Journal of Nature, Life and Applied Sciences (JNSLAS) • Vol 7, Issue 4 (2023) • P: 23 – 14
https://journals.ajsrp.com/index.php/jnslas
ISSN: 2522-3356 (Online) • ISSN: 2522-3356 (Print)

The role of modern construction methods in environmental sustainability at the project site

Mrs. Ibtisam Marshod Alharbi
King Abdulaziz University | KSA

Received: 28/07/2023
Revised: 09/08/2023
Accepted: 18/09/2023
Published: 30/12/2023

* Corresponding author: ebtisam.marshod@gmail.com

Citation: Alharbi, I. M. (2023). The role of modern construction methods in environmental sustainability at the project site. *Journal of natural sciences, life and applied sciences, 7*(4), 14 – 23 . https://doi.org/10.26389/AJSRP.B280723

2023 © AISRP • Arab Institute of Sciences & Research Publishing (AISRP), Palestine, all rights reserved.

• **Open Access**

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license

Abstract: This study is concerned with the environmental dimension in the field of sustainable development, and aims to identify the role of modern construction methods used in housing projects in the city of Jeddah in achieving environmental sustainability through the construction materials and waste management index during the construction stage. The study used the descriptive analytical method, and relied on collecting its data on a questionnaire, which was distributed to 32 engineers working on two residential program projects, which were built using some modern construction methods in the city of Jeddah. Through the analytical results of the study data, it can be concluded that modern construction methods contributed to a high degree in achieving the standards of the Sustainable Guide for Residential Buildings 2019 for the on-site materials and construction waste management index. The study proved that modern construction methods contribute primarily, with a relative weight estimated at 90%, to reducing construction waste, whether in the factory or at the construction site. This is to standardize the materials involved in construction operations and reduce the error rate in building and construction work that relies on machines and mechanization within factories.

Keywords: sustainable development, modern construction methods, environmental sustainability, construction waste.

دور أساليب البناء الحديثة في الاستدامة البيئية في موقع المشروع
دراسة تحليلية

أ. ابتسام مرشود الحربي
جامعة الملك عبد العزيز | المملكة العربية السعودية

المستخلص: تهتم هذه الدراسة بالبعد البيئي في مجال التنمية المستدامة، وتهدف إلى التعرف على دور أساليب البناء الحديثة المستخدمة في المشاريع الإسكانية بمدينة جدة في تحقيق الاستدامة البيئية من خلال مؤشر إدارة المواد والمخلفات الإنشائية في مرحلة التشييد. استعانت الدراسة بالمنهج الوصفي التحليلي، واعتمدت في جمع بياناتها على الاستبانة، تم توزيعها على 32 مهندس يعملون في مشروعين من مشاريع برنامج سكني، التي شُيدت باستخدام بعض أساليب البناء الحديثة في مدينة جدة. ويمكن من خلال النتائج التحليلية لبيانات الدراسة، استنتاج أنّ أساليب البناء الحديثة ساهمت بدرجة عالية في تحقيق معايير دليل مستدام للأبنية السكنية 2019 لمؤشر إدارة المواد والمخلفات الإنشائية في الموقع. حيث أثبتت الدراسة أن أساليب البناء الحديثة تساهم بالدرجة الأولى وبوزن نسبي يقدر ب 90% في تقليل المخلفات الإنشائية سواء في المصنع او في موقع الإنشاء وهذا لتقنين المواد الداخلة في عمليات البناء وتقليل نسبة الخطأ في أعمال البناء والتشييد المعتمد على الآلات والميكنة داخل المصانع.

الكلمات المفتاحية: التنمية المستدامة، أساليب البناء الحديثة، الاستدامة البيئية، المخلفات الإنشائية.

1- المقدمة:

يعد البعد البيئي مجال واسع للبحث في طرق الوصول للاستدامة من خلاله. حيث البيئة هي الوسط أو المجال المكاني الذي يعيش فيه الإنسان ليتأثر ويؤثر فيه، بكل ما يشمله عناصر هذا المجال المكاني، سواء عناصر طبيعية وما تضمه من معادن ومصادر وطاقة وموارد مائية ونباتات طبيعية وحيوانات، وعناصر مناخية وما تضمه من ضغط ورياح وحرارة وأمطار، أو عناصر بشرية قد أسهم في وجودها الإنسان كالعمران، والطرق والمواصلات والمصانع وغيرها (عبد الغني، 2013). ويتضح تأثير الإنسان في المكان أو تأثره به من خلال التوافق العفوي مع البيئة المحيطة، والاستغلال الكفء لمصادرها الطبيعية.

لذلك تهتم الدراسات الجغرافية بالتأثير المتبادل بين فعل الإنسان والمكان، وما يلم به من تغيير على مدى الزمان. ويمثل الدور السلبي الذي يسهم به قطاع البناء على البيئة، أحد المجالات الهامة التي تستوجب التغيير والمعالجة، للتحول نحو الاستدامة في عمليات التنمية العمرانية والتنمية الإسكانية بشكل خاص. حيث لوحظ أن هناك نقص في تطبيق معايير الاستدامة في صناعة البناء والتشييد على مستوى العالم، ولاسيما في الأبعاد البيئية (Wong & Loo. 2022). إذ تستهلك صناعة البناء والتشييد حوالي 36% من الطاقة على مستوى العالم، وتنتج حوالي 38% من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية. وتستهلك تقريباً 12% من المياه العذبة على مستوى العالم. كما يستهلك قطاع البناء والتشييد 60% من المواد الخام، وتنتج ثلث النفايات المتولدة حول العالم وهو ما يمثل 10-30% من النفايات التي يتم التخلص منها في مواقع دفن النفايات حول العالم. ونتيجة لذلك الاستهلاك الضخم في القطاع كان لابد من زيادة الوعي بالتأثير قصير وطويل الأمد لأنشطة البناء على البيئة(Tafesse, and other, 2022).

لذلك تهدف الكثير من دول العالم ومنها المملكة العربية السعودية إلى تبني سياسات على كافة الأصعدة منها اقتصادي واجتماعي وبيئي. لتصل بتطبيقها إلى مستوى متقدم من التنمية الشاملة والمتوازنة والمستدامة في ذات الوقت. ويتمثل أحد أهم التحديات في كيفية معالجة احتياجات السكان من حيث السكن والخدمات والمرافق العامة في ظل التنمية المستدامة. فمع الزيادة السكانية والمشاكل العمرانية والتوسعات والامتدادات الحضرية تحاول الدولة إيجاد حل يستوعب الطلب الكبير على المساكن. فاستحدثت وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان من خلال برنامج سكني مبادرة "البناء الحديث" لتشجيع استخدام أساليب بناء حديثة تساهم في زيادة وتيرة مشاريع التنمية السكنية لمواجهة الطلب المتزايد على المساكن بتكلفة يسيرة وجودة عالية (مبادرة البناء الحديث، 2022).

وقد حظيت مدينة جدة بإقامة العديد من المشاريع الإسكانية الضخمة (من خلال برنامج سكني التابع لمنظومة الإسكان، تحت إشراف وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان) وقد اختارت الدراسة مشروعين للبحث في الدور الذي تسهم به أساليب البناء الحديثة في تحقيق الاستدامة البيئية من خلال مؤشر إدارة المواد والمخلفات الإنشائية.

حيث تُمثل أساليب البناء الحديثة بديل مبتكر وحديث نسبياً عن البناء التقليدي القائم في المملكة العربية السعودية. تتعدد مسميات أساليب البناء الحديثة مثل: التصنيع المسبق، الإنتاج خارج الموقع، التجميع المسبق، التصنيع خارج الموقع إلا أن هذه المسميات لا تعد مرادف لأساليب البناء الحديثة إنما مجموعة فرعية منها وليس بالضرورة أن كل أساليب البناء الحديثة تحدث خارج الموقع، إلا أن غالبية الأساليب التي أُعتمدت مؤخراً في مشاريع الإسكان في المملكة العربية السعودية قائمة على التصنيع داخل مصانع (الماضي،2021). أدرجت وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان تحت مسمى أساليب البناء الحديثة في المملكة العربية السعودية ستة من أساليب البناء وهي (مبادرة البناء الحديث، 2022) إلا أن منطقة الدراسة لم تحصر إلا أسلوبين وهما الخرسانة مسبقة الصنع (البريكاست) والخرسانة خفيفة الوزن.

- أنظمة الخرسانة مسبقة الصب (البريكاست): وهي عبارة عن لوح خرساني معزول مسبق الصب يتكون من طبقتين من الخرسانة توجد بينها مادة عازلة صلبة. تُستخدم الالواح الخرسانية مسبقة الصب في تغليف المباني سواء أبنية سكنية، أو تجارية، أو حكومية. كما يمكن استخدام أنظمة الخرسانة مسبقة الصب في البناء الكامل أو الجزئي. يتم صب الألواح الخرسانية الجاهزة مسبقا في منشأة التصنيع وقد تختلف سماكة الألواح الخرسانية والطبقة العازلة حسب المتطلبات التصميمية، والإنشائية للمشروع.
- الخرسانة الخلوية خفيفة الوزن: تتكون الخرسانة الخلوية خفيفة الوزن من الركام الناعم والأسمنت وعامل التمدد (المسؤول عن تكون فقاعات الهواء داخل المزيج). يُعالج الخليط حرارياً في أفران خاصة لتنتج خرسانة خفيفة الوزن منخفضة الكثافة. تتصف الخرسانة الخلوية بأنها عملية للغاية ويمكن قصها وحفرها بسهولة باستخدام الأدوات التقليدية. تتعدد منتجات الخرسانة الخلوية خفيفة الوزن لتشمل أنواع من طوب البناء، والألواح الصغيرة والخرسانة المسلحة الأفقية والرأسية، والألواح غير المسلحة والعتبات وعزل الأسقف. كما يمكن تقوية الخرسانة الخلوية خفيفة الوزن بالفولاذ أو عناصر هيكلية أخرى لمزيد من الدعم والقوة.

ويُنظر إلى اساليب البناء الحديثة على أنها فعالة من حيث التكلفة والوقت والجودة والاستدامة الا انها تعتمد في المقام الأول على مستويات من المهارة والالتزام من الشركات المصنعة والجهات المنفذة للمشروع.

2- مشكلة الدراسة:

غالبا ما تربط الدراسات والأدبيات السابقة بين أساليب البناء الحديثة وبين التكلفة، والجودة، والوقت المستغرق لتنفيذ المشروع. إلا أن هناك نقص في البحث في جوانب الاستدامة البيئية ومدى فعالية أساليب البناء الحديثة في تحقيق مؤشرات ومعايير الاستدامة البيئية للإنشاء في موقع المشروع لمرحلة التشييد، ويتمحور تساؤل الدراسة حول مساهمة أساليب البناء الحديثة في تحقيق الاستدامة البيئية في موقع المشروع من خلال مؤشر إدارة المواد والمخلفات الإنشائية في مرحلة التشييد لبعض مشاريع الإسكان في مدينة جدة.

3- أهمية الدراسة:

تستنزف المشاريع التنموية الموارد الطبيعية، ولا تخلو من التأثيرات السلبية على البيئة، لذلك جاءت أهمية هذه الدراسة التي تربط بين البيئة والتنمية في موقع المشروع. فالكثير من الدراسات تركز على الجانب النظري والحديث عن الأنظمة واللوائح والسياسات التي تسعى لتطوير وتقييم الإدارة البيئية للإنشاء في قطاع البناء والتشييد. إلا أن الجوانب التطبيقية لم تحظ بالكثير من الاهتمام لا سيما الطريقة التي يتعامل معها المهندسين والمقاولين مع أهداف التنمية المستدامة، وخصوصاً التي تهتم بالأبعاد البيئية لقطاع البناء والتشييد. إن الدراسات الميدانية تساعد على فهم العلاقة الحقيقية بين أساليب البناء ومعايير الاستدامة سواء البيئية، او الاقتصادية، او الاجتماعية في المشروع. تسهم هذه الدراسة في وصف الوضع الحالي لتطبيق بعض معايير الاستدامة البيئية للإنشاء في المشاريع الإسكانية الكبرى في مدينة جدة.

4- الدراسات السابقة:

على مدار الأعوام السابقة ما بين 2004 حتى 2022 تناولت الكثير من الأدبيات والدراسات السابقة موضوع أساليب وتقنيات البناء الحديثة. أبرز الأبحاث ذات العلاقة صادرة من أستراليا، وهونغ كونغ، وكندا، والمملكة المتحدة (Maqbool et al. 2022). وكانت المواضيع الأكثر مناقشة في مجال أساليب البناء الحديثة هي البصمة الكربونية، التكلفة، الجودة، والوقت المستغرق في البناء، إضافة لتقييم دورة حياة المباني التي بُنيت بتلك الأساليب الحديثة مقارنة بطرق البناء التقليدية التي تعتمد على القواعد والأعمدة الخرسانية وجدران البلوك او الطوب الأحمر (Shibani et al, 2021). من أهم ما جاء في الدراسات السابقة ما تناوله الشيمي (2010) في كيفية اختيار أسلوب التنفيذ المتوائم مع الاستدامة البيئية، حيث قدمت الدراسة منهج علمي من خلال مراجعة للأدبيات السابقة ذات الصلة، إضافة لعمليات المسح الميداني لدراسة المنطقة المراد تنميتها. وضح الباحث كيفية اختيار أسلوب التنفيذ المتوائم مع الاستدامة البيئة للمشروع. كما أكدت الدراسة على أن أسلوب التنفيذ للمبنى او المشروع هو أهم معايير تحقيق الاستدامة البيئية للمشروع العمراني. فيما تطرق (ALSAIF, 2020) في دراسته الطريقة التي تتعامل بها شركات البناء الخاصة في المملكة العربية السعودية مع أهداف التنمية المستدامة المتعلقة بالبيئة، أوضحت فيها جملة من الأسباب والعوائق التي تحول دون تبني الاستدامة البيئية في قطاع البناء. اختارت الدراسة شركات البناء الخاصة من مدينتين مختلفتين وهما (الرياض، جدة) لتطبيق الدراسة الميدانية عليهما. اما دراسة Wong & Loo. 2022 الصادرة من قسم الجغرافيا والبيئة في جامعة هونغ كونغ، فقد حللت 38 مشروعا إنشائياً في هونغ كونغ. تمتد على مدى عشرين عاماً لإجراء مقارنة منهجية حول طرق وأساليب مختلفة للبناء وأداء الاستدامة. كما ركزت على تقييم استدامة الطرق التقليدية في البناء مقابل طرق البناء المصنعية ونمطية البناء الحديثة. وبناءً على مراجعة الأدبيات السابقة التي تركز على مرحلة البناء اختارت الباحثة ستة معايير للاستدامة، تشمل انبعاثات الكربون، ومخلفات البناء، والموارد البشرية، ومعدل الحوادث، وتكلفة وفترة البناء للمشروع. ومن نتائج دراستها: زيادة وتيرة المشاريع التي استخدمت التصنيع المسبق، واعتماد البناء الجاهز. كما أثبتت الدراسة أن استدامة البناء ترتبط ارتباطا وثيقا بتكييف أساليب وتقنيات البناء المختلفة. أخيرا ذكرت الباحثة أن أحد أوجه القصور في الدراسة هي صعوبة الحصول على البيانات التفصيلية للمشاريع، حيث ثبت أنها تتطلب وقتاً طويلاً وكوادر بشرية لجمع المعلومات الشاملة.

5- منهج الدراسة وأساليبها:

انتهجت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وذلك لدراسة مشكلة البحث، والذي يعتمد على فهم وتحليل المعلومات والبيانات المتوفرة بشكل متعمق لوصف صحيح للواقع، والإجابة عن أسئلة الدراسة. وقد استعانت الدراسة بعدة أساليب وهي:

- أسلوب المسح الميداني من خلال زيارة ميدانية لبعض شركات التطوير العقاري التي تستخدم أساليب بناء حديثة، لتشييد مشاريع سكنية في مدينة جدة. وتدوين الملاحظات الميدانية، ثم توزيع الاستبانات، لإكمال قاعدة البيانات المطلوبة موضوع الدراسة.
- الأسلوب الإحصائي وفيه تم تحليل البيانات المستمدة من أداة الدراسة مع الاستعانة ببرنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (Statistical Package for the Social (SPSS.

6- مصطلحات الدراسة:

الاستدامة البيئية: هي التفاعل المسؤول مع البيئة، وهي استمرار دورة الحياة الطبيعية أثناء، وبعد إقامة المشروع، والحد من استنزاف الموارد الطبيعية، فمخرجات المشروع هي مدخلات تثري دورات التوازن الطبيعية لضمان استمراريتها للأجيال القادمة، فلا تضرها بنفاياتها، كما تصل إلى وسيلة لتدويرها والاستفادة منها فينعدم التأثير السلبي لها (شمس الدين، 2003م). ويندرج تحتها مسمى الاستدامة البيئية مصطلح **الادارة البيئية للإنشاء:** وتعرف الادارة البيئية بأنها الإجراءات والممارسات الموضوعة من أجل حماية البيئة، سواء كانت محلية أو إقليمية أو عالمية. وتتضمن الاستخدام العقلاني للموارد الطبيعية المتاحة والحفاظ عليها (كافي، 2014، ص:173). وتهدف الإدارة البيئية للإنشاء الحد من الآثار البيئية السلبية الناشئة عن أعمال البناء والتشييد، من خلال تطبيق الممارسات المثلى للإدارة البيئية (دليل مستدام للمباني السكنية التصميم والإنشاء،2019)

أساليب البناء الحديثة: يطلق مصطلح أساليب البناء الحديث (MMC) أو Modern Methods Of Construction على أساليب جديدة ومحسنة لأداء عمليات البناء والتشييد. وقد وصفت وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان (2021م) أساليب البناء الحديثة بأنها "وسائل تقنية خاصة بالبناء بغرض تحويل الجهد المبذول في عمليات الإنشاء من موقع البناء إلى منشأة التصنيع الخاضعة للإشراف".

7- الإطار النظري للدراسة:

اجتهد كثير من رواد الاستدامة في العمارة والعديد من المنظمات المهنية والأكاديمية في تطوير وسائل تحقيق الاستدامة، وتفعيلها وجعلها متاحة وملموسة منذ البدء في عمليات التصميم حتى مراحل الهدم. وتعد العمارة المستدامة تحدياً كبيراً نظراً لأن مشروعات البناء تستهلك كميات كبيرة من المواد، وتنتج كميات ضخمة من المخلفات والنفايات. حيث ارتبطت طريقة البناء التقليدية الصب في الموقع بالبناء غير المستدام؛ ومع ذلك لا توجد أي دراسة تستطيع تقييم بشكل منهجي استدامة طريقة الصب في الموقع مقابل طرق البناء الأخرى المختلفة، يعود السبب الرئيسي لوجود معلومات وبيانات تفصيلية محددة للغاية مطلوبة متعلقة بالأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لمشاريع ذات طبيعة مختلفة. لذلك تعتمد غالبية الدراسات على المقاربات والتصورات فيما بينها (Wong & Loo. 2022).

في المملكة العربية السعودية استحدثت وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان (2019) برنامج البناء المستدام الذي يوفر خدمات وحلول تساهم في استدامة الوحدات السكنية، والتحقق من جودة أعمال البناء والتشييد، بوضع آليات وأنظمة لتقييم المباني وتحديد مدى مطابقتها لمعايير الاستدامة البيئية، من خلال نظام مستدام لتقييم استدامة المباني والمجتمعات.

ويركز نظام "مستدام" بشكل عام على تعزيز الحفاظ على المياه والطاقة وكفاءة استخدام كلاً منهما، وتقليل الأثر السلبي لأعمال البناء على البيئة، وتشجيع استخدام الطاقة المتجددة، واستخدام المياه المعاد تدويرها، وزيادة الوعي العام بجوانب الاستدامة. استعانت هذه الدراسة بما ورد في دليل "نظام تقييم مستدام للمباني السكنية" مرحلة (التصميم + الإنشاء) لكونها تركز على مرحلة الإنشاء والتشييد لمشاريع التنمية السكنية.

وتعد إدارة المواد الإنشائية ركيزة مهمة من ركائز العمارة المستدامة. حيث تساهم في تحسين الإنتاجية وزيادة الأرباح والتقليل من الهدر في المشاريع العمرانية والسكنية. تتضمن إدارة المواد عمليات التخطيط لمتطلبات البناء وترحيلها ونقله، بما في ذلك عمليات الشراء والشحن والتخزين وتوزيع المواد، وعادة ما تكون مواد التشييد للمشاريع بما فيها المشاريع السكنية مواد ضخمة وغالية الثمن وتورد بكميات كبيرة وبالتالي هناك حاجة إلى نظام إدارة ممتاز ومستدام للتعامل معها (حجازي، 2010)

إن الإدارة الفعالة للمواد الإنشائية لها العديد من المزايا الاقتصادية والاجتماعية والبيئية التي تعود بالنفع والاستدامة على القطاع العمراني، فمن ناحية الاستدامة البيئية لإدارة المواد فيراعى:

- الاستغلال الأمثل للمواد وخصوصا المحلية.
- استخدام مواد البناء المتجددة والمنتجات المعمرة.

- تشجيع استخدام المواد القابلة للتدوير.

وقد ذُكر في دليل مستدام للمباني السكنية (2019) أن الاعتراف بالمواد المعاد تدويرها من المخلفات والتشجيع على استخدامها يقلل من الاحتياج للمواد الخام ويحقق الكفاءة المثلى للمواد في الإنشاء والتشييد. ويمثل الحديد والحصى المعاد تدويره أشهر المواد القابلة للتدوير في عمليات البناء والتشييد. ويتم الحصول على الحصى المعاد تدويره من عمليات سحق الخرسانة (عادة بعد هدم أي هيكل خرساني) ويمكن استخدامه عند إرساء أساسيات المباني أو كقاعدة على الأرصفة والطرق المعبدة.

حيث تمثل مخلفات البناء والتشييد ثلث النفايات حول العالم وتشكل حوالي 10-30% من النفايات التي يتم التخلص منها في مواقع دفن النفايات حول العالم. كما أظهرت دراسة (Tafesse, and other, 2022) أن القطاع العمراني وتشييد المباني في المدن يستهلك 60% من المواد الخام، 40% منها يذهب لمشاريع البناء، في المقابل ينتج ما يقرب من 35% من إجمالي النفايات في المدينة.

وتُعرف المخلفات الإنشائية: بأنها مخلفات صلبة تتولد من نشاطات البناء، والهدم، والتشييد والتطوير، ونواتج الحفر، وهدم المنشآت والأبنية، والطرق، الجسور، وتتضمن المواد المتخلفة في المواقع من أسفلت، وطابوق، وخشب، وزجاج، وألمنيوم، وحديد، وعبوات الصبغ، وأسلاك وغيرها (المركز الوطني للرقابة على الالتزام البيئي ،2022)

تختلف نسب هذه المواد من مكان إلى آخر حسب أسلوب البناء المتبع في التشييد ونوعية مواد البناء المستخدمة، ووفقاً لوكالة حماية البيئة الأمريكية فإن نسب مخلفات البناء والهدم تتراوح ما بين 10% إلى 40% للخرسانة، 20% كسر الحجارة، 30% خشب،10% مواد عازلة وأسفلت 1%للطوب، 1% للمعادن (فجال & عزام، 2019).

أظهرت دراسة Tafesse, and other (2022) أن تزايد كمية ونوعية المخلفات في قطاع البناء والتشييد أصبح إلزاما معه تطور مفهوم التخلص من المخلفات، لتصبح عمليات التنمية في هذا القطاع مستدامة وأقل تلوثا للبيئة. فالاستدامة تتأثر بشكل مباشر بمخلفات البناء والتشييد ويمكن القول: إن البيئة والمجتمع والاقتصاد هي الركائز الثلاث المتأثرة بمخلفات البناء، فمن الجانب الاجتماعي تعد المخاطر الصحية الناجمة عن الأمراض، والازدحام المروري علاوة على إغلاق مجاري الصرف التي تتسبب بالسيول المنقولة في الأحياء جراء الأمطار الغزيرة، ومن الجانب البيئي تخلق مخلفات البناء آثارا سلبية جمة منها تلوث التربة، وتلوث المياه، واستهلاك الطاقة، وهدر الموارد الطبيعية، والتدهور البيئي والبصري. أما اقتصادياً فيتضح تأثير المخلفات السلبي من خلال المساهمة في تكاليف إضافية للمشروع حيث تبلغ مساهمة مخلفات البناء 30% من تكلفة المشروع أي حوالي 10-15% من إجمالي المواد المشتراة للبناء.

بسبب تلك الآثار وتحقيقاً لمتطلبات الاستدامة، حظيت مخلفات البناء باهتمام ممارسي الصناعة والباحثين لزيادة الوعي العالمي بمخلفات البناء والتشييد، والحث على تبني تدابير يمكن اتخاذها لمنع وتقليل المخلفات الناتجة عن أنشطة البناء. ومما تركز عليه الدراسة الحالية هو المساهمة البيئية لأساليب البناء الحديثة على وجه الخصوص مساهمتها في إدارة المخلفات الإنشائية وحسب دراسة عطية وإبراهيم (2010) فإن إدارة المخلفات الإنشائية الحديثة تطورت بتطور تكنولوجيا وتقنيات البناء الحديثة لتشمل عمليات التخلص من المخلفات الاستعادة بإعادة التدوير، وبالتالي لم يعد التخلص من المخلفات هدفا في حد ذاته إنما تشمل عمليات التخلص من المخلفات ثلاثة خيارات رئيسة:

- التخلص النهائي من المخلفات كما هي في مدافن صحية.
- التخلص النهائي بعد عمليات التقليص للمخلفات لتقليل حجم المخلفات النهائية.
- معالجة المخلفات لاسترجاع ما يمكن من الموارد ثم التخلص النهائي من المخلفات المتبقية في مدافن صحية.

ويعد الخيار الأول الأكثر شيوعاً لسهولته، ولكنه الأقل استدامة لزيادة كمية الهدر فيه وصعوبة إيجاد أراضٍ جديدة للمدافن خصوصاً في الأماكن المكتظة بالسكان. أما بالنسبة للخيار الثاني فإن تقليل حجم المخلفات بواسطة التقطيع والكبس قد يقلل من تكاليف النقل، لكن تكاليف تخفيض حجم المخلفات قد يفوق التوفير المراد من تقليل عمليات النقل، علاوة على ذلك لا يوفر هذا الخيار الاستفادة من المخلفات وتقليل الهدر فيها. يضمن الخيار الثالث استرجاع بعض الموارد الممكن إعادة استخدامها وإعادة تصنيعها بعمليات إعادة التدوير، أو حتى الاستفادة منها في إنتاج الطاقة وبعض المنتجات الأخرى، ويقصد بإعادة التدوير هو تحويل المواد والمخلفات المستخدمة إلى منتجات جديدة، تستخدم طاقة وموارد أقل من مما تحتاجه صناعة سلع ومنتجات الجديدة. ويدعم هذا الخيار التوجهات نحو الاستدامة بتقليل كمية النفايات للتخلص النهائي، ويخفف الضغط على المدافن ويطيل فترة استخدامها، ويدعم وجود مدخول جيد من بيع المواد المعاد تدويرها أو استخدامها في إنتاج الطاقة، وبالتالي كل هذه التدابير تساهم في الحفاظ على البيئة ومواردها (عطية وإبراهيم ،2010).

ويتبع خيار معالجة المخلفات بغرض استعادتها ثلاثة مراحل: التخفيض من المصدر - إعادة الاستخدام - إعادة التدوير. لذا فإنه عند إدارة مخلفات البناء بشكل سليم يجب أن يكون الخيار الأول المعالجة ثم التقليص والخيار الأخير هو الدفن (عطية وإبراهيم، 2010)

يبلغ إجمالي النفايات السنوية بالمملكة العربية السعودية 45 مليون طن سنوياً، منها 51 % في مخلفات البناء والهدم و36 % من النفايات البلدية الصلبة و12,7 % نفايات أخرى. كما أن حجم الاستفادة من النفايات في المملكة لا يتجاوز 5 % فيما 95 % لا تتم الاستفادة منها (الكتاب الإحصائي، 2018). وتقوم المملكة العربية السعودية بتطوير سياسات وتشريعات تشجع إدارة النفايات بشكل أكثر كفاءة بما يتماشى مع جهود وأهداف التنمية المستدامة الدولية، فحرصت على الاهتمام بالبيئة من خلال تأسيس جهات ومراكز لتدوير النفايات منها: الشركة السعودية الاستثمارية لإعادة التدوير (سرك)، وشركة تدوير البيئة الأهلية (تدوير). كما أنشئت المركز الوطني للرقابة على الالتزام البيئي (المنصة الوطنية الموحدة،2021).

كما تشهد مدينة جدة تسارعا ملحوظاً في عمليات التنمية الاقتصادية، والاجتماعية مصحوبة بارتفاع معدلات توليد النفايات بشكل عام، ومخلفات البناء والهدم بشكل خاص. بسبب ما شهدته المدينة من عمليات إصلاح وإزالة للأحياء العشوائية خلال العام 2021م، وبالفعل بدأت أمانة محافظة جدة في مشروع معالجة مخلفات البناء والهدم وإعادة التدوير من عام 2020م، تستهدف بذلك معالجة 7 مليون و 500 ألف طن من المخلفات في أكثر من 600 موقع مختلف. وتضمنت عمليات المعالجة طحن المخلفات في الموقع بعد فصل الشوائب من الأخشاب والنفايات ومن ثم تسوية الناتج في نفس الموقع لتقليص كمية المخلفات المنقولة للمرادم، وقد جرى الاستفادة من المخلفات في أعمال الدفن لحوالي 48 حفرة ما بين متوسطة وكبيرة في أنحاء مدينة جدة، إضافة إلى دعم المشاريع القائمة والمستقبلية كإعادة تدوير للمخلفات (أمانة محافظة جدة،2020). وعلى الرغم من الجهود المبذولة في سبيل المحافظة على البيئة إلا أن تنفيذ سياسات الاستدامة والمحافظة على البيئة لا يزال صعبا في مدينة جدة لاقتصار الجهود على الجهات الحكومية، ووجود معدلات عالية بين المقاولين والعاملين في قطاع البناء والتشييد في التلاعب على السياسات التشريعية وعدم الامتثال لأنظمة إدارة النفايات والاكتفاء في غالب الأحوال بعمليات طمر المخلفات الإنشائية (Bin sadan, 2021).

8- الدراسة الميدانية:

يتكون مجتمع الدراسة من المهندسين المختصين في مجال التشييد والإنشاء لمشاريع سكنية (تحت الإنشاء) تستخدم أساليب البناء الحديثة ما بين 2018 – 2022 في مدينة جدة. تم اختيار موقعين من مشاريع الإسكان التي تم البدء بتشييدها مؤخراً ما بين 2018 -2022.

تم اختيار عينة الدراسة بطريقة غير عشوائية من خلال استراتيجية كرة الثلج بنسبة تمثل 32% من مجتمع الدراسة. حيث الفئة المستهدفة في هذه الدراسة هي من المتخصصين المشاركين في أعمال البناء مثل المهندسين والمعماريين ومديري المشاريع والمقاولين البالغ عددهم في المشروعين 100 مشاركاً تقريباً، تم الاستعانة باستراتيجية كرة الثلج في جمع العينات لصعوبة التنقل في المشاريع تحت الإنشاء واختلاف أوقات الحضور للفئة المستهدفة في المشروع. حيث تركز هذه الدراسة على نوع محدد من المشاريع التي دخلت في تشييدها أساليب البناء الحديثة وهي مشاريع قطاع الإسكان السكنية وليس على البنية التحتية او الطرق وما إلى ذلك. وتهتم بمرحلة واحدة من مراحل التشييد وهي مرحلة التنفيذ. سيتم اكتشاف الأساليب المستخدمة في المشروعين تحت الدراسة ودور أسلوب البناء الحديث في دعم معايير الاستدامة البيئية للإنشاء. حرصت الباحثة بأن تكون عينة الدراسة ممثلة للمجتمع الأصلي، بحيث لا تقتصر على فئة معينة دون غيرها.

وبناءً على طبيعة البيانات التي يراد جمعها والهدف منها، وعلى المنهج المتبع في الدراسة استخدمت الطالبة "الاستبانة" التي تم تصميمها بناءً على دليل "مستدام للمباني السكنية " بند استدامة الموقع معيار الإدارة البيئية للإنشاء، إضافة إلى الدراسات السابقة المتعلقة بموضوع الدراسة، ومنها دراسة (Tafesse,2022 . Rajabi, 2022. ALSAIF,2020).

كما تم إجراء التحليل الإحصائي لدرجات عينة الدراسة باستخدام الأساليب الإحصائية التالية:

1- معامل ارتباط بيرسون للتأكد من فاعلية فقرات أداة الدراسة، كما تم التحقق من توفر الاتساق أو التجانس الداخلي (Internal consistency). أو ما يسمى أحياناً الصدق البنائي(Construct validity).
2- "ألفا كرونباخ" (Cronbach Alpha) لحساب ثبات فقرات الأداة المستخدمة في جمع البيانات.
3- المتوسط الحسابي والوزن النسبي لترتيب أفراد الدراسة حسب درجاتهم على الفقرات.
4- الانحراف المعياري لقياس تجانس درجات أفراد الدراسة. "حيث يدل على كفاءة الوسط الحسابي في تمثيل مركز البيانات بحيث يكون الوسط الحسابي أكثر جودة كلما قلت قيمة الانحراف المعياري".

فيما يخص وصف وتحليل فقرات مؤشر إدارة المواد والمخلفات في مرحلة التشييد فقد تمّ احتساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والأوزان النسبية، وقد جاءت النتائج كما يبينها جدول رقم (1):

الجدول رقم (1): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والاوزان النسبية لإجابات أفراد العينة حول مؤشر إدارة المواد والمخلفات في مرحلة التشييد

الرقم	فقرات محور مؤشر إدارة المواد والمخلفات في مرحلة التشييد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي%	الرتبة	مستوى الممارسة
1	تساعد أساليب البناء الحديثة على استخدام مواد بناء تم استخراجها داخل المملكة العربية السعودية.	4.22	0.61	84.38	3	عالية جداً
2	تشجع أساليب البناء الحديثة على استخدام مواد تم تصنيعها او معالجتها داخل المملكة العربية السعودية.	4.16	0.72	83.13	5	عالية
3	تشجع أساليب البناء الحديثة على استخدام المواد المعاد تدويرها كالحديد المعاد تدويره، او الحصى المعاد تدويره.	3.63	0.83	72.50	9	عالية
4	تساعد أساليب البناء الحديثة على استخدام مواد صديقة للبيئة ومتجددة.	4.25	0.57	85.00	2	عالية جداً
5	تساعد أساليب البناء الحديثة على تجنب استخدام أنظمة الدعم المؤقتة في عمليات التشييد والتي يتم التخلص منها كمخلفات في نهاية المشروع.	4.19	0.59	83.75	4	عالية
6	تساعد أساليب البناء الحديثة على تقليل المخلفات الإنشائية سواء في المصنع او الموقع مقارنة بالبناء التقليدي.	4.50	0.62	90.00	1	عالية جداً
7	تساعد أساليب البناء الحديثة على إعادة تدوير المخلفات الإنشائية سواء في المصنع او الموقع مقارنة بالبناء التقليدي.	3.81	0.78	76.25	8	عالية
8	تمكن أساليب البناء الحديثة من إعادة استخدام المخلفات الإنشائية قدر المستطاع قبل تحويلها إلى مخلفات نهائية.	3.84	0.72	76.88	7	عالية
9	تمكن أساليب البناء الحديثة من تحويل ما لا يقل عن 30% من نفايات أعمال الإنشاء.	3.88	0.71	77.50	6	عالية
	المتوسط الحسابي الإجمالي	4.05	0.43	81.04		عالية

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على التحليل الاحصائي لبيانات الدراسة الميدانية 2023م، ن= 32(مستوى الدلالة (P=0.05)

9- المناقشة والتحليل:

تبين نتائج الجدول رقم (1) أنّ متوسط درجات التوافر لجميع فقرات مؤشر إدارة المواد والمخلفات في مرحلة التشييد تراوحت ما بين (4.50- 3.63) والتي تعكس درجة توافر تراوحت ما بين عالية جداً وعالية، حيث كانت أعلى تلك الفقرات توافراً الفقرة (6): " تساعد أساليب البناء الحديثة على تقليل المخلفات الإنشائية سواء في المصنع او الموقع مقارنة بالبناء التقليدي." بوسط حسابي عال جدا (4.50)، وانحراف معياري (0.62) يشير إلى تقارب الآراء وتجانسها حول الفقرة، وبوزن نسبي عال جدا (90%)، وقد يعود ذلك إلى حرص الشركات على تقليل الفاقد لضمان زيادة الأرباح، وضمان تسليم منتجات بأقل تكلفة ممكنة. تتفق هذه النتيجة مع دراسة الشيباني وآخرون (2021) في أن أساليب البناء الحديثة تقلل من المخلفات الإنشائية مقارنة بالبناء التقليدي.

ثم أتت فقرة " تساعد أساليب البناء الحديثة على استخدام مواد صديقة للبيئة ومتجددة" في المرتبة الثانية بوزن نسبي 85% لتؤكد هذه النسبة ما ذكرته منظمة العفو الدولية على أن أساليب البناء الحديثة (على عكس البناء التقليدي) يتم فيها استخدام مواد أقل تأثيراً على البيئة كالخرسانة والطوب والمواد العازلة، كما يمكن التحكم في كمياتها .(Almutairi, 2015). أتت فقرة " تساعد أساليب

البناء الحديثة على استخدام مواد بناء تم استخراجها داخل المملكة العربية السعودية" في المرتبة الثالثة بوزن نسبي 84.38%، وقد تعود هذه النسبة العالية إلى أن اختيار مواد البناء يتم بناءً على المواصفات والشروط المنصوص عليها في الأدلة للأكواد السعودية، حيث يتم إعطاء الأولوية للمنتجات السعودية او ما يعادلها من منتجات تم تصنيعها او معالجتها في المملكة العربية السعودية. ثم أتت الفقرة " تساعد أساليب البناء الحديثة على تجنب استخدام أنظمة الدعم المؤقتة في عمليات التشييد والتي يتم التخلص منها كمخلفات في نهاية المشروع" في المرتبة الرابعة بوسط حسابي عال (4.19)، وانحراف معياري (0.59) يشير إلى تقارب الآراء وتجانسها حول الفقرة، وبوزن نسبي عال (83.75%)، وقد تعود هذه النسبة العالية إلى أن أساليب البناء الحديثة تساعد على تقليل استخدام أنظمة الدعم المؤقتة او الاستغناء عنها مقارنة بالبناء التقليدي لاعتمادها على التصنيع المسبق، حيث الشدات الخشبية والمعدنية هي أكبر مثال لأنظمة الدعم المؤقتة ، والأكثر استخداماً في أعمال التشييد، ويؤدي استخدامها في تشييد المباني إلى تدهور واضح في الأنظمة البيئية المتمثلة في النبات، فضلاً عن قصر العمر الافتراضي للشدات الخشبية والتخلص منها كمخلفات في نهاية المشروع، اما الشدات المعدنية فإن عملية تصنيعها تؤدي إلى تلوث البيئة المحيطة بالمصنع من خلال الدخان والمواد المتصاعدة الناتجة عن عمليات التصنيع.

أتت الفقرة" تمكن أساليب البناء الحديثة من تحويل ما لا يقل عن 30% من نفايات أعمال الإنشاء" في المرتبة السادسة بوسط حسابي عال (3.88)، وانحراف معياري (0.71) يشير إلى تقارب الآراء وتجانسها حول الفقرة، وبوزن نسبي عال (77.50 %). تفسر الطالبة (من خلال الملاحظة الميدانية) على عدم حصول هذه الفقرة على درجة عالية جداً هو أنه غالباً ما يتم جمع كل مخلفات المشروع في منطقة محددة داخل المشروع، ويتم التعاقد مع مقاولين من الباطن بنقل هذه المخلفات وتنفيذ الطرق المعتمدة من قبل الشركة، إلا أنه غالبا ما يتم الاستفادة من التربة داخل المشروع، ويتم الاستفادة من الحديد ببيعه على شركات متخصصة لإعادة تدويره وتصنيعه من جديد.

بينما أدنى تلك الفقرات توافراً الفقرة (3): " تشجع أساليب البناء الحديثة على استخدام المواد المعاد تدويرها كالحديد المعاد تدويره، او الخصى المعاد تدويره." بوسط حسابي عال بلغ (3.63)، وانحراف معياري (0.83) يشير إلى تقارب الآراء وتجانسها حول الفقرة، وبوزن نسبي عال (72.50%).

كما يلاحظ من بيانات الجدول أنّ المتوسط العام لإجابات أفراد العينة حول مؤشر إدارة المواد والمخلفات في مرحلة التشييد كان عالياً بوسط حسابي بلغ (4.05)، وبانحراف معياري بلغت قيمته (0.43) يدل على أنّ آراء الأفراد كانت متسقة ومتقاربة ومتجانسة تجاه فقرات المحور، وبوزن نسبي عام عالٍ يشير إلى أنّ نسبة (81.04%) من إجمالي أفراد عينة الدراسة يرون أنّ مؤشر إدارة المواد والمخلفات متوافر في مرحلة التشييد لمشاريع الإسكان في مدينة جدة.

وتشير النتائج السابقة إلى أنّ أساليب البناء الحديثة ساهمت بدرجة عالية في تحقيق الاستدامة البيئية من خلال الإدارة البيئية في الموقع بإدارة المواد والمخلفات في مرحلة التشييد لمشاريع الإسكان في مدينة جدة.

كما يمكن الإشارة إلى أن حدود هذه الدراسة تختلف من مشروع لآخر حسب الإمكانيات المتاحة للمدن وللمشاريع السكنية، لأن النتائج اعتمدت بشكل أساسي على المشاركين في مشروعين من مشاريع القطاع الخاص بالشراكة مع برنامج سكني التابع لوزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان في المملكة العربية السعودية. ونظراً لأن معظم المشاركين لديهم خبرة قليلة مع أساليب البناء الحديثة حسب المسح الميداني، فقد تكون آراؤهم قد تأثرت بالتصورات الحالية والمنشورات التي تقوم بها بعض الجهات الرسمية حول أساليب البناء الحديثة المرتبطة بالتأثير الإيجابي لهذه الأساليب. ومع ذلك فإن مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع الأدبيات السابقة من جانب إدارة المواد والمخلفات الإنشائية أثبتت أن أساليب البناء الحديثة لديها إمكانيات كبيرة تساهم في تفعيل مؤشرات الاستدامة البيئية بنجاح.

10- نتائج الدراسة:

توصلت الدراسة من خلال المراحل التي اشتملت على الدراسة النظرية لأساليب البناء الحديثة وربطها بمؤشر إدارة المواد والمخلفات الإنشائية في مرحلة التشييد ومعاييرها الواردة في دليل مستدام للمباني السكنية 2019 إلى النتائج التالية:

1- تساهم أساليب البناء الحديثة في تفعيل الاستدامة البيئية لمشروعين من مشاريع قطاع الإسكان في مدينة جدة، حيث ساهمت بدرجة عالية في تحقيق الاستدامة البيئية في مرحلة التشييد من خلال مؤشر إدارة المواد والمخلفات في الموقع مقارنة بالبناء التقليدي.

2- أثبتت الدراسة أن أساليب البناء الحديثة تساهم بالدرجة الأولى وبوزن نسبي يقدر ب 90% في تقليل المخلفات الإنشائية سواء في المصنع او في موقع الإنشاء وهذا لتقنين المواد الداخلة في عمليات البناء وتقليل نسبة الخطأ في أعمال البناء والتشييد المعتمد على الآلات والميكنة داخل المصانع، لتتجنب بذلك أيضا أنظمة الدعم المؤقتة مثل الاخشاب التي يتم التخلص منها في نهاية

المشروع. كما أنها تدعم استخدام مواد البناء المحلية وتشجع على التصنيع المحلي والمعالج داخل المملكة العربية السعودية وهذا من شأنه دعم الاقتصاد المحلي بشكل مباشر.

3- كما اثبتت الدراسة أن أساليب البناء الحديثة تحقق الإدارة المثلى للمخلفات الإنشائية في إتباع التسلسل الهرمي للمخلفات، بحيث يكون تقليل كمية المخلفات من مصدرها هو الخيار الأول وهو ما تساهم به أساليب البناء الحديثة عند نجاح أعمال التنفيذ بدقه.

توصيات الدراسة:

إن الإدارة البيئية الخاطئة تؤدي إلى استنزاف الموارد الطبيعية وتوليد المزيد من المخلفات. يسعى قطاع الإسكان في المملكة العربية السعودية إلى تبني الخطوات اللازمة التي تهدف إلى حماية البيئة، وتحقيق المقاصد الأساسية للاستدامة. لذلك توصي الدراسة بتطبيق هذه الأسس وتنفيذها دون الحيلولة على الأنظمة والتشريعات والسياسات البيئية.

كما توصي الدراسة بالتأكيد على تحقيق الابعاد الاجتماعية، والاقتصادية، والبيئية، في أي تنمية إسكانية في المملكة العربية السعودية. والاهتمام بتطبيق معايير الاستدامة البيئية، فهي لا تقل أهمية عن الاستدامة الاقتصادية او الاجتماعية.

قائمة المصادر والمراجع

ورقة علمية من مؤتمر:

- الشيمي، هشام جلال. (2010). آلية اختيار أسلوب التنفيذ المتوائم مع الاستدامة البيئية: دراسة تطبيقية تحليلية لمشروع فندق أدرار أملال بواحة جعفر بسيوه بمصر. مؤتمر التقنية والاستدامة في العمران، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، الرياض، المجلد (1) ص: 275-301.
- حجازي، أيهم (2010) إدارة المواد في مشاريع التشييد، جامعة دمشق، كلية الهندسة المدنية، الإدارة الهندسية والتشييد، https://www.academia.edu
- عطية، إيمان محمد & إبراهيم، محمد إبراهيم (2010). عمارة الاستدامة نحو مستقبل أكثر أماناً. مؤتمر التقنية والاستدامة في العمران، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، الرياض، المجلد (1) ص: 341-364.
- فجال، أحمد عاطف & عزام، مي محمود (2019). تدوير مخلفات التشييد والبناء والحفاظ على البيئة "إمكانية التطبيق بمصر". جامعة عين شمس، قسم العمارة، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

الرسائل الجامعية:

- الماضي، سعد سليمان (2021). تأثير التصنيع خارج الموقع في البناء على مثلث إدارة المشاريع لقطاع الإسكان السعودي- دراسة تحليلية. رسالة ماجستير منشورة، كلية العمارة والتخطيط، جامعة القصيم، المملكة العربية السعودية.
- شمس الدين، أمل (2003). ترشيد استهلاك الطاقة في مرحلة تشييد المبنى. رسالة ماجستير منشورة، كلية الهندسة المعمارية، جامعة عين شمس، القاهرة، جمهورية مصر العربية.
- عبد الغنى، حسونة (2013). "الحماية القانونية للبيئة في إطار التنمية المستدامة"، رسالة دكتوراة منشورة، كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة محمد خضير، وزارة التعليم العالي، الجزائر.

الموقع الالكتروني:

- أمانة محافظة جدة. (2022). كميات المخلفات المردومة . https://www.jeddah.gov.sa/
- المنصة الوطنية الموحدة. (2022). https://www.my.gov.sa/
- الهيئة العامة للإحصاء، الكتاب الإحصائي السنوي لعام 2018 https://www.stats.gov.sa/sites/default/files/2018.rar
- المركز الوطني للرقابة على الالتزام البيئي. (2022). المخلفات الإنشائية. https://ncec.gov.sa/
- دليل مستدام للتقييم للمباني السكنية (دليل التصميم+ الإنشاء). طبعة 2019 . برنامج البناء المستدام، برنامج الإسكان، البرامج والمبادرات. https://www.mostadam.sa/
- مدينة الملك عبد العزيز للعوم والتقنية. الأنشطة الاقتصادية. (2022). من موقع https://kacst.gov.sa/internal/5365
- مبادرة تحفيز تقنية البناء. أساليب البناء الحديثة. (2019). https://momrah.gov.sa/

References

Journal's Citation:

- Chiu, Rebecca, L., H. (2003). "Sustainable Development: A New Perspective For Housing Development". Hong Kong: The University Of Hong Kong. National Housing Conference 2003, Adelaide, 26-28 November 2003.
- Shibani, A., Agha, A., Hassan, D., Al-Hadeethi, Y., & Choudhury, M. (2021). Effectiveness of the modern methods of construction in terms of cost and time: a case study of the United Kingdom. Journal of Civil Engineering Research, 11(1), 19-28.
- Tafesse, S., Girma, Y. E., & Dessalegn, E. (2022). Analysis of the socio-economic and environmental impacts of construction waste and management practices. Heliyon, 8(3), e09169.
- Wong, R. W., & Loo, B. P. (2022). Sustainability implications of using precast concrete in construction: An in-depth project-level analysis spanning two decades. Journal of Cleaner Production, 378, 134486.

Thesis:

- Almutairi, Yasir (2015). Development of Implementation Strategies for Offsite Construction Techniques in the Kingdom of Saudi Arabia. PhD thesis, School of the Built Environment, The University of Salford.
- ALSAIF, SULTAN. (2020) IN WHAT WAY DO PRIVATE CONSTRUCTION COMPANIES IN THE KSA DEAL WITH SDGs IN RELATION TO ENVIRONMENTAL SUSTAINBILITY AND PROVIED A RECOMMANDTIONS FOR IMPROVEMENT. Master of science, School of Civil Engineering, THE UNIVERSITY OF LEEDS.
- Bin Sadan, R. (2021). Impact of National and Municipal Environmental Standards on the Development of Effective Solid Waste Management Systems in Jeddah, Kingdom of Saudi Arabia. PhD thesis, Elisabeth Haub School of Law, Pace University.