Journal of Engineering Sciences and Information Technology (JESIT) • Vol 9, Issue 1 (2025) • P: 17 — 1

https://journals.ajsrp.com/index.php/jesit

ISSN: 2522-3321(Online) • ISSN: 2522-3321(Print)

Challenges of implementing sustainable design and construction in building projects in Kuwait

Eng. Mohamed Ezzat Elnakhely* , Eng. Faisal Sadeq Alhawaj

Construction institute | The Public Authority for Applied Education and Training | Kuwait

Received: 05/02/2025

Revised: 10/02/2025

Accepted: 17/02/2025

Published: 15/03/2025

* Corresponding author: me.elnakhely@paaet.edu.kw

Citation: Elnakhely, M. E., & Alhawaj, F. S. (2025). Challenges of implementing sustainable design and construction in building projects in Kuwait. *Journal of engineering sciences and information technology, 9*(1), 1 – 17. https://doi.org/10.26389/AJSRP.K080225

2025 © 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: The research examines the challenges of implementing sustainable design and construction in modern buildings in Kuwait and assesses the need for adopting sustainable architectural systems in the country. It also evaluates the governmental, societal, and institutional performance regarding this application. The significance of the study lies in raising awareness among stakeholders in construction projects about the importance of applying sustainable design in building projects in Kuwait. It highlights the difficulties that hinder the implementation of sustainable design and construction, as well as practical solutions to overcome them. The study follows a descriptive-analytical methodology using both quantitative and qualitative data, with a questionnaire used as a tool to collect responses. The study findings indicate a moderate level of awareness and knowledge about the benefits of applying sustainability in construction and design, averaging 48%. The absence of laws that mandate and regulate sustainable construction was identified as one of the most significant barriers, with a relative importance of 96.4%. Other major obstacles included reluctance to change traditional construction methods (95.6%), lack of incentives for sustainability application (92.6%), and absence of institutional support for implementation (89.4%). Additionally, there was limited knowledge about integrating sustainability into design and construction, its cost impact on projects, and post-construction maintenance methods, with a relative importance of 86.4%. The study recommends increasing public awareness about the benefits of sustainable design and construction, integrating sustainability principles into education and training, and providing governmental and institutional support to encourage its adoption. It also suggests offering incentives for projects that comply with sustainability standards, mandating institutions to assess the environmental impact of projects, developing environmental legislation, and creating a sustainability classification system suitable for Kuwait. Furthermore, it proposes establishing a geographic database for sustainable projects, developing a detailed guide on applying sustainability at different project stages, and adopting participatory methodologies to exchange expertise in sustainability. Additional recommendations include requiring new buildings to install solar energy systems covering at least 30% of their energy needs.

Keywords: Sustainable design - Sustainable construction - Environmental impact - Sustainability - Kuwait environment - Sustainable development - Sustainable practices.

تحديات تطبيق التصميم والبناء المستدام في مشروعات البناء بالكويت

م. محمد عزت النخيلي*، م. فيصل صادق الحواج

المعهد الانشائي | الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب | الكويت

المستخلص: تناول البحث تحديات تطبيق التصميم والبناء المستدام في المباني الحديثة في الكويت وقياس الحاجة إلى تنفيذ أنظمة العمارة المستدامة في الكويت، بالإضافة إلى معرفة الأداء الحكومي والمجتمعي والمؤسسي تجاه هذا التطبيق وتكمن أهمية البحث في رفع الوعي لدى الجهات المعنية بمشاريع البناء حول أهمية تطبيق التصميم المستدام في مشاريع البناء في دولة الكويت وعرض الصعوبات التي تعيق تطبيق التصميم والبناء المستدام والحلول العملية للتغلب عليها، وقد تم اتباع المنهج الوصفي التحليلي في الدراسة بيانات كمية ونوعية، كما تم استخدام الاستبانة كأداة للحصول على الاستجابات، وأسفرت الدراسة عن نقص الوعي والمعرفة بفوائد تطبيق الاستدامة في البناء والتصميم بنسبة متوسطة 48% ، وأن غياب القوانين التي تلزم وتنظم البناء المستدام كان من اهم العوائق التي واجهت تطبيق الاستدامة في البناء بأهمية نسبية 96.4% فضلا عن عدم الرغبة في تغيير الطرق التقليدية في البناء بأهمية نسبية 95.6% وغياب الحوافز لتطبيق الاستدامة بأهمية نسبية 92.6% وغياب الدعم المؤسسي للتطبيق بأهمية نسبية 89.4%، بالإضافة الى ضعف المعرفة بطرق دمج الاستدامة بالتصميم والبناء وتكلفتها على المشروع وأساليب الصيانة اللاحقة بأهمية نسبية 86.4%، وشملت التوصيات ضرورة نشر الوعي المجتمعي بفوائد تطبيق طرق الاستدامة في التصميم والبناء ودمجها في التدريب والتعليم وتقديم الدعم الحكومي والمؤسسي للتشجيع على دمج الاستدامة في التصميم والبناء وتقديم حوافز للمشاريع التي تطبق قواعد الاستدامة وإلزام المؤسسات بتقييم الأثر البيئي للمشروعات وتطوير التشريعات الخاصة بالبيئة وتطوير نظام لتصنيف الاستدامة مناسب للكويت وانشاء قاعدة بيانات جغرافية للمشروعات المستدامة وانشاء دليل تفصيلي بطرق تطبيق الاستدامة في مراحل المشروع واعتماد منهجيات تشاركية لدمج وتبادل الخبرات في مجال الاستدامة وإلزام المباني الجديدة بتركيب أنظمة طاقة شمسية لتغطية ما لا يقل عن 30% من احتياجاتها.

الكلمات المفتاحية: التصميم المستدام – البناء المستدام – الأثر البيئي – الاستدامة – بيئة الكويت – التنمية المستدامة – الممارسات المستدامة.

المقدمة

تتضمن التنمية المستدامة بذل الجهود لمعالجة الاحتياجات الاجتماعية مع تقليل الضرر الذي يلحق بالبيئة. في البداية، ركز المفهوم على القضايا البيئية، ثم توسع إلى نهج شامل يدمج الاعتبارات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية (Hill & Bowen, 1997). وقد نما الوعي بالاستدامة في جميع أنحاء العالم، حيث تلعب صناعة البناء دورًا مهمًا في التدهور البيئي.

في قطاع البناء، تركز الاستدامة على مجالين رئيسيين: الحد من التأثيرات البيئية من خلال الحفاظ على الموارد، وتقليل التلوث، والحفاظ على النظم البيئية، وتصميم المباني القابلة للتكيف والفعالة طوال دورة حياتها (liu et al., 2023). تمثل المباني استخدامًا كبيرًا للطاقة والمواد والمياه، مما يساهم بشكل كبير في انبعاثات الكربون واستنزاف الموارد (Akadiri et al., 2012; liu et al., 2023).

نظرًا لأهميتها الاقتصادية وتأثيرها البيئي والاجتماعي، فإن صناعة البناء تشكل أهمية بالغة في تعزيز التنمية المستدامة. يتجاوز استهلاك الطاقة في هذا القطاع، المدفوع بالإضاءة والتدفئة والتحكم في المناخ، استهلاك النقل والصناعة ويستمر في الارتفاع (Shoubi et al.,2014). "يعد تجديد المباني لتحسين كفاءة الطاقة والمياه استراتيجية أساسية لتحقيق أهداف الاستدامة" (Isnin et al.، 2012).

يلعب المهنيون مثل المهندسين المعماريين والمصممين دورًا محوريًا في دمج الاستدامة في المراحل الأولية من تصميم المباني. تهدف جهودهم إلى تقليل التأثير البيئي للمباني مع تحقيق التوازن بين الأهداف المجتمعية والاقتصادية والبيئية (Akadiri et al.، 2012). تتبنى دول مثل المملكة المتحدة والولايات المتحدة وأوروبا مناهج مبتكرة، بما في ذلك التصميمات الشاملة وأبعاد المباني المحسنة وتقنيات البناء البديلة (Gupta et.al, 2023 ؛Jones, 2014).

أصبحت أنظمة تصنيف المباني الخضراء معتمدة على نطاق واسع لتقييم الاستدامة. وقد طورت دول مثل المملكة المتحدة والولايات المتحدة والهند أنظمتها الخاصة للتحقق من المؤهلات البيئية للمباني (Rooshdi et al., 2014) ويعتمد التقدم في التنمية المستدامة على تحقيق التوازن بين الأهداف البيئية والاقتصادية والاجتماعية من خلال الابتكار والتعاون بين أصحاب المصلحة في كل من القطاعين العام والخاص (Rooshdi et al., 2014).

في الكويت تضاعف عدد السكان والمقيمين خلال العقدين الماضيين، مما أدى إلى زيادة الحركة العمرانية والتشييد بالبلاد لاستيعاب الاعداد المتزايدة من السكان مما ساهم في زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة، والتي تضاعفت نسبتها خلال نفس الفترة ومما زاد من الاثار السلبية اعتماد الكويت على تحلية المياه ودعم الطاقة، مما زاد من استهلاك الطاقة وانبعاثات تلك الغازات.

مشكلة الدراسة:

"يواجه المصممون والمهنيون العديد من التحديات في تنفيذ المفاهيم المستدامة في تصميمات مشاريع البناء، والتي تعد بالغة الأهمية لدمج الاستدامة طوال دورة حياة المبنى. وهذا يؤكد على الحاجة إلى أساليب وأدوات عملية لتسهيل عمليات التصميم المستدام" (Chang and Tsai, 2015).

"يجب أن يتماشى دمج الاستدامة في التصميم والبناء مع المعرفة والوعي الحاليين للمهنيين بمبادئ الاستدامة. من خلال البناء على ما يعرفه المصممون بالفعل، تصبح عملية التنفيذ أقل صعوبة، مما يمكنهم من تعزيز الاستدامة دون زيادة عبء عملهم بشكل كبير" (Tsai and Chang, 2012).

يشكل قطاع البناء في الكويت 38% من إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في البلاد، وفقًا لتقرير الاستدامة الحضرية الصادر من معهد الكويت للأبحاث العلمية (KISR) لعام 2023 وتصل انبعاثات قطاع البناء إلى 22 مليون طن سنويًا، نتيجة الاعتماد الكبير على الوقود الأحفوري في توليد الكهرباء وتشغيل أنظمة التبريد، ومن ناحية أخرى يستهلك قطاع البناء في الكويت حوالي 70% من إجمالي الكهرباء المنتجة، وفقًا لإحصائيات استهلاك الطاقة الصادر من الهيئة العامة للصناعة (2024) فأنظمة التكييف وحدها تستحوذ على 50% من استهلاك الطاقة في المباني، بسبب تصاميم معمارية لا تتناسب مع الظروف المناخية الحارة مثل استخدام الزجاج في العديد من المباني التجارية والسكنية.

وبمقارنة الكويت مع الدول الرائدة في الاستدامة مثل السويد والدنمارك نجد أن نسبة انبعاثات البناء في تلك الدول اقل بنسبة 60% بينما ينخفض استهلاك الطاقة الى النصف حيث تبنت تلك الدول تصميمات موفرة للطاقة ومن حيث استخدام المواد المعاد تدويرها فقد بلغت النسبة من 40-50% بينما تصل لأقل من 10% بالكويت وذلك حسب بيانات مقارنة استهلاك الطاقة في الدول الرائدة (2024) من البنك الدولي و تقرير الانبعاثات العالمية ((Global Alliance for Buildings and Construction, 2023

يركز البحث على تقييم تطبيق التصميم والبناء المستدام في العمارة المعاصرة في الكويت وقياس الحاجة إلى تنفيذ أنظمة العمارة المستدامة في الكويت، بالإضافة الى معرفة الأداء الحكومي والمجتمعي والمؤسسي تجاه هذا التطبيق، حيث إن تقييم الجهد المبذول في البناء المستدام أو تقييم أدائه يمكن أن يقيس بشكل غير مباشر نتائج الاستدامة للتصميم. كما أن هناك نقص في التخطيط الاستراتيجي لتشجيع المصممين على ممارسة الاستدامة، لذا من الضروري رفع الوعي بأهمية تطبيق متطلبات الاستدامة في البناء والتصميم.

أسئلة الدراسة:

ومن خلال عرض مشكلة الدراسة يمكن تحديد التساؤلات التي تجيب عليها الدراسة على النحو التالي:

1- ما مستوى الوعي بأهمية التصميم والبناء المستدام لدى المتخصصين في الكويت
2- ما سلوك المتخصصين والمؤسسات تجاه تطبيق أساليب التصميم والبناء المستدام
3- ما هي الصعوبات التي تواجه تطبيق التصميم والبناء المستدام
4- ما هي الإجراءات المقترحة لتطبيق التصميم والبناء المستدام

فرضيات الدراسة:

وقد تم تبني الفرضيات التالية في البحث:

1. توجد علاقة مباشرة بين درجة الوعي بالاستدامة وتطبيق التصميم المستدام.
2. توجد علاقة وثيقة بين صعوبات تطبيق الاستدامة وتنفيذ التصميم المستدام.
3. توجد علاقة بين خبرة مهندسي التصميم والبناء ودرجة الوعي بالاستدامة.
4. توجد علاقة بين تطبيق التصميم والبناء المستدام ومؤشرات الاستدامة.
5. توجد علاقة وثيقة بين سلوك المصمم والمنظمة تجاه الاستدامة وتطبيق التصميم المستدام.

اهداف الدراسة:

1. تقييم مستوى وعي المتخصصين والمجتمع تجاه مفهوم الاستدامة.
2. التحقق من سلوك المهندسين والمتخصصين والمنظمات تجاه الاستدامة.
3. تحديد الأهمية النسبية لصعوبات تطبيق التصميم والبناء المستدام في مشاريع البناء.
4. قياس الوضع الحالي لتطبيق أساليب التصميم والبناء المستدام في مشاريع البناء.
5. إيجاد الحلول المناسبة لتطبيق التصميم والبناء المستدام.

أهمية الدراسة:

تكمن أهمية البحث في رفع الوعي لدى الجهات المعنية بمشاريع البناء حول أهمية تطبيق التصميم والبناء المستدام في مشاريع البناء في دولة الكويت وعرض الصعوبات التي تعيق تطبيق التصميم والبناء المستدام والحلول العملية للتغلب عليها، بالإضافة إلى ذلك تساهم الدراسة في وضع إطار لتعزيز التطبيق العملي لمفهوم الاستدامة في مشاريع البناء في الكويت وإظهار سلوك وفهم المصممين والمؤسسات نحو التصميم والبناء المستدام.

حدود الدراسة:

وستقتصر الدراسة على تقييم تطبيق التصميم والبناء المستدام في دولة الكويت خلال العقدين الأخيرين وتشمل جميع محافظات الدولة، وركزت عينة الدراسة على مهندسي التصميم والاشراف بالمؤسسات الاستشارية ومهندسي التنفيذ بشركات المقاولات ومطورين عقاريين والتي لا تقل خبرتها في مجال التشييد والبناء في دولة الكويت عن خمس سنوات، كما ستقتصر الدراسة على عناصر التصميم والبناء التي تؤثر بشكل مباشر على مؤشرات الاستدامة في البيئة الكويتية.

منهجية الدراسة:

تم اتباع المنهج الوصفي التحليلي في الدراسة ببيانات كمية ونوعية، حيث تم عرض ممارسات في البناء والتصميم تضر بمبادئ العمارة المستدامة بالكويت لمشروعات واقعية، كما تم استخدام الاستبانة كأداة للحصول على إجابات من عينة من المعنيين بإنشاء المشاريع، من مهندسي التصميم والاشراف في مكاتب الاستشارات الهندسية، ومطوري العقارات، وشركات المقاولات. وقد تم تصميم الاستبانة بناءً على نتائج الدراسات السابقة، وفرضيات الدراسة، والخبرات المتاحة في سياق الدراسة

حيث تكونت من ثلاث محاور لقياس درجة الوعي عن الاستدامة في البناء والتصميم والسلوك الحالي للمتخصصين والمؤسسات تجاه التصميم والبناء المستدام وقياس مستوى أهمية العوامل التي تعيق تطبيق البناء والتصميم المستدام وكل محور يتبعه مجموعة من العناصر وتم استخدام مقياس ليكرت الخماسي لقياس الاستجابات.

كما تم عرض الاستبانة على خبراء في مجال تصميم وانشاء المشاريع للتحقق من صحتها مبدئياً واختبارها على مستوى بعض الجهات المعنية للتحقق من صدق الاتساق الخارجي حيث تم إجراء التعديلات اللازمة، وتوزيع الاستبانة، وجمع النتائج، وإجراء التحليل والتحقيقات الأساسية للنتائج، حيث تم استخدام برنامج SPSS لتحليل واستخراج النتائج.

تم قياس صدق الاتساق الداخلي باستخدام برنامج SPSS من خلال حساب معامل ارتباط بيرسون بين العناصر والمحاور المناظرة عند مستوى دلالة 0.01 وتم استخدام معامل ألفاكرونباخ لقياس مدى ثبات الاستبانة، كما تم اجراء المعالجات الاحصائية باستخدام برنامج SPSS وقياس المؤشرات باستخدام المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لقياس كل من الاتجاه العام للاستجابات ومدى التشتت. ولقياس تأثير العوامل مجتمعة على تطبيق البناء والتصميم المستدام فقد تم تحليل الانحدار الخطي واستخدام معامل الارتباط لدراسة التداخلات والعلاقات بين العوامل التي تعيق تطبيق الاستدامة.

الدراسات السابقة:

تعاريف الاستدامة والتصميم المستدام:

تم تفسير مفهوم الاستدامة بطرق عديدة، مما يعكس تطبيقه الواسع عبر التخصصات. جاء أحد أكثر التعريفات تأثيرًا من التقرير الصادر عن اللجنة العالمية للبيئة والتنمية عرّف هذا التقرير التنمية المستدامة بأنها "تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها الخاصة". يسلط هذا التعريف الضوء على جانبين رئيسيين: معالجة الاحتياجات الأساسية للسكان الحاليين والحفاظ على قدرة البيئة على دعم هذه الاحتياجات بمرور الوقت.

يصف (Ortiz et al. ,2009) التنمية المستدامة بأنها "عملية تعزز نوعية الحياة مع تمكين الناس من العيش في ظروف بيئية صحية، وضمان توفر هذه الفوائد للأجيال القادمة". وبالمثل، يؤكد (Burgan and Sansom,2006) أن الاستدامة تنطوي على تلبية الاحتياجات الأساسية وتحسين نوعية الحياة على مستوى العالم دون تقويض فرص الأجيال القادمة.

من منظور (Ros et al. ,2012) يعرّف الاستدامة بأنها "نمط استخدام الموارد الذي يهدف إلى تلبية الاحتياجات البشرية مع حماية البيئة حتى يمكن تلبية هذه الاحتياجات للأجيال القادمة". يتوافق هذا الرأي مع تعريف قاموس أكسفورد، الذي يشير إلى الاستدامة باعتبارها "شيئًا يمكن الحفاظ عليه بمعدل أو مستوى معين".

(Yates ,2014) الاستدامة كعملية ديناميكية تسمح للأفراد بتحسين نوعية حياتهم مع حماية أنظمة دعم الحياة على الأرض. يؤكد هذا التعريف على أهمية تمكين الناس من تحقيق إمكاناتهم دون استنفاذ الموارد الأساسية. وفي الوقت نفسه، يقترح (Iwaro and Mwasha 2013) إطارًا للتنمية المستدامة يشتمل على الأبعاد البيئية والاجتماعية والاقتصادية، مع التأكيد على طبيعتها الشاملة.

يلاحظ (Iwaro and Mwasha ,2013) الاستخدام المتزايد للمصطلحات المتعلقة بالاستدامة، مثل الكيمياء الخضراء والتصميم البيئي والإنتاج الأنظف، في السياقات الأكاديمية والمؤسسية. تعكس هذه المصطلحات الوعي المتزايد والاعتراف بالدور الحاسم للاستدامة في معالجة التحديات الحديثة.

مبادئ البناء المستدام:

يركز البناء المستدام على الممارسات التي تقلل من الضرر البيئي، وتعزز الرفاهية الاجتماعية، وتضمن الجدوى الاقتصادية طوال دورة حياة المبنى. يدمج هذا النهج الحفاظ على البيئة، وكفاءة الموارد، والتصميم الذي يركز على الإنسان لتحقيق أهداف الاستدامة.

أحد المبادئ الأساسية للبناء المستدام هو تقليل استهلاك الموارد. يتضمن ذلك استخدام الموارد المتجددة، وإعادة تدوير المواد، وتحسين استخدام الطاقة أثناء البناء وتشغيل المبنى. على سبيل المثال، يؤكد (Iwaro and Mwasha ,2013) على أهمية دمج المواد والتقنيات الموفرة للطاقة لتقليل البصمة البيئية. وبالمثل، يسلط (Ortiz et al. ,2009) الضوء على اعتماد أساليب تقييم دورة الحياة لضمان كفاءة الموارد في جميع مراحل المشروع.

مبدأ رئيسي آخر هو التصميم من أجل المتانة والقدرة على التكيف. يجب تشييد المباني لتدوم لفترة أطول مع السماح بالتعديلات لتلبية الاحتياجات المتطورة. يضمن هذا المفهوم استخدام الموارد بشكل فعال، مما يقلل من النفايات بمرور الوقت. في هذا الصدد، يدافع (Burgan and Sansom ,2006) عن تقنيات البناء المعيارية التي تسهل إعادة استخدام مكونات البناء.

كما يعطي البناء المستدام الأولوية للحفاظ على البيئة. وتعتبر التدابير مثل الحد من انبعاثات الكربون وحماية التنوع البيولوجي وإدارة النفايات بشكل مسؤول من الأمور الأساسية لهذا المبدأ. ويؤكد (O'Connor, et. Al. 2023) على أهمية منع التلوث واستراتيجيات التصميم البيئي في تحقيق هذه الأهداف. بالإضافة إلى ذلك، فإن تنفيذ معايير البناء الأخضر، مثل LEED وBREEAM، معترف به على نطاق واسع كطريقة عملية لتوجيه مشاريع البناء نحو الاستدامة.

الجدوى الاقتصادية هي جانب حاسم آخر. يهدف البناء المستدام إلى موازنة التكاليف الأولية مع المدخرات طويلة الأجل من خلال تقليل النفقات التشغيلية واحتياجات الصيانة. يؤكد (Ros et al. ,2012) أن الاستثمار في التقنيات والتصميمات المستدامة غالبًا ما يؤدي إلى فوائد مالية كبيرة على مدار دورة حياة المبنى.

أخيرًا، يرتبط البناء المستدام ارتباطًا وثيقًا بالمسؤولية الاجتماعية. ويشمل ذلك ضمان صحة وسلامة وراحة شاغلي المبنى وتعزيز الشمول في التصميم. يسلط (Yates ,2014) الضوء على أهمية خلق بيئات تعمل على تعزيز رفاهة الإنسان مع تقليل التأثيرات المجتمعية السلبية.

باختصار، يجسد البناء المستدام مبادئ تعالج الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية، مما يضمن نهجًا متوازنًا للتنمية يلبي الاحتياجات الحالية دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على الازدهار.

يركز البناء المستدام، والذي يشار إليه غالبًا بالبناء الأخضر، على تقليل التأثير البيئي لمشاريع البناء طوال دورة حياتها، مع ضمان السلامة والراحة والاقتصاد (Ros et al.,2012)، ويعرف (Hidayah, 2011) البناء المستدام بأنه "استراتيجية تعمل على تعزيز البناء المستدام في صناعة البناء". وعلى نحو مماثل، يعرفها (Yates, 2014) بأنها "إنتاج مواد البناء باستخدام عمليات نظيفة وكفؤة في استخدام الموارد، من استخراج المواد الخام إلى التوزيع والتخلص منها".

وفقًا لوثيقة الاتحاد الأوروبي (مقترحات للاستجابة لتحدي البناء المستدام)، فإن "البناء المستدام يتضمن العملية التي من خلالها تقوم صناعة تنافسية ومربحة بتسليم السلع المصنعة (مثل المباني والبنية الأساسية وبيئتها) التي تعمل على تحسين جودة الحياة، والتكيف مع التغيير ودعم البيئة الطبيعية والبشرية، وتشجيع الاستثمار الخاص والبنية الأساسية، وتحقيق النمو مع الحد من التلوث، واستخدام الموارد بكفاءة والمساهمة في التنمية المستدامة العالمية".

ويسلط (Sev, 2009) الضوء على الدور المهم الذي تلعبه صناعة البناء في دعم الركائز الثلاث للتنمية المستدامة: النمو الاقتصادي، والتنمية الاجتماعية، وحماية البيئة حيث أن قطاع البناء له تأثيرات بيئية واقتصادية واجتماعية كبيرة. صناعة البناء تمثل 50% من استهلاك المواد الخام، في حين تنتج مشاريع البناء ما بين 15% و50% من النفايات العالمية، اعتمادًا على المنطقة. كما تولد هذه الصناعة انبعاثات كبيرة من الغازات المسببة للانحباس الحراري العالمي من الإنتاج والنقل والتصنيع والاستهلاك، بسبب استهلاك الطاقة أثناء التخزين والتوزيع. علاوة على ذلك، ينتج قطاع البناء أكثر من 50% من النفايات الخطرة في الولايات المتحدة.

ولمواجهة هذا التحدي، من الضروري استخدام عدد أقل من المواد السامة في البناء للحد من التلوث وتقليل الضوضاء والتأثيرات المكانية (Yates, 2014) وباعتبارها واحدة من أكبر مستهلكي الطاقة والمواد والمياه، تواجه صناعة البناء ضغوطًا متزايدة لتبني ممارسات مستدامة.

تم تحديد العناصر الرئيسية التالية لتقييم تنفيذ الاستدامة في مشاريع البناء:

1. كفاءة الطاقة.
2. الحفاظ على المياه.
3. اختيار وتخطيط الموقع.
4. جودة البيئة الداخلية.
5. كفاءة المواد والموارد.
6. الابتكار في التصميم

حيث تشكل هذه العناصر الستة الإطار المفاهيمي للاستدامة. يمكن دمج هذه العناصر بشكل فعال في مراحل التصميم والبناء لتحقيق نتائج مستدامة (Ros et al., 2012)، وفي المملكة المتحدة، تسترشد تدابير الاستدامة في المقام الأول بطريقة تقييم البيئة لمؤسسة أبحاث البناء (BREEAM)، والتي تعمل بمثابة نظام شهادة البناء الأخضر الرائد في المنطقة.

مبادئ التصميم المستدام:

يصف (Iwaro and Mwash, 2013) التصميم المستدام بأنه "نهج يهدف إلى تعزيز جودة البيئة والبيئات الداخلية للمباني من خلال تقليل التأثيرات السلبية على البيئة المبنية والطبيعية". وبالمثل، يُعرَّف التصميم المستدام بأنه "فلسفة تدمج مبادئ التنمية المستدامة في تصميم المبنى، وتتضمن عمليات تكرارية لمعالجة متطلبات العملاء والمستخدمين" (Chang and Tsai, 2015)

مرحلة التصميم بالغة الأهمية لدمج الاستدامة في مشاريع البناء. في هذه المرحلة، مما يجعله وقتًا مثاليًا لتنفيذ تدابير الاستدامة ويمكن أن يؤدي مراعاة الاستدامة أثناء التصميم إلى تقليل استهلاك الطاقة واستخدام المواد وتوليد النفايات بشكل كبير. وبالتالي، تحظى مرحلة التصميم بأكبر قدر من الاهتمام في إرشادات البناء الأخضر وطرق التقييم (Chang and Tsai, 2015). يؤكد Vasquez and Klotz, (2013) أن التصميم لديه أكبر قدر من الإمكانات للتأثير على أداء المشروع، مما يسلط الضوء على الحاجة إلى مراعاة السلوك البشري

والديناميكيات الاجتماعية وعمليات صنع القرار، مثل الشفافية. بالإضافة إلى ذلك، يجب على المصممين إعطاء الأولوية لسلامة العمال من خلال القضاء على المخاطر المحتملة أثناء مرحلة التصميم، ويمكن أن تساعد التقييمات المبكرة في التنبؤ بالأداء البيئي للمنتجات المصممة (Chang and Tsai, 2015)

يوفر دمج الاستدامة أثناء البناء فوائد بيئية، خاصة عندما يختار المصممون مواد قابلة لإعادة الاستخدام أو إعادة التدوير أو تتطلب موارد أقل للإنتاج والنقل. يقلل هذا النهج من النفايات ويزيد من جهود إعادة التدوير (Yates, 2014). تلعب المواد المستدامة دورًا حيويًا في تحقيق التصميم المستدام، حيث تعد المواد المتجددة أو المعاد تدويرها ضرورية للحد من التأثير البيئي (Patel et al., 2022). يجب أيضًا النظر في إدارة نفايات البناء في وقت مبكر من عملية التصميم، حيث يركز التصميم المستدام على تقليل استهلاك المواد والطاقة مع تقليل التلوث البيئي (Sadafi et al., 2012).

وفقًا (Iwaro and Mwash, 2013) فإن تبني مبادئ التنمية المستدامة خلال المراحل المبكرة من تصميم المبنى يمكن أن يعالج العديد من التحديات في تحقيق الاستدامة في صناعة البناء. إن الاستراتيجيات مثل الإضاءة الطبيعية، وتحسين جودة الهواء الداخلي، والتدفئة الشمسية السلبية، والتهوية الطبيعية، وكفاءة الطاقة، والحد من نفايات البناء، والحفاظ على المياه، ودمج الطاقة المتجددة هي مكونات أساسية للتصميم المستدام.

إن الهياكل الانشائية تؤكد على الآثار البيئية طويلة الأجل. لتحقيق هياكل عالية الأداء ومنخفضة التأثير، يجب دمج مبادئ الاستدامة منذ بداية المشروع (Sev, 2009) يمكن للتصميم المستدام أيضًا التخفيف من التأثير البيئي للطرق السريعة من خلال معالجة قضايا مثل الضوضاء والتلوث واستخدام الأراضي (Rooshdi et al., 2014).

تحديات تطبيق التصميم والبناء المستدام:

لا يزال تحديد المبادئ والقيم المحددة التي تشكل التنمية المستدامة والتي يمكن تطبيقها على التصميم المستدام يشكل تحديًا (Iwaro and Mwash, 2013). غالبًا ما يكون تصميم المباني المستدامة التي تلبي جميع المتطلبات الضرورية تحديًا كبيرًا لمهندسي البناء والمصممين. ويعترف (Jansen, 2003) بالتحدي العالمي للتنمية المستدامة ويحدد ثلاثة أبعاد حاسمة: الثقافة التي تتعلق بالاكتفاء والهيكل الذي يتعلق بالفعالية والتكنولوجيا التي تتعلق بالكفاءة. تتضمن المناهج المتبعة في تحقيق التنمية المستدامة التحسين والتجديد، حيث تلعب مختلف الجهات المعنية . بما في ذلك القطاع الخاص، والعلوم والتكنولوجيا، والمنظمات غير الحكومية، والحكومات أدواراً رئيسية. ويشكل التعليم والخبرة قدرات بشرية بالغة الأهمية لتعزيز عملية التنمية المستدامة.

وقد سلط (Burgan and Sansom, 2006) الضوء على العديد من التحديات التي تواجه صناعة البناء في مواكبة التنمية المستدامة. وتشمل هذه التحديات الاستخدام الفعّال للموارد الطبيعية، وخفض استهلاك الطاقة، والحد من الانبعاثات، والحد من النفايات، وتحسين استخدام الأراضي، والتخفيف من التأثير البيئي لمواقع البناء، وتحسين ظروف العمل.

طرق تقييم الاستدامة:

تلعب مؤشرات التقييم دورًا حيويًا في دمج الاستدامة بنجاح في مشاريع البناء. تقيم هذه المؤشرات جهود التصميم والأداء، وتقييم التأثير البيئي للمنتج النهائي بشكل غير مباشر (Chang and Tsai, 2015) وتتوفر العديد من الأطر والمبادئ التوجيهية عالميًا لدعم الممارسات المستدامة في صناعة البناء، بما في ذلك LEED و BREEAMو SBTOOLو CASBEEو Green Globesوغيرها

ومن أبرز أنظمة تقييم الاستدامة:

1. الريادة في تصميم الطاقة والبيئة: (LEED)

تم تطوير LEED في عام 1996 بواسطة مجلس المباني الخضراء الأمريكي، ويقوم بتقييم المشاريع عبر فئات مثل المواقع المستدامة وكفاءة الطاقة والحفاظ على المياه والمواد وجودة البيئة الداخلية. إنه أحد أكثر أنظمة تصنيف المباني الخضراء المعترف بها على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم نظرًا لمعاييره الشاملة (Rodriguez et al., 2022)

2. طريقة تقييم البيئة لمؤسسة أبحاث البناء: (BREEAM)

تأسست في عام 1990 في المملكة المتحدة، وتقوم BREEAM بتقييم الأداء البيئي عبر ثماني فئات، بما في ذلك الطاقة والمواد والتلوث. وتعتبر أول نظام تصنيف للمباني الخضراء ويمكن تكييفها للمشاريع الدولية من خلال BREEAM International

3. SBTOOL:

بدأت في عام 1995 كتعاون دولي، تقدم SBTOOL إطارًا مرنًا لتقييم الاستدامة، ومعالجة التأثيرات البيئية والاجتماعية والاقتصادية وتسمح قابليتها للتكيف بالتخصيص الإقليمي.

4. نظام التقييم الشامل لكفاءة البيئة في البناء:(CASBEE)

تم تطوير CASBEE في اليابان، ويقوم بتقييم المباني من خلال أدوات مصممة خصيصًا لمراحل التصميم المختلفة. إنه يدمج الخصائص الإقليمية ومفهوم النظام البيئي المغلق، مما يؤدي إلى درجة كفاءة البيئة المبنية.

5. .Green Glob :

هو نسخة مقتبسة من BREEAM على شبكة الإنترنت، وهو سهل الاستخدام ويستخدم على نطاق واسع في كندا. إنه يوفر المرونة ولكنه أقل صرامة مقارنة بـ LEED

6. International Green Construction Code (IGCC) :

تم تقديم IGCC في عام 2010 من قبل مجلس الكود الدولي، وهو رمز إلزامي يركز على متطلبات الاستدامة الوصفية.

7. .Green Star:

نشأ Green Star في أستراليا، ويقيم أداء المباني التجارية على مقياس من 6 نجوم، مع التركيز على الأداء البيئي.

8. Envision:

هو أحد أول الأنظمة المخصصة للبنية الأساسية، ويقوم بتقييم أداء الاستدامة باستخدام 60 نقطة ائتمانية مصممة خصيصًا لمشاريع البنية الأساسية.

تتناول هذه الأنظمة بشكل جماعي جوانب الاستدامة المتنوعة، بما في ذلك كفاءة الطاقة، والحفاظ على الموارد، والجودة الداخلية، والقدرة على التكيف الإقليمي، مما يضمن التقييم الشامل والتوجيه للبناء المستدام.

الكفاءة في التكلفة في تصميم دورة حياة المشروع:

يهدف تصميم دورة حياة المشروع التي تمتد إلى مراحل ما قبل البناء والبناء وما بعد البناء إلى تحقيق التوازن بين الاعتبارات البيئية والعوامل التقليدية التي تؤثر على عملية اتخاذ القرار في مرحلة التصميم (Windapo and Rotimi , 2012). يتطلب تحسين الاستدامة فهمًا شاملاً لجميع المكونات طوال دورة حياة المشروع، مع التركيز بشكل خاص على مرحلة ما قبل البناء، حيث تكون أساليب مرحلة التصميم أكثر تأثيرًا (Akadiri et al.,2012)

الاستراتيجيات الرئيسية للكفاءة في التكلفة للبناء المستدام:

1. اختيار الموقع وتحليله:

يؤدي اختيار موقع به بنية تحتية قائمة ووسائل نقل عام ومرافق إلى تقليل تكاليف التطوير وتقليل التأثير البيئي. يجب على المصممين تحليل موارد الموقع والقيود والعلاقات لتعظيم كفاءة الطاقة.

2. التصميم المرن والمعياري:

تمكن تقنيات التصميم المعياري والتوحيد القياسي من التكيف مع التغيرات المستقبلية بتكلفة فعّالة. كما يجب أن تستوعب التصاميم التطورات التكنولوجية (Sadafi et al., 2012).

3. اختيار المواد المستدامة:

إعطاء الأولوية للمواد غير السامة والمتجددة التي تقلل من التلوث أثناء التصنيع والتركيب والصيانة. وتفضل المواد التي تتطلب طاقة أقل للتوزيع (Sev, 2009).

4. المواد المحلية المصدر:

يمكن أن يؤدي استخدام المواد المتوفرة محليًا إلى تقليل تكاليف النقل والرسوم الجمركية، مما يجعلها أكثر فعالية من حيث التكلفة من البدائل المستوردة (Akadiri et al., 2012).

5. تقنيات البناء الموفرة للتكاليف:

يمكن أن يؤدي تنفيذ تقنيات مثل البناء بالحجر إلى خفض التكاليف. بالنسبة للأساسات، يمكن أن يؤدي استخدام بدائل الخرسانة المسلحة للمباني المنخفضة الارتفاع إلى توفير كبير بالنسبة للهياكل الشاهقة، يمكن أن تقلل تصميمات الأساسات المحسّنة من حفر المواد (Sev, 2009).

6. التصميمات الموحدة:

إن استخدام التصميمات الموحدة، مثل تخطيطات المكاتب الموحدة، يسمح بمرونة تنظيمية وإعادة تكوين فعالة من حيث التكلفة. يقلل هذا النهج من التكاليف الأولية مع دعم التحديثات التكنولوجية.

7. المكونات المتوفرة:

إن استخدام المكونات المتوفرة بسهولة يقلل من تكاليف الاستبدال ويزيل الحاجة إلى تخزين الأجزاء المخصصة. تقلل المكونات المتوفرة من تكلفة الإصلاحات والتحديثات (Sev, 2009).

8. المواد المعاد تدويرها واستصلاحها:

إن إعادة استخدام مواد البناء والهدم في الموقع أو استيراد المواد المعاد تدويرها بدلاً من الموارد الأولية الأكثر تكلفة يمكن أن يقلل بشكل كبير من تكاليف المشروع. على سبيل المثال، يمكن أن يؤدي دمج بدائل الأسفلت أو الأسمنت المعاد تدويره في الخرسانة إلى توفير ما لا يقل عن 3% دون الحاجة إلى استثمارات إضافية كبيرة (Akadiri et al., 2012).

ومن خلال تنفيذ هذه الاستراتيجيات، يمكن لمشاريع البناء تحقيق الكفاءة من حيث التكلفة والاستدامة، وتحسين الموارد مع الحد من التأثير البيئي.

التصميم المستدام لخدمة البشرية:

يؤكد التصميم المستدام على تحقيق التوازن بين الاحتياجات البشرية وقدرات الطبيعة. ومع قضاء الأفراد المعاصرين لأكثر من 70% من وقتهم داخل المباني، تلعب الهندسة المعمارية دورًا حاسمًا في ضمان السلامة والصحة والراحة. وفي حين أن المنتجات الموفرة للطاقة ذات قيمة، إلا أنها يجب أن توفر الراحة أيضًا لتكون مستدامة حقًا. يعد التشغيل السليم لأنظمة ومعدات البناء أمرًا ضروريًا؛ فالمباني التي يتم تشغيلها بشكل سيئ تؤثر سلبًا على إنتاجية شاغليها (Windapo and Rotimi, 2012).

إن حماية الموارد المادية تشكل حجر الزاوية في البناء المستدام. وينبغي للتصاميم أن تعزز المرونة في مواجهة الكوارث الطبيعية والبشرية مثل الحرائق والزلازل والفيضانات (Akadiri et al., 2012). تشمل الأساليب الرئيسية ما يلي:

- مراعاة التضاريس: تجنب التغييرات المفرطة في ظروف الموقع للحفاظ على جودة الهواء والصرف وأنماط الرياح.
- حماية منسوب المياه: تقلل المباني التي لا تتطلب حفريات عميقة من خطر تلويث مصادر المياه.
- الحفاظ على النباتات والحيوانات: يجب أن تقلل التصاميم من الضرر الذي يلحق بالنظم البيئية المحلية.

كما تقدر العمارة المستدامة التراث الثقافي من خلال:

- الحفاظ على السياقات الحضرية: الحفاظ على طابع وسلامة البيئات الحضرية.
- حماية المباني التاريخية: صيانة وإعادة استخدام الهياكل التراثية للحفاظ على الأصول الثقافية الملموسة وغير الملموسة.
- يجب أن توفر المباني المستدامة بيئة داخلية مريحة وصحية مع الحفاظ على الموارد وحماية الطبيعة. وهذا يتضمن معالجة:
- الراحة الحرارية: يتم تحقيقها من خلال تدابير مثل الأسقف العاكسة والنوافذ منخفضة الانبعاثات والتظليل الشمسي لتحسين درجة حرارة الهواء والرطوبة وتدفق الهواء من أجل صحة شاغلي المبنى وإنتاجيتهم.
- الإضاءة الطبيعية: تعمل على تحسين جودة الإضاءة، وتقليل الوهج من خلال تحسين توزيع الضوء الطبيعي.
- التهوية الطبيعية: تقلل من استهلاك الطاقة باستخدام الهواء النقي للراحة الحرارية دون الحاجة إلى أنظمة ميكانيكية. وهذا يتطلب دراسة متأنية للمناخ، واتجاه النوافذ، والنوافذ القابلة للفتح.
- الراحة الصوتية: تعمل على تخفيف الضوضاء من الأنظمة الداخلية والمصادر الخارجية من خلال اختيار المواد المناسبة، وعزل الجدران، وتقسيم المعدات.
- المواد غير السامة: يعد اختيار المواد للأثاث والأرضيات والتشطيبات التي لا تنبعث منها مواد كيميائية ضارة أمرًا حيويًا لصحة شاغلي المبنى على المدى الطويل.

من خلال إعطاء الأولوية لهذه العناصر، يخلق التصميم المستدام بيئات تغذي الرفاهية، وتحافظ على الموارد، وتحترم التراث الثقافي والطبيعي.

تحديات البناء والتصميم المستدام بالكويت:

تواجه العمارة الكويتية اليوم تحديات بيئية كثيرة حيث يستهلك البناء الحديث الكثير من الطاقة ويضر بالبيئة. إن استخدام مواد التشطيبات والكيماويات، والتهوية السيئة، والتصميمات المغلقة يمكن أن تساهم أيضًا في تلوث الهواء الداخلي، مما قد يؤدي إلى نمو البكتيريا الضارة والعفن. وعلاوة على ذلك، فإن استخدام الزجاج في العديد من المباني التجارية والسكنية يسمح لأكثر من 70٪ من الحرارة الشمسية بالتغلغل، مما يزيد من استخدام الطاقة وتكاليف الصيانة ويضر بالاقتصاد المحلي.

وكان من تداعيات ذلك خسائر اقتصادية نتيجة الهدر في استهلاك الطاقة والمياه بحسب تقرير الهدر المالي (2024) الصادر من وزارة الكهرباء والماء الكويتية (2024) وخسائر بيئية في مساهمة المباني في 30% من تلوث الهواء في المناطق الحضرية وخسائر صحية في ارتفاع معدلات الأمراض التنفسية بسبب تلوث الهواء الناتج عن انبعاثات قطاع البناء.

امثلة لممارسات البناء والتصميم تضر بمبادئ العمارة المستدامة في الكويت:

فيما يلي أمثلة لممارسات البناء والتصميم في الكويت التي تضر بمبادئ العمارة المستدامة لمشروعات واقعية:

1. الإفراط في استخدام الواجهات الزجاجية:

يؤدي الاستخدام الواسع النطاق للواجهات الزجاجية الكبيرة في المباني السكنية والتجارية إلى امتصاص الحرارة المفرط، مما يزيد من الطلب على الطاقة للتبريد وارتفاع انبعاثات الكربون بسبب زيادة استخدام الكهرباء ومن امثلة ذلك العديد من الأبراج التجارية في مدينة الكويت بواجهات زجاجية بالكامل بدون معالجات زجاجية مقاومة للحرارة مناسبة للمناخات الحارة.

2. التصميم غير المستدام:

يؤدي الافتقار إلى التهوية الطبيعية في تصميمات المباني إلى الاعتماد المفرط على تكييف الهواء المركزي، والذي يستهلك قدرًا كبيرًا من الكهرباء كما تؤدي الأسقف المنخفضة والجدران الرقيقة إلى تفاقم احتباس الحرارة في الأماكن المغلقة ومن امثلة ذلك المجمعات التجارية الكبرى التي تعتمد بشكل كبير على أنظمة التبريد المركزية دون استخدام استراتيجيات لتقليل أحمال التبريد.

3. الاستخدام المحدود لتقنيات الطاقة المتجددة:

على الرغم من وفرة موارد الطاقة الشمسية في الكويت، فإن العديد من المباني لا تتضمن أنظمة الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء أو تسخين المياه مما يؤدي الى الاعتماد الكامل على الطاقة المولدة من الوقود الأحفوري وزيادة الحمل على شبكة الكهرباء الوطنية، ومن امثلة ذلك العقارات تستخدم الطاقة الكهربية من المحطات بدون الاعتماد على الألواح الشمسية على الأسطح، مما يؤدي إلى تفويت الفرص للحد من استهلاك الطاقة.

4. الاعتماد على مواد البناء غير المستدامة:

الاستخدام المكثف للمواد المستوردة والمواد ذات الانبعاثات الكربونية العالية والاستخدام المحدود للمواد المستدامة والمحلية المصدر مثل الطوب الطيني والحجر الطبيعي والاعتماد على المواد غير المعاد تدويرها مثل الخرسانة التقليدية أدى إلى زيادة البصمة الكربونية بسبب الإنتاج والنقل كثيفي الطاقة ومن امثلة ذلك اعتماد مشاريع الإسكان الكبيرة بشكل كبير على الخرسانة التقليدية دون استكشاف البدائل الصديقة للبيئة مثل المواد المعاد تدويرها أو ذات المصدر المحلي.

5. عدم كفاية المساحات الخضراء في التصميمات:

يتم تشييد المباني دون دمج الحدائق أو المساحات الخضراء التي يمكن أن تعزز جودة الهواء وتخفض درجات الحرارة، مما يؤدي إلى تفاقم تأثير جزيرة الحرارة الحضرية وتدهور جودة الهواء وزيادة مستويات التلوث.

6. الافراط في استخدام الموارد:

تؤدي أنظمة الري التقليدية والاستهلاك العالي للمياه لميزات مثل حمامات السباحة والنوافير إلى زيادة هدر المياه ومن امثلة ذلك مشاريع التطوير التي تعتمد على المناظر الطبيعية الخضراء باستخدام طرق ري قديمة، بدون استخدام التقنيات الحديثة مثل إعادة تدوير المياه أو الري بالتنقيط، كما تستهلك المباني غير المستدامة كميات مفرطة من المياه والطاقة، وتفتقر إلى أنظمة الحفاظ الفعالة مما يؤدي الى زيادة الضغط على الموارد مثل المياه والكهرباء.

7. عدم تقييم الاثر البيئي للمشروعات:

يتم تنفيذ المشاريع واسعة النطاق دون تقييمات كافية للأثر البيئي، مما يضر بالنظم البيئية المحيطة.

تسلط هذه الأمثلة الضوء على التحديات الملحة في دمج الاستدامة بالتصميم والبناء في الكويت. إن الانتقال إلى البناء المستدام ليس مجرد خيار بل خطوة أساسية نحو ضمان المسؤولية البيئية وجودة حياة أفضل للأجيال القادمة.

تطورات الاستدامة في الكويت:

في السنوات الأخيرة، سعت الكويت لتحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية وحماية البيئة، حيث تركز هذه الجهود على تحسين كفاءة استهلاك الموارد وتقليل الانبعاثات الكربونية وتعزيز استخدام مصادر الطاقة المتجددة. فيما يلي أبرز التطورات الأخيرة في هذا المجال:

1. **مشروع الشقايا للطاقة المتجددة:** يعد من أبرز المشاريع التي تهدف إلى زيادة الاعتماد على الطاقة النظيفة، حيث يهدف إلى توليد 15% من الكهرباء من مصادر متجددة بحلول 2030، من خلال مزيج من الطاقة الشمسية والرياح.

2. **مشروع الدبدبة للطاقة الشمسية:** ويهدف إلى إنتاج 1,500ميجاوات من الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية، مما يساهم في تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري وتقليل الانبعاثات الضارة.
3. **مركز الشيخ جابر الأحمد الثقافي:** يعتمد على أنظمة تهوية طبيعية وتقنيات حديثة لتقليل استهلاك الطاقة والمياه.
4. **توسعة مجمع الأفنيوز:** يعتمد على الإضاءة الطبيعية لتقليل استهلاك الكهرباء ويضم أنظمة لإعادة تدوير المياه المستخدمة في التكييف والصيانة، مما يساهم في تقليل الهدر المائي.
5. **مدينة صباح الأحمد البحرية:** أول مدينة ساحلية مستدامة في الكويت، تعتمد على تقنيات حديثة في معالجة المياه وإعادة استخدامها وتوفر مساحات خضراء واسعة لتعزيز جودة الحياة وتقليل الأثر البيئي.
6. **مستشفى الجهراء الجديد:** يعتمد على معايير المباني الخضراء من حيث كفاءة استخدام الطاقة والمياه ويهدف إلى توفير بيئة مستدامة وصحية للمرضى والعاملين فيه.

تصميم الاستبانة:

يتكون الاستبيان من قسمين رئيسيين: القسم الأول يجمع معلومات عن المستجيب ووظيفته وسنوات خبرته. في حين تضمن القسم الثاني ثلاثة محاور: يتضمن المحور الأول 5 بنود لقياس درجة الوعي عن الاستدامة في البناء والتصميم، ويتضمن المحور الثاني 6 عناصر تهدف إلى قياس السلوك الحالي للمتخصصين والمؤسسات تجاه التصميم والبناء المستدام. وتضمن المحور الثالث 9 عناصر لقياس مستوى أهمية العوامل التي تعيق تطبيق البناء والتصميم المستدام وتم استخدام مقياس ليكرت الخماسي لقياس الاستجابات.

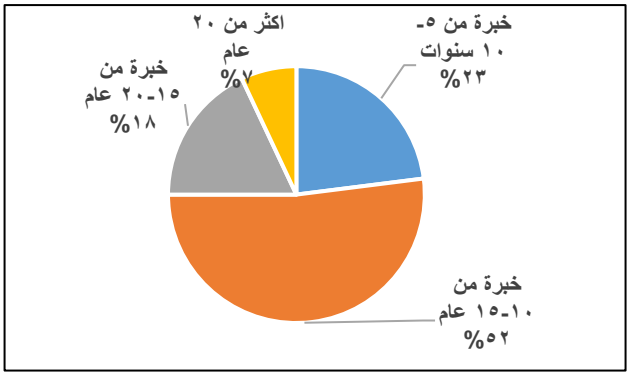
الدراسة والنتائج:

الأساليب الإحصائية المستخدمة في معالجة البيانات:

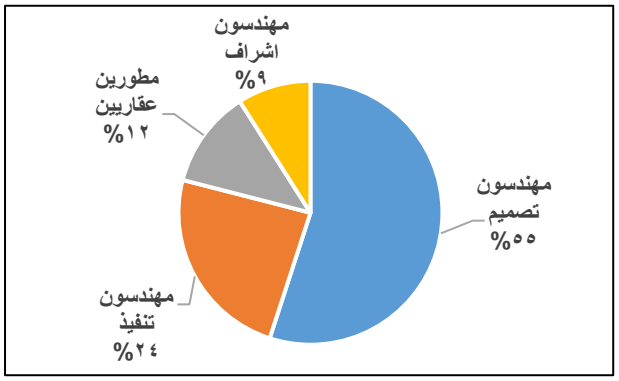
تم اجراء المعالجات الاحصائية باستخدام برنامج SPSS وقياس المؤشرات باستخدام المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لقياس كل من الاتجاه العام للاستجابات ومدى التشتت في الاستجابات كما تم قياس ترابط المحاور والاتساق الداخلي باستخدام معامل ارتباط بيرسون كما تم استخدام معامل ألفاكرونباخ لقياس مدى ثبات الاستبانة.

عينة الدراسة (استجابات الاستبانة):

قام بتعبئة الاستبيان (54) من الأطراف ذات الصلة من مهندسي التصميم والاشراف بمكاتب استشارية ومهندسي تنفيذ المشروعات بشركات مقاولات ومطورين عقاريين. ويوضح الشكل البياني رقم (1) توزيع سنوات الخبرة للمستجيبين حيث بلغت نسبة المستجيبين من ذوي الخبرة عشر سنوات فأكثر 77% بينما يوضح شكل رقم (2) وظائف المستجيبين حيث بلغت نسبة المهندسين المصممين 55% في حين بلغت النسبة لمهندسي التنفيذ والاشراف بالمواقع 33% ونسبة 12% من المطورين العقاريين.



شكل رقم (1) توزيع سنوات الخبرة للمستجيبين



شكل رقم (2) وظائف المستجيبين

قياس صدق الاستبانة:

1. قياس صدق الاتساق الخارجي:

تم عرض الاستبانة على بعض مديري التصميم الهندسي بالمكاتب الاستشارية ومديري مواقع بشركات مقاولات ومطورين عقاريين لمراجعة عناصر الاستبانة للتأكيد على قدرتها على قياس الأهداف حيث تم اجراء بعض التعديلات الضرورية.

2. قياس صدق الاتساق الداخلي:

صدق الاتساق الداخلي تم قياسه باستخدام برنامج SPSS، ويوضح الجدول (1) معامل الارتباط بين العناصر والمحاور المناظرة عند مستوى دلالة 0.01 حيث كانت قيمة معامل الارتباط بين 0.581 و0.84 مما يشير لصدق الاتساق الداخلي للاستبانة.

جدول (1) معاملات الارتباط بين العناصر والمحاور

المحور الاول		المحور الثاني		المحور الثالث	
العنصر	معامل الارتباط	العنصر	معامل الارتباط	العنصر	معامل الارتباط
1	0.682**	1	0.714**	1	0.798**
2	0.704**	2	0.691**	2	0.711**
3	0.581**	3	0.734**	3	0.830**
4	0.725**	4	0.819**	4	0.755**
5	0.643**	5	0.773**	5	0.641**
		6	0.609**	6	0.730**
				7	0.703**
				8	0.840**
				9	0.833**

** مستوى الدلالة 0.01

قياس ثبات الاستبانة:

تم قياس ثبات الاستبانة باستخدام طريقة معامل الفا كرونباخ ويوضح الجدول (2) ثبات المحاور والاستبانة بطريقة الفاكرونباخ حيث يتبين أن معامل الثبات للاستبانة حسب الفا كرونباخ بلغ (0.793) مما يدل على ثبات الاستبانة.

جدول (2) قياس ثبات محاور الاستبانة

المحور	عدد العناصر	الثبات بطريقة الفا كرونباخ
الأول	5	0.746
الثاني	6	0.833
الثالث	9	0.792
كل الاستبانة	20	0.793

نتائج محاور الدراسة:

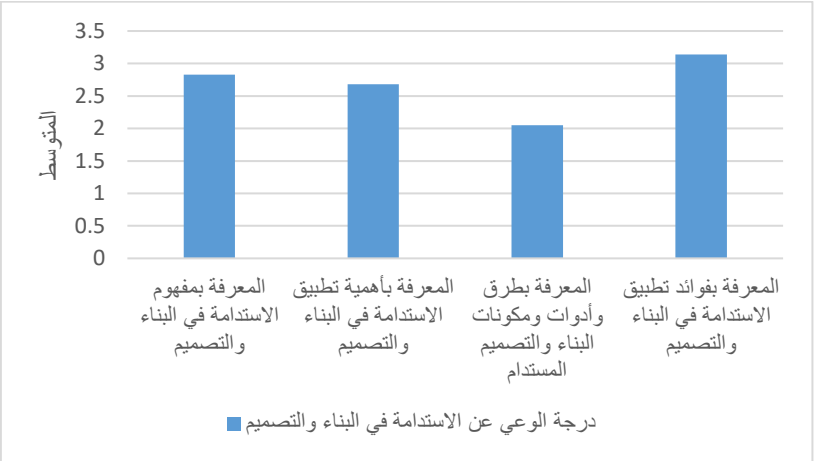
لقياس استجابات الاستبانة وتقييمها تم استخدام مقياس ليكرت الخماسي وحساب المتوسط والانحراف المعياري لكل عناصر الاستبانة وكانت نتائج المحاور على النحو التالي:

المحور الاول: (درجة الوعي عن الاستدامة في البناء والتصميم)

يوضح الجدول رقم (3) نتائج التحليل الاحصائي للمحور الأول ويشير الشكل (1) الى قيم المتوسط لعناصر المحور الأول.

جدول (3) نتائج التحليل الاحصائي لعناصر المحور الأول

م	العنصر	المتوسط	الانحراف المعياري	الاتجاه العام
1	المعرفة بمفهوم الاستدامة في البناء والتصميم	2.83	0.74	متوسط
2	المعرفة بأهمية تطبيق الاستدامة في البناء والتصميم	2.68	0.66	متوسط
3	المعرفة بطرق وأدوات ومكونات البناء والتصميم المستدام	2.05	0.72	ضعيف
4	المعرفة بفوائد تطبيق الاستدامة في البناء والتصميم	3.14	0.81	متوسط
5	المعرفة بطرق تنفيذ الاستدامة خلال مراحل المشروع	2.37	0.85	ضعيف
	متوسط المحور الاول	2.61		متوسط



شكل (1) قيم المتوسط لعناصر المحور الأول

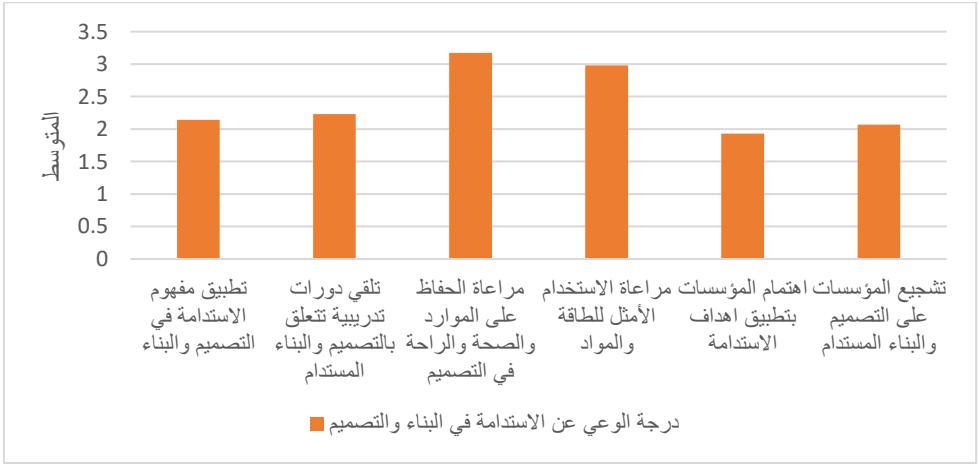
تشير نتائج تحليل المحور الى انخفاض الوعي بأهمية تطبيق الاستدامة وفوائدها وضعف المامهم الشامل بمفهوم الاستدامة في البناء وارتباطه بمؤشرات الاستدامة الأخرى، كما أظهرت النتائج ضعفا واضحا في المعرفة التفصيلية بطرق التنفيذ والمكونات الخاصة بالبناء المستدام وهو نتاج طبيعي لضعف دمجها بالمشروعات كما يدل على عدم توفر الفهم والتصور الكافي عن تطبيق مفاهيم الاستدامة في التصميم والبناء. وبصفة عامة تدل النتائج على المعرفة العامة عن مفاهيم الاستدامة في البناء والتصميم مع غياب الممارسة الفعلية.

المحور الثاني: (السلوك الحالي للمصممين والمؤسسات تجاه دمج التصميم والبناء المستدام)

يوضح الجدول رقم (4) نتائج التحليل الاحصائي للمحور الثاني ويشير الشكل (2) الى قيم المتوسط لعناصر المحور الثاني.

جدول (4) نتائج التحليل الاحصائي لعناصر المحور الثاني

م	العنصر	المتوسط	الانحراف المعياري	الاتجاه العام
1	تطبيق مفهوم الاستدامة في التصميم والبناء	2.14	0.76	ضعيف
2	تلقي دورات تدريبية تتعلق بالتصميم والبناء المستدام	2.23	1.03	ضعيف
3	مراعاة الحفاظ على الموارد والصحة والراحة في التصميم	3.17	1.06	متوسط
4	مراعاة الاستخدام الأمثل للطاقة والمواد	2.98	1.12	متوسط
5	اهتمام المؤسسات بتطبيق اهداف الاستدامة	1.93	0.91	ضعيف
6	تشجيع المؤسسات على التصميم والبناء المستدام	2.07	0.94	ضعيف
	متوسط المحور الثاني	2.43		ضعيف



شكل (2) قيم المتوسط لعناصر المحور الثاني

تشير نتائج تحليل المحور الى ضعف اهتمام المؤسسات وتشجيعها على تطبيق التصميم والبناء المستدام ويأتي ذلك في ظل غياب الحوافز الدافعة الى التخلي عن الأنماط التقليدية في التصميم والبناء وتبني طرق وأدوات أكثر استدامة كما أن عدم وجود قوانين ملزمة كان من العوامل التي ساعدت على ذلك، وانعكس ذلك بدوره على ضعف تطبيق مفاهيم الاستدامة واهمال الدورات التدريبية المتعلقة بها، بينما

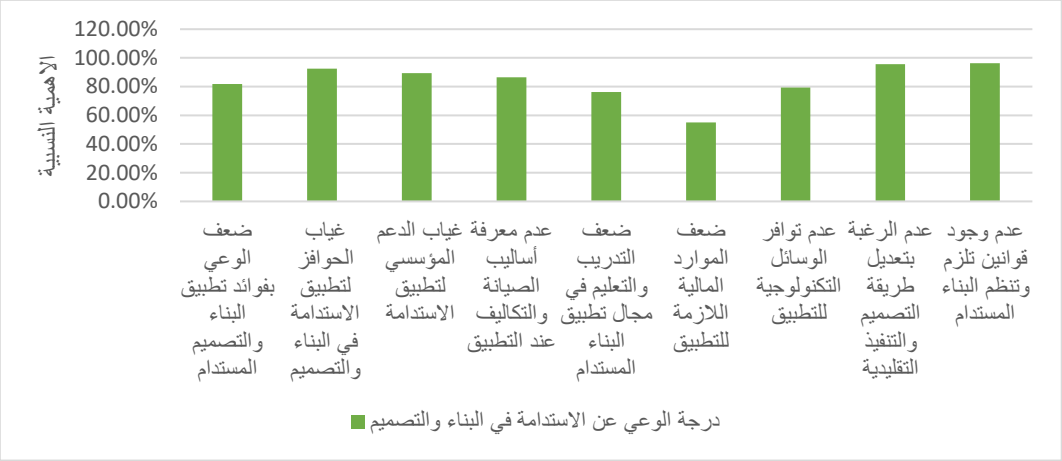
يظل الحفاظ على الموارد والصحة والاستخدام الأمثل للطاقة مرهونة بقدرات والرغبات الفردية للمصممين والمنفذين ومقيدة ببعض القواعد والاسس والقوانين التي تحكم العمل الهندسي.

المحور الثالث: (مستوى أهمية العوامل التي تعيق تطبيق البناء والتصميم المستدام)

يوضح الجدول رقم (5) نتائج التحليل الاحصائي للمحور الثالث ويشير الشكل (3) الى الأهمية النسبية للعوامل التي تعيق تطبيق البناء والتصميم المستدام.

جدول (5) نتائج التحليل الاحصائي لعناصر المحور الثالث

م	العنصر	المتوسط	الانحراف المعياري	الاهمية النسبية	الترتيب	الاتجاه العام
1	ضعف الوعي بفوائد تطبيق البناء والتصميم المستدام	4.09	0.93	%81.8	6	مهم
2	غياب الحوافز لتطبيق الاستدامة في البناء والتصميم	4.63	0.75	%92.6	3	مهم جداً
3	غياب الدعم المؤسسي لتطبيق الاستدامة	4.47	0.98	%89.4	4	مهم جداً
4	عدم معرفة أساليب الصيانة والتكاليف عند التطبيق	4.32	0.87	%86.4	5	مهم جداً
5	ضعف التدريب والتعليم في مجال تطبيق البناء المستدام	3.81	0.72	%76.2	8	مهم
6	ضعف الموارد المالية اللازمة للتطبيق	2.75	1.06	%55	9	متوسط
7	عدم توافر الوسائل التكنولوجية للتطبيق	3.97	0.88	%79.4	7	مهم
8	عدم الرغبة بتعديل طريقة التصميم والتنفيذ التقليدية	4.78	0.64	%95.6	2	مهم جداً
9	عدم وجود قوانين تلزم وتنظم البناء المستدام	4.82	0.69	%96.4	1	مهم جداً
	متوسط المحور الثالث		4.18			



شكل (3) الأهمية النسبية للعوامل التي تعيق تطبيق البناء والتصميم المستدام

تشير نتائج تحليل المحور الى أن غياب القوانين التي تلزم وتنظم البناء المستدام كان من اهم العوائق التي واجهت تطبيق الاستدامة في البناء فضلا عن عدم الرغبة في تغيير الطرق التقليدية في البناء واستبدالها بطرق مستدامة وغياب الدعم المؤسسي للتطبيق، لتضعف كافة الحوافز الخارجية والداخلية على تطبيق الاستدامة في البناء. ومن أهم العوائق التالية كان ضعف المعرفة بطرق دمج الاستدامة بالتصميم والبناء وتكلفتها على المشروع وأساليب الصيانة اللاحقة وهي مرتبطة بشكل مباشر بضعف الوعي بفوائد دمج الاستدامة في البناء، في حين تراجعت أهمية توافر الوسائل التكنولوجية والموارد وضعف البيانات حول طرق تطبيق الاستدامة وضعف التدريب حيث سيكون من السهل اجتيازها إذا تم تجاوز العقبات الكبيرة المذكورة التي تحول دون تعميم تطبيق التصميم والبناء المستدام.

تأثير العوامل مجتمعة على تطبيق البناء والتصميم المستدام:

لقياس تأثير العوامل مجتمعة على تطبيق البناء والتصميم المستدام فقد تم تحليل الانحدار الخطي باستخدام برنامج SPSS حيث كان معامل التحديد $R2 = 0.895$ وهو ما يعني أن حوالي 89.5% من عوائق تطبيق البناء والتصميم المستدام يمكن تفسيرها بالعناصر الواردة بالمحور الثالث، كما أن العلاقة بين العناصر والمخرجات ذات دلالة معنوية ($F=3.20, p=0.017$) ، مما يدل على أن العوامل مجتمعة تفسر التأثير بشكل كبير.

العلاقات بين العوامل التي تعيق تطبيق البناء والتصميم المستدام:

تم قياس أثر العوامل والتداخلات والعلاقات فيما بينها باستخدام معامل بيرسون للارتباط وكانت النتائج كالتالي:

- عدم الرغبة بتعديل طريقة التصميم والتنفيذ التقليدية ارتبط بعدم وجود قوانين ملزمة للتطبيق وغياب الدعم المؤسسي لتطبيق الاستدامة وغياب الحوافز لتطبيق الاستدامة وعدم معرفة أساليب الصيانة والتكاليف الإضافية عند التطبيق.
- ضعف الوعي بفوائد تطبيق البناء والتصميم المستدام ارتبط بضعف البيانات حول طرق تطبيق الاستدامة في البناء وضعف التدريب والتعليم في مجال تطبيق البناء المستدام.
- عدم معرفة أساليب الصيانة والتكاليف الإضافية عند التطبيق ارتبط بضعف التدريب والتعليم في مجال تطبيق البناء المستدام وضعف البيانات حول طرق تطبيق الاستدامة وعدم الرغبة بتعديل طريقة التصميم والتنفيذ.

بحث اهداف الدراسة في ضوء النتائج:

1. **تقييم مستوى وعي المتخصصين والمجتمع تجاه مفهوم الاستدامة:** تبين نقص مستوى الوعي لدى المتخصصين حيث بلغت النسبة المتوسطة لمعرفة مفهوم واهمية وطرق وفوائد الاستدامة بلغ 52%، في حين تلاحظ ضعف ملحوظ في المعرفة بطرق وأدوات ومكونات البناء والتصميم المستدام وكذلك المعرفة بطرق تنفيذ الاستدامة خلال مراحل المشروع.
2. **التحقق من سلوك المهندسين والمتخصصين والمنظمات تجاه الاستدامة:** تبين ضعف اهتمام المتخصصين والمؤسسات بالتصميم والبناء المستدام وربما تعزي أهم الأسباب الى عدم الرغبة بتعديل طريقة التصميم والتنفيذ التقليدية وعدم وجود قوانين ملزمة ونقص الوعي بفوائد الاستدامة.
3. **تحديد الأهمية النسبية لصعوبات تطبيق التصميم والبناء المستدام في مشاريع البناء:** تشير النتائج الى أن غياب القوانين التي تلزم وتنظم البناء المستدام كان من اهم العوائق التي واجهت تطبيق الاستدامة في البناء فضلا عن عدم الرغبة في تغيير الطرق التقليدية في البناء واستبدالها بطرق مستدامة وغياب الدعم المؤسسي للتطبيق.
4. **قياس الوضع الحالي لتطبيق أساليب التصميم والبناء المستدام في مشاريع البناء:** في ضوء النتائج التي أظهرت ضعف الوعي للمتخصصين والمؤسسات تجاه الاستدامة في البناء وتراجع اهتمامهم بتطبيق الاستدامة والتحديات التي تعيق التحول الى البناء المستدام بالإضافة الى الممارسات التي أضرت بالاستدامة في البناء، فانه يمكن ان نخلص الى تطبيق التصميم والبناء المستدام ما زال ضعيفا وخاصة بالقطاع الأهلي، الا ان هناك مشروعات حكومية عديدة لتوفير الطاقة والاعتماد على المصادر الطبيعية المتجددة.
5. **إيجاد الحلول المناسبة لتطبيق التصميم والبناء المستدام:** تتطلب الحلول تكامل بين دور كل من الحكومة والمؤسسات، حيث يتمثل الدور الحكومي في نشر الوعي بفوائد الاستدامة وفرض تشريعات ملزمة لتطبيق الاستدامة في البناء مقرونة بحوافز تتمتع بها المنشآت المستدامة وانشاء دليل محلي لاشتراطات التطبيق في كافة مراحل المشروع، بينما يكمن الدور المؤسسي في الخروج عن النمط التقليدي في التصميم والبناء وتبادل الخبرات في مجال الاستدامة وتدريب الكوادر لديها للتطبيق ودمج تقنيات الذكاء الاصطناعي والاتمتة والتقنيات الحديثة في البناء المستدام.

نتائج الدراسة:

1. حاجة المشروعات بالكويت الى تطبيق الاستدامة في طرق التصميم والبناء حيث يوجد العديد من الممارسات في الطرق التقليدية للتصميم والبناء تضر بالاستدامة البيئية والمجتمعية مثل الإفراط في استخدام الواجهات الزجاجية وعدم الاعتماد على التهوية الطبيعية مقابل التهوية الصناعية التي تضر بالبيئة وتزيد من الانبعاثات الكربونية فضلا عن الاعتماد على مواد البناء غير المستدامة وعدم كفاية المساحات الخضراء في التصميمات والافراط في استخدام الموارد وعدم تقييم الاثر البيئي للمشروعات.
2. نقص الوعي والمعرفة بفوائد تطبيق الاستدامة في البناء والتصميم يعد من أهم العوائق التي تحول دون تطبيق أساليب الاستدامة، وضعف الالمام الشامل بين المتخصصين بمفهوم الاستدامة في البناء وارتباطه بمؤشرات الاستدامة الأخرى وطرق التطبيق.
3. وجود فجوة واضحة بين المعرفة وأساليب تطبيق الاستدامة لدى المتخصصين تجلى في ضعف المعرفة التفصيلية بطرق التنفيذ والمكونات الخاصة بالبناء المستدام فضلا عن غموض الرؤية حول تكاليف تطبيق الاستدامة مقارنة بالتكاليف التقليدية وعدم توفر الفهم والتصور الكافي أدى الى عدم رغبة المعنيين بمحاولة تطبيق مفاهيم الاستدامة في التصميم والبناء.
4. غياب القوانين التي تلزم وتنظم البناء المستدام وغياب الدعم المؤسسي للتطبيق كان من العوائق المهمة التي واجهت تطبيق الاستدامة في البناء فضلا عن عدم الرغبة في تغيير الطرق التقليدية في البناء واستبدالها بطرق جديدة، لتضعف كافة الحوافز الخارجية والداخلية على تطبيق الاستدامة في البناء.

5. ضعف التدريب والتعليم حول الاستدامة والمعرفة بأساليب الصيانة اللاحقة وهي مرتبطة بشكل مباشر بضعف الوعي بفوائد دمج الاستدامة في البناء وضعف البيانات حول طرق تطبيق الاستدامة في البناء فضلا عن عدم القيام بتوفير الوسائل التكنولوجية لتطبيق بعض عناصر الاستدامة وتخصيص الموارد المالية والفنية.
6. ضعف اهتمام المؤسسات وتشجيعها على تطبيق التصميم والبناء المستدام ويأتي ذلك في ظل غياب الحوافز الدافعة الى التخلي عن الأنماط التقليدية في التصميم والبناء وتبني طرق وأدوات أكثر استدامة، كما أن عدم وجود قوانين ملزمة كان من العوامل التي ساعدت على ذلك.
7. اظهر المتخصصون سلوكا إيجابيا فرديا تجاه الحفاظ على الموارد والصحة والاستخدام الأمثل للطاقة على عكس التوجه السائد للمؤسسات الخاصة التي يعملون بها من عدم الرغبة في تبني نهج الاستدامة في التصميم والبناء.
8. تزايد الاهتمام باستغلال الموارد الطبيعية المتاحة بالكويت من الطاقة الشمسية باستخدامها في توليد الكهرباء لبعض المشروعات منها مشروع شقايا ومبادرة شمسنا الكويت لتزويد المنازل بالكهرباء من الطاقة الشمسية وبعض المشروعات الحكومية والقطاع النفطي الا انها لا تزال محدودة وتقتصر على توفير الطاقة دون باقي الجوانب البيئية والاجتماعية.
9. توافرت العديد من عناصر الاستدامة في تصميم وبناء المسكن الكويتي قديما حيث تم بناؤه بالمواد الطبيعية التي يمكن إعادة تدويرها وتمتع بالتهوية والانارة الطبيعية والأسقف العالية والنوافذ المدمجة ومواد الواجهات التي عملت على تحسين التهوية والتبريد للغرف، فجمع بين المحافظة على البيئة وكفاءة الأداء الحراري ومراعاة الجوانب الاجتماعية والصحية والبيئية.
10. تشمل الآثار الأوسع نطاقًا لعدم تطبيق الاستدامة في التصميم والبناء اثارا اقتصادية لارتفاع تكاليف التشغيل والصيانة للمباني واثار بيئية لزيادة انبعاثات الكربون وتدهور النظام البيئي المحلي واثار اجتماعية لانخفاض جودة الحياة بسبب التصميمات التي تفشل في ملاءمة المناخ المحلي.

التوصيات:

- نشر الوعي المجتمعي بفوائد تطبيق طرق الاستدامة في التصميم والبناء بتنظيم حملات إعلانية توعوية وإقامة الفعاليات وتوسيع جهود التعليم والتوعية لعامة الناس لتشجيع التحولات في السلوك واختيار أنماط حياة تدعم الاستدامة.
- دمج ممارسات الاستدامة في التخطيط والبناء في الجامعات والمؤسسات التعليمية وتنظيم دورات تدريبية مكثفة للمتخصصين حول مفاهيم وأساليب ممارسات الاستدامة المناسبة محليا وتكلفتها وسبل ادارتها وتقييمها.
- التأكيد على الفوائد الاجتماعية لتطبيق الاستدامة ذات الأولوية بطبيعة الحال الى جانب الفوائد البيئية وتطوير نظام لتصنيف الاستدامة مناسب للكويت، بمراعاة الظروف المناخية والسياق الثقافي والموارد مع إعطاء الأولوية لدعم الطاقة المتجددة وخفض استهلاك المياه.
- ضرورة تقديم الدعم الحكومي والمؤسسي للتشجيع على دمج الاستدامة في التصميم والبناء وتقديم حوافز للمشاريع التي تطبق قواعد الاستدامة وتضمين متطلبات الاستدامة في عطاءات المشاريع الحكومية والخاصة وتخفيض رسوم تراخيص البناء للمشاريع الخضراء.
- تطوير التشريعات الخاصة بالبيئة وإلزام المؤسسات بتقييم الأثر البيئي للمشروعات على ان يكون ضمن الدراسات الأساسية الأولية للمشروع ويشكل عنصرا حاسما ضمن عناصر الموافقة على المشروع والتشجيع على تطبيق مبادئ الاستدامة في المشروعات في مراحل التصميم والتنفيذ واعتماد مواصفات بناء خضراء مُلزمة (مثل كودات الطاقة والمياه) تتضمن عزل حراري متقدم، واستخدام مواد مُستدامة، وإلزام المشاريع الجديدة (خاصةً التجارية والصناعية) بالحصول على شهادات استدامة معترف بها (مثل LEED أو GSAS) مُعدّلة لتناسب المناخ الحار.
- تشجيع ممارسات الاستدامة المتاحة والتي يمكن تطبيقها مباشرة مثل استخدام طاقة الشمس والرياح في انتاج الطاقة الكهربائية وتوفير المياه واستخدام مواد مستدامة مثل المواد المعاد تدويرها أو تلك التي يتم الحصول عليها من مصادر محلية وأنظمة التحكم الذكي في المباني وإعطاء الأولوية للمساحات الخضراء في التخطيط الحضري وتصميمات المباني بنسبة لا تقل عن 20% في المشاريع السكنية والتجارية.
- دراسة الجدوى الاقتصادية والاجتماعية والبيئية للبناء المستدام وتحليل تكاليف دورة الحياة للمشروع لضبط التكلفة والصيانة ومصاريف التشغيل حتى يمكن زيادة الوعي بين المتخصصين بشأن وفورات التكلفة على المدى الطويل والفوائد الأخرى للبناء المستدام.
- اعتماد منهجيات تشاركية لدمج وتبادل الخبرات في مجال الاستدامة وتشجيع التعاون بين المتخصصين والاستفادة من التجارب المماثلة.
- انشاء قاعدة بيانات جغرافية للمشروعات المستدامة بكافة المناطق توضح فعاليتها وأثرها الاقتصادي والاجتماعي والبيئي والاستفادة منها في دراسة الأثر البيئي للمشروعات المستقبلية.

- انشاء دليل تفصيلي بطرق تطبيق الاستدامة في مراحل المشروع من الفكرة الأولية حتى التشغيل بما يناسب البيئة المحلية، على ان يشمل طريقة حساب التكاليف لكل مرحلة وتفاصيل المواد المحلية الصديقة للبيئة لمساعدة المتخصصين على التطبيق واختيار المواد المستدامة المناسبة بناءً على التكلفة والجودة والأثر البيئي.
- دعم البحث والتطوير في مجال تطبيق الاستدامة في التصميم والبناء والتركيز على المعايير البيئية التي تنطوي على فوائد اجتماعية تناسب البيئة المحلية لدعم تغيير الوعي والسلوك المجتمعي نحو أهمية ممارسات الاستدامة
- نوصي بإجراء المزيد من الأبحاث حول الصعوبات التي تواجه تطبيق الاستدامة في البناء وتأثيرها على مؤشرات الاستدامة وارتباطها بالمجالات الأخرى ذات الصلة ودراسة تأثير العلاقات التفاعلية بين تلك الصعوبات والعوامل ودراسة أثرها التجميعي على تحقيق متطلبات الاستدامة وتمويل المشاريع البحثية التي تركّز على حلول التبريد السلبي أو المواد العازلة الحرارية المناسبة للبيئة الكويتية.
- إلزام المباني الجديدة بتركيب أنظمة طاقة شمسية لتغطية ما لا يقل عن 30% من احتياجاتها، إلى جانب تطوير شبكة ذكية لتعزيز تكامل مصادر الطاقة النظيفة. كما يتم تشجيع استخدام المواد المحلية الصنع، مثل الإسمنت منخفض الكربون، للحد من الانبعاثات الناجمة عن النقل. وإنشاء وحدة استدامة ضمن البلدية لمراقبة التزام المشاريع بالمعايير البيئية الخضراء وفرض العقوبات على المخالفين.
- دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي لتعزيز كفاءة الطاقة من خلال محاكاة استهلاك الطاقة في المباني، وتصميم أنظمة تبريد ذكية تقلل الاعتماد على الكهرباء. كما يشمل ذلك دمج أنظمة التنبؤ بالطاقة مع الشبكات الذكية لتحقيق توازن في الأحمال خلال فترات الذروة، وتحسين اختيار المواد الإنشائية عبر قواعد بيانات تحدد المواد الأقل انبعاثًا للكربون، إلى جانب توظيف الروبوتات المدعومة بالذكاء الاصطناعي في أعمال البناء وأتمتة المواقع وتصميم نماذج معمارية تعزز الاستفادة من الإضاءة والتهوية الطبيعية.

References:

1- Akadiri, P. O., Chinyio, E. A., & Olomolaiye, P. O. (2012). Design of a sustainable building: A conceptual framework for implementing sustainability in the building sector. Buildings, 2(2), 126–152.

2- Chang, A. S., & Tsai, C. Y. (2015). Sustainability design indicators: Roadway project as an example. Ecological Indicators, 53, 137–143

3- Hidayah, Z. I. (2011). Framework policy for sustainable construction in Malaysia. 2011 IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Applications (ISBEIA), Langkawi, Malaysia.

4- Hill, R. C., & Bowen, P. A. (1997). Sustainable construction: Principles and a framework for attainment. Construction Management and Economics, 15(3), 223–239.

5- Isnin, Z., Ahmad, S. S., & Yahya, Z. (2012). Challenge of the unknown building material substances for green adaptation projects. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 68, 53–62.

6- Iwaro, J., & Mwasha, A. (2013). The impact of sustainable building envelope design on building sustainability using an integrated performance model. International Journal of Sustainable Built Environment, 2(2), 153–171.

7- Jansen, L. (2003). The challenge of sustainable development. Journal of Cleaner Production, 11(3), 231–245.

8- Jones, B. (2014). Integrated project delivery (IPD) for maximizing design and construction considerations regarding sustainability. Procedia Engineering, 95, 528–538.

9- Marzbali, M. H., Abdullah, A., Razak, N. A., & Tilaki, M. J. M. (2011). A review of the effectiveness of crime prevention by design approaches toward sustainable development. Journal of Sustainable Development, 4(3), 160–172.

10- Ortiz, O., Castells, F., & Sonnemann, G. (2009). Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. Construction and Building Materials, 23(1), 28–39.

11- Rooshdi, R., Abed Elrahman, N., Baki, N., Majid, M., & Ismail, F. (2014). An evaluation of sustainable design and construction criteria for green highway. Procedia Environmental Sciences, 20, 180–186.

12- Ros, M. F. I. C., Ismail, Z., & Hassan, F. (2012). Establishing key elements for sustainable PFI projects: A critical literature review. Business, Engineering and Industrial Applications, 658–663.

13- Sadafi, N., Zain, M. F. M., & Jamil, M. (2012). Assessment of industrial and adaptable building components for a residential layout. International Journal of the Physical Sciences, 7(2), 338–348.

14- Burgan, B., & Sansom, M. (2006). Sustainable steel construction. Journal of Constructional Steel Research, 62(11), 1178–1183.

15- Sev, A. (2009). How can the construction industry contribute to sustainable development? A conceptual framework. Sustainable Development, 17(3), 161–173.

16- Shoubi, M. O., Bagchi, A., Barough, A., & Shoubi, M. A. (2014). Reducing the operational energy demand in buildings using building information modeling tools and sustainability approaches. Ain Shams Engineering Journal.

17- Tsai, C. Y., & Chang, A. S. (2012). Framework for developing construction sustainability items: The example of highway design. Journal of Cleaner Production, 20(1), 127–136.

18- Vasquez, R. V., & Klotz, L. E. (2013). Social sustainability consideration during planning and design: Framework of process for construction project. Journal of Construction Engineering and Management, 139(1), 80–89.

19- Windapo, A. O., & Rotim, J. O. (2012). Contemporary issues in building collapse and its implications for sustainable development. Buildings, 2(3), 283–299.

20- Yates, J. K. (2014). Design and construction for sustainable industrial construction. Journal of Construction Engineering and Management, 140(2), 1–10.

21- Liu, Y., & Wilkinson, S. (2023). Policy-driven sustainable construction practices: Lessons from net-zero carbon housing initiatives in Scandinavia. Building Research & Information, 51(5), 523–539.

22- Gupta, R., & Kua, H. W. (2023). Life cycle assessment of sustainable materials in infrastructure projects: Balancing cost and environmental impact. Construction and Building Materials, 400, 132670.

23- O'Connor, J., & Thompson, L. (2023). Social equity in green building certifications: A critical analysis of inclusivity in LEED and BREEAM frameworks. Building and Environment, 245, 110892.

24- Patel, S., & Nguyen, T. (2022). Bio-based materials in construction: Assessing durability and carbon sequestration potential in high-rise projects. Sustainable Production and Consumption, 34, 287–301.

25- Rodriguez, C., & Miller, T. (2022). Renewable energy integration in green building design: A comparative analysis of LEED-certified projects. Energy and Buildings, 275, 112450.