.Wang, Y., Liu, J., Zhu, P., Liu, H., Wu, C., and Zhao, J., "Investigation of Adhered Mortar Content on Recycled Aggregate Using Image Analysis Method", **Journal of Materials in Civil Engineering**, 33(9): 04021225, (2021).
- 39.Verian, K. P., Ashraf, W., and Cao, Y., "Properties of recycled concrete aggregate and their influence in new concrete production", Resource, **Conservation and Recycling**, 133: 30-49, (2018).
- 40.Rosenbaum, R., Hauschild, M.Z., Boulay, A., Fantke, P., Laurent, A., Nunez, M., Vieira, M., "Life Cycle Impact Assessment", Life Cycle Assessment: Theory and Practice 1 st ed., Hauschild, M.Z., Olsen, S.I, Rosenbaum, R.K., **Springer**, Berlin, 167-270, (2018).
- 41.Braunschweig, A., "Recycled Concrete: Environmentally superior to virgin concrete?", **XVI European Ready Mixed Concrete Organization Congress**, Verona, Italy, (2012).
- 42.Ding, T., Xiao, J., and. Tam, Y., "A closed-loop life cycle assessment of recycled aggregate concrete utilization in China", **Waste Management**, 56: 367-375, (2016).
- 43.Estanqueiro, B., Silvestre, J., De Brito, J., and Pinheiro, M., "Environmental life cycle assessment of coarse natural and recycled aggregates for concrete", **European Journal of Environmental and Civil Engineering**, 22(4): 429-2249, (2018).