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

الدكتور محمد شعبان [1]

المهندس حسان محمد علي [2]

-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 تبنى 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 والنشاء 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 كالاتي قسم يتعلق بالتصميم واخر يتعلق بالمواد واخر 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 التنبوء 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 Shaban[1]

Eng. Hassan Mohammad ali[2]

-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 لأخر، 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] .

تتشكّل 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 بإنها 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 40-10% 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 لأخر ومن مشروع لأخر 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 ستنشأ نتيجة إعادة إعمار الأبنية المهدمة 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 لادارة مخلفات التشييد تسهم في رفع كفاءة استخدام الموارد في المشروع والحفاظ عليها.

5-الدراسة المرجعية :

تعرضت صناعة البناء العالمية مؤخرًا 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]. وقدر 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 تشكّل 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 (Theory of Planned Behavior) (TPB) 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 نيجيريا 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 بتشكل 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 اليها 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 اسباب توليد مخلفات التشييد في الدراسة. يتم تصنيف هذه العوامل في 7 مجموعات رئيسية وتم تحديد العامل الأكثر تأثيرا وفق مايظهر الجدول الاتي:

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

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

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

نلاحظ من خلال ماسبق أن معظم الدراسات بحثت في عوامل تشكل مخلفات التشييد الخاصة في بيئة محددة وظروف تختلف من بلد لأخر **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 تنل القسط الوافي من البحث الأكاديمي في سورية وبالإضافة إلى التأثيرات الكبيرة لمخلفات التشييد في مرحلة إعادة الاعمار.

فلو أردنا فقط إعادة بناء الأبنية المهدمة والتعبير عن ذلك بلغة الأرقام تقدر كمية المخلفات الناتجة من كل متر مربع خلال البناء ب 2^kg/m(50-20) 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/m2)	الحد الأعلى لكمية المخلفات(50gk/m2)
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
الرقة	12.781	115.029	11.502.900	138.034.800	575.145.000
المجموع kg				1.182.092.400	4.925.385.000
المجموعton				1.182.092.4	4.925.385

في الجدول السابق اعتبرنا متوسط مساحة كل وحدة سكنية 100m2 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 .

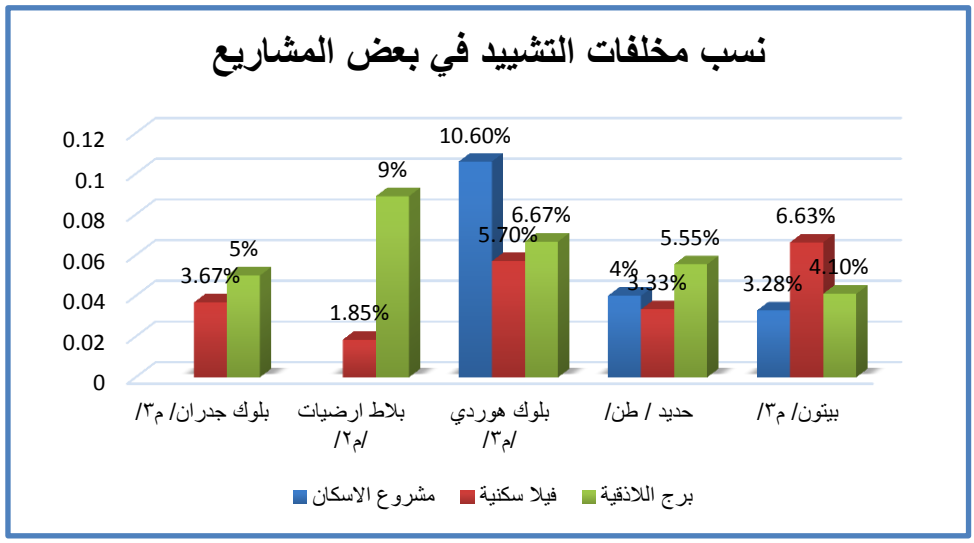
والمشروع الثاني هو فيلا سكنية في ريف طرطوس عبارة عن طابقين بمساحة 150 م2 لكل طابق نفذت بالكامل.

أما المشروع الثالث فهو برج تجاري سكني في اللاذقية عبارة عن تسعة طوابق نفذ بين عامي 2017 و2019 وتم الانتهاء منه .

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

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

المشروع	الموقع	الكلفة الكلية للمشروع .مليون ل س	المادة	المساحة الكلية م2	المساحة بعد النمذجة بواسطة Revit م2	المساحة المنفذة م2	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/ م3/	12000		3000	4	14370	13898	472	3.28%	وجود تكهفات في التربة	110.7	3.27%
			حديد / طن/					150	139	6	4%			
			بلوك هوردي /م3/					66.67	59.6	7.07	%10.6			
			بلاط ارضيات /م2/	9500	9462					38	0.40%			
			بلوك جدران/ م3/											
فيلا سكنية	طرطوس	250	بيتون/ م3/	300		300	2	110	103	7	6.63%			
			حديد / طن/					9	8.7	0.3	3.33%			
			بلوك هوردي/ م3/					14	13.2	0.8	5.70%			
			بلاط ارضيات/ م2/					270	265	5	1.85%			
			بلوك جدران/ م3/					30	28.9	1.1	3.67%			
برج سكني تجاري	اللاذقية	450	بيتون/ م3/	3600		3600	9	1875	1798	77	4.10%	وجود تكهفات في التربة	180	4%
			حديد / طن/					216	204	12	5.55%			
			بلوك هوردي /م3/					21600	20160	1440	6.67%			
			بلاط ارضيات/م2/					3400	3096	304	9%			
			بلوك جدران/ م3/					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 نسبيا 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 إعتماد 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 والناتجة 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 وفقا لنتائج البحث.

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

وفي دراسة أخرى [30]، تم استخدم 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 أيضًا استبيانًا 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 فعالا 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 تشكّل 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 .

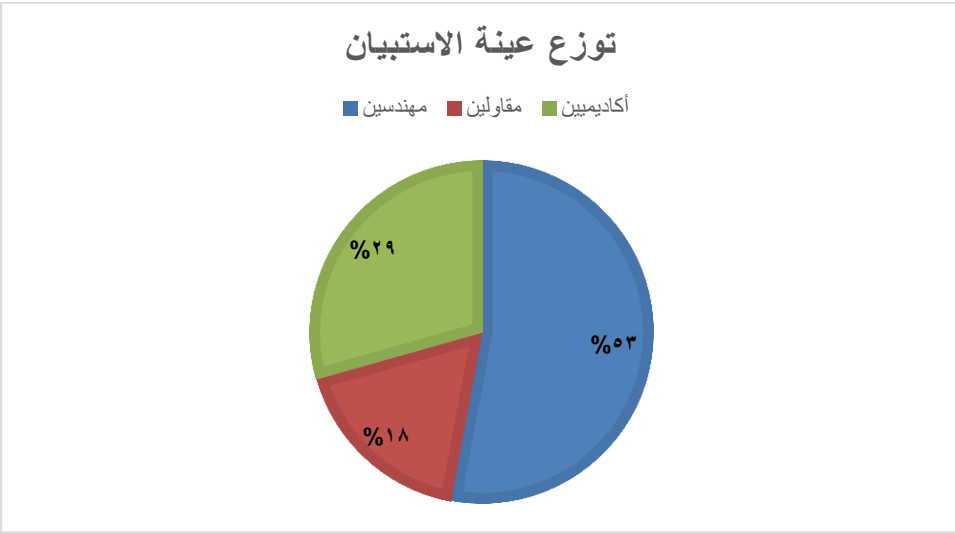
شملت العينة 70 شخصاً عملوا في مشاريع لتشييد الأبنية ولديهم خبرة في إدارة وتنفيذ مشاريع تشييد الأبنية تم حذف شخصين من العينة لعدم استيفاء شروط الإجابة ليبقى العدد 68 شخصا كانت إجاباتهم كاملة .

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

الجدول (5): توزيع الاشخاص المشاركين في الاستبيان

	أكاديميين	مقاولين	مهندسين
الخبرة أقل من 10 أعوام	12	2	4
الخبرة من 10الى 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) توزع الأشخاص المشاركين في الاستبيان

تم أختيار 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 التكنولوجية 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 1/2/2023حتى تاريخ 2/3/ 2023تم الاستبيان من خلال منح درجة أهمية او وزن لكل سبب ai من [1-5] وفق (Likert Scale) .

وتم إجراء الاستبيان وتطبيق العلاقة التالية: important index (imp. I)=$\sum$ 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 α=0.887 وهي وفق مؤشرات قياس ثبات واستقرار الاستبيان $0.8 \leq 0.887 \leq 0.9$ وهذا يدل على أن الإرتباط 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 5كالاتي:

جدول (7):عدد المشاركين في الاستبيان .

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

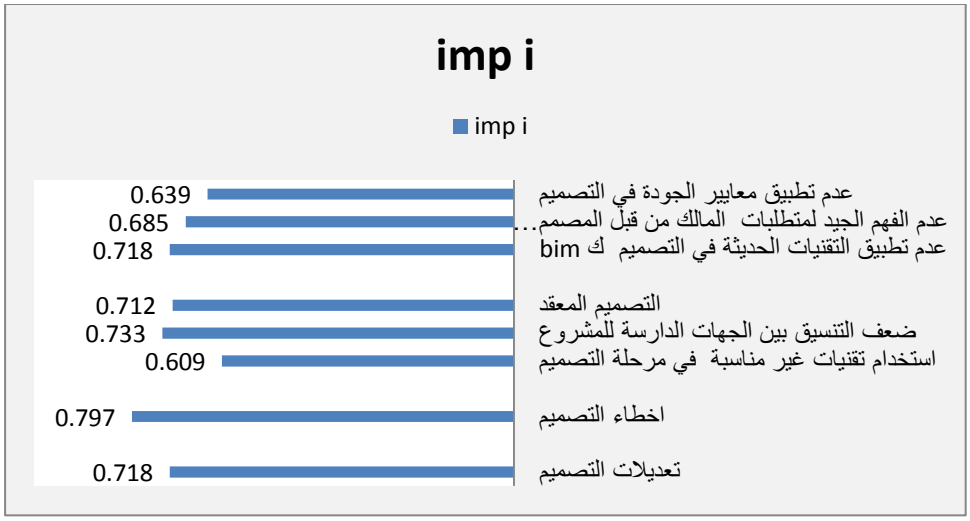
وقد حصل كل عامل على قيمة بين [1-0] . وكلما زادت القيمة واقتربت من 1 كان تأثير العامل في تشكل مخلفات التشييد أكبر.

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

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

ويعبر عن الجدول (6) وفق الشكل الآتي :

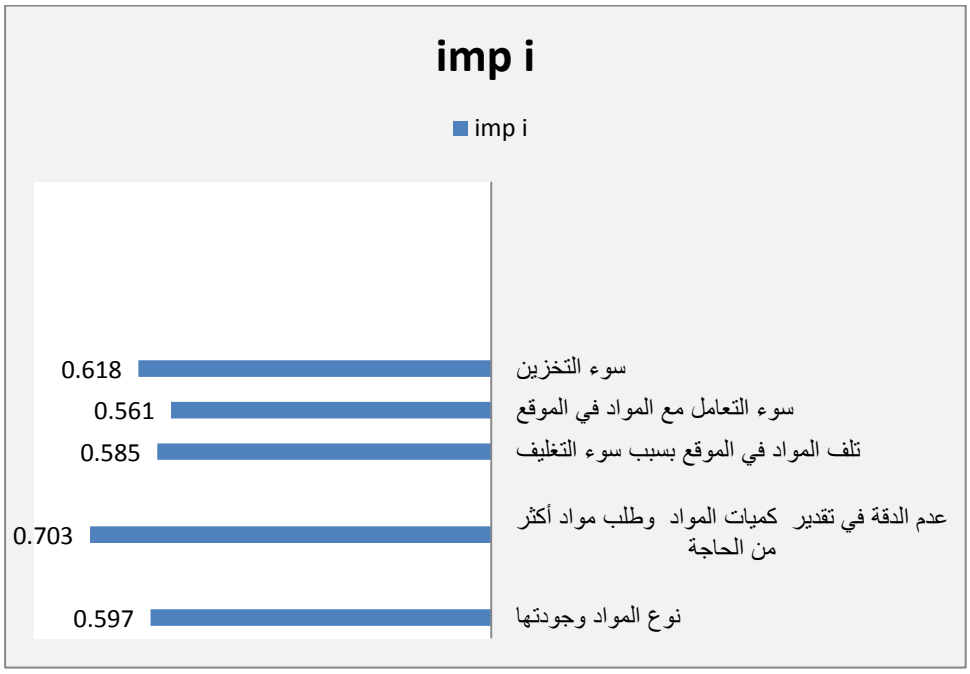


الشكل (3) درجة الأهمية للعوامل ضمن مجموعة التصميم والتوثيق

جدول (9) :درجة الأهمية للعوامل ضمن مجموعة المواد

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

ويعبر عن الجدول (7) وفق الشكل الآتي :

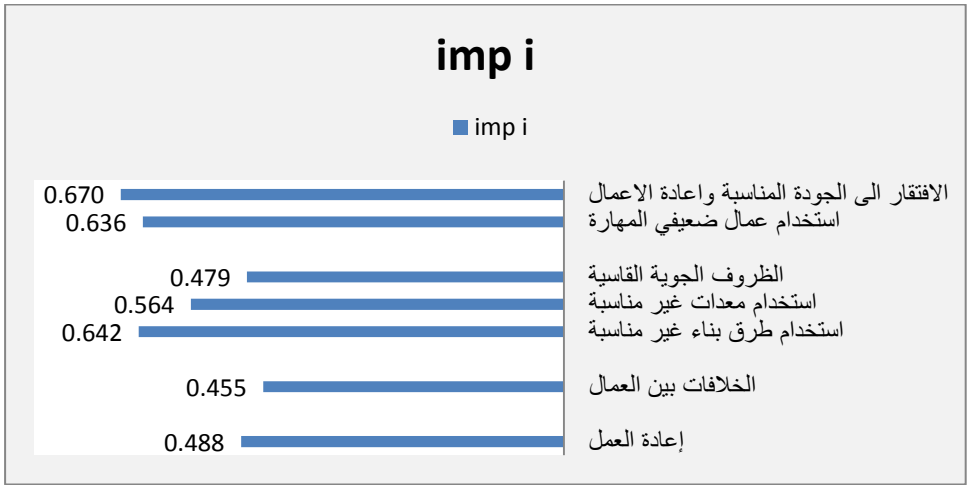


الشكل (4) درجة الأهمية للعوامل ضمن مجموعة المواد

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

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

ويعبر عن الجدول (8) وفق الشكل الآتي :

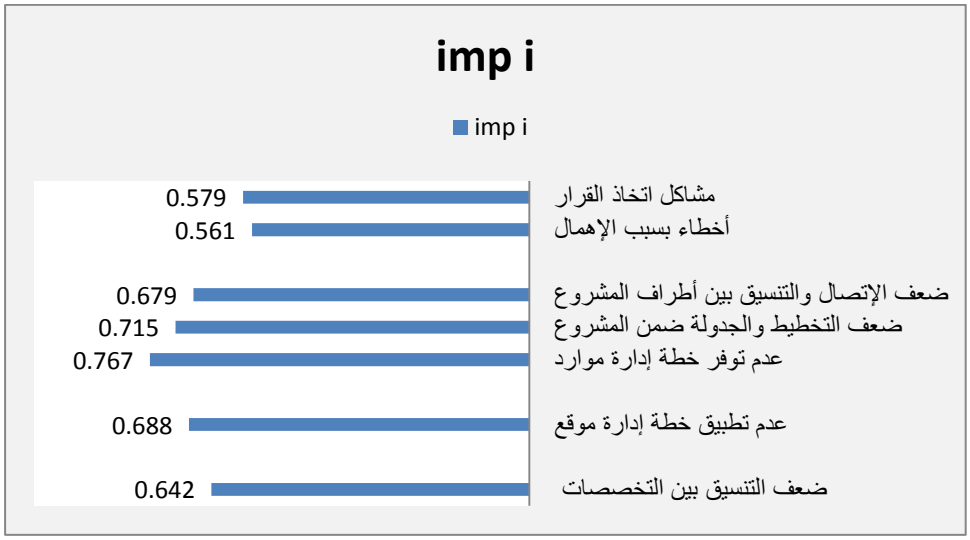


الشكل (5) :درجة الأهمية للعوامل ضمن مجموعة تنفيذ المشروع الشكل

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

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

ويعبر عن الجدول (9) وفق الشكل الآتي :

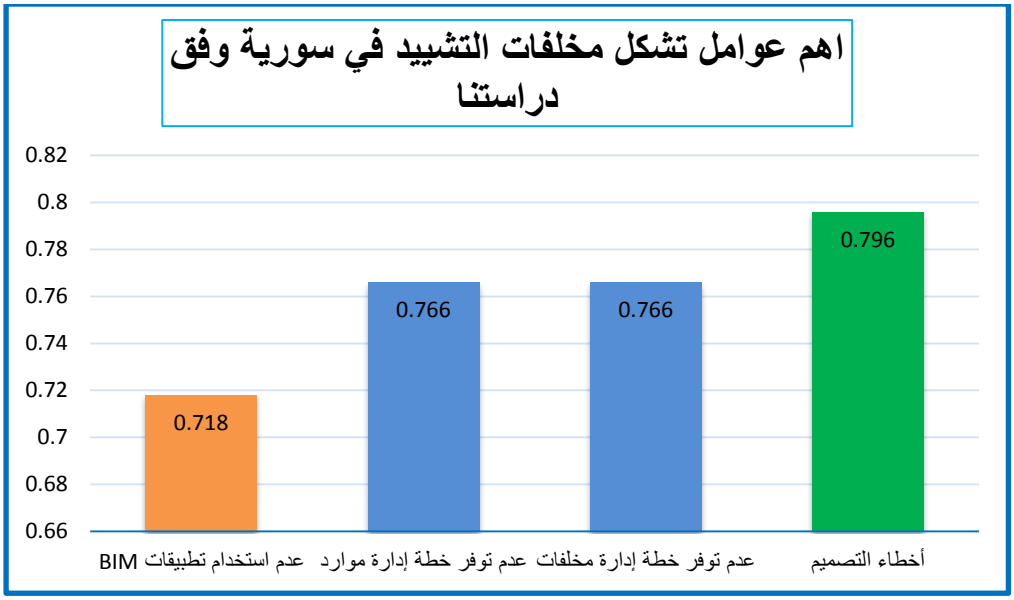


الشكل (6) :درجة الأهمية للعوامل ضمن مجموعة إدارة الموقع

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 تنبع من نقص التنسيق والتواصل بين أطراف المشروع ، مما يؤدي إلى عدم الكفاءة وتوليد المخلفات[33].

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



الشكل (7) : العوامل الأساسية لتشكل 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 إستخدام تقنيات التصميم الحديثة كنمذجة معلومات البناء: BIM في مرحلة التصميم، كعامل أساسي في خفض مخلفات التشييد، حيث دلّت 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 حلَّ 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 ستنتج 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) [1]، يتيح لنا حل مشاكل التصميم والتنسيق بين أطراف المشروع واجزائه ، وحل مشاكل التعارضات التي قد تنشأ بين الاختصاصات المختلفة المشاركة في التصميم، وذلك للحد من تأثير هذه العوامل وصولا 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 بتشكل مخلفات التشييد في مرحلة التصميم وخاصة في المشاريع الكبيرة للمحافظة على الموارد.

[11] لاحقا 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-Empting Waste during the Planning and Design Stage of Building and Waste Reduction Strategie*s" 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 effinciency 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 ConstructionWaste Management'' Sustainability. 22 March 2020. p1