مجلة العلوم الشاملة
عدد خاص بالمؤتمر الدولي الثالث للعلوم والتقنية
المجلد (10)، العدد (37)، (نوفمبر2025)
ردمد: 3014-6266

Comprehensive Journal of Science
Volume (10), Issue (37), (NOV. 2025)
SICST2025, www.sicst.ly
ISSN: 3014-6266

آفاق تطبيق العمارة المستدامة في ليبيا

(دراسة ميدانية تحليلية)

د محمد فتحي العريبي [1] ، أ.م. إيهاب بن عيسى مرواس [2]

[1] المعهد العالي للتقنيات الهندسية القوارشة – بنغازي

[2] المعهد العالي للعلوم والتقنية – المرج

[1] M.F.Alareibi@hietg.edu.ly

[2] ehabbenissa@gmail.com

Prospects of Implementing Sustainable Architecture in Libya: A Field Study

[1] Mohamed F. ALAREIBI , [2] Ayhaab Bin Eisa Marwas

[1] Higher Institute for Engineering Technology Alqwarsha

[2] Higher Institute of Science and Technology ElMarj

Received: 30-09-2025; Revised: 10-10-2025; Accepted: 31-10-2025; Published: 25-11-2025

ملخص البحث:

إن الوضع الراهن في ليبيا خاصة بعد الانتهاء من الحرب وبدء انطلاق مرحلة إعادة الإعمار والترميم يوجب العمل على تصميم مشاريع هندسية على أحدث التقنيات في مجال الإعمار، وحيث أن العالم متجه نحو تطبيق معايير العمارة المستدامة؛ لما لها من تأثير كبير على التنمية المستدامة، فإن هذه الدراسة تقدم توضيحاً عن مفاهيم العمارة المستدامة وتبحث في إمكانية تنفيذها.

تستهدف الدراسة تقييم عدداً من تقنيات العمارة المستدامة، ليتم تبنيها في مشاريع إعادة الإعمار المستقبلية، حيث تم البحث في التجارب الاقليمية لاختيار أنجع التقنيات في الدول المجاورة، وعلى ضوء ذلك تم تحديد التقنية التي توفرت لها أكثر فرص للتطبيق والنجاح، ومن ثم ترتيبها تنازلياً بحسب الدرجات الممنوحة لها بعد تقييمها بعدة معايير تصميمة وبيئية وتنفيذية، من أجل صياغة رؤية واضحة نحو أفضل التقنيات المستدامة التي توفرت لها مؤشرات النجاح وإمكانية التطبيق في المشاريع الهندسية المستقبلية لإعادة الإعمار.

كما قدمت الدراسة تحليلاً لمعوقات تبني تقنيات العمارة المستدامة في ليبيا من وجهة نظر المؤسسات الهندسية ذات الخبرة في التعاملات مع الجهات الحكومية والموردين وأصحاب المشاريع، واطلاعهم على التكاليف والمصاريف للمشاريع الهندسية وصولاً إلى توصيات تعزز الاستفادة من عناصر العمارة المستدامة .

الكلمات المفتاحية: العمارة المستدامة، الإعمار، تقنيات

Abstract

The current situation in Libya, particularly in the aftermath of conflict and the onset of reconstruction and rehabilitation efforts, necessitates the design of engineering projects based on the latest technologies in the field of construction. Given the global shift toward the implementation of sustainable architecture standards—due to their profound impact on sustainable development—this study aims to elucidate the core concepts of sustainable architecture and examine its applicability in the Libyan context.

The study seeks to evaluate a number of sustainable architectural technologies with the objective of adopting them in future reconstruction projects. It explores regional experiences to identify the most effective techniques implemented in neighboring countries. Based on this analysis, the technologies with the highest potential for successful application were identified and ranked in descending order according to scores assigned through a set of design, environmental, and implementation criteria. This process facilitates the formulation of a clear vision for the most promising sustainable technologies suitable for future engineering reconstruction initiatives.

Furthermore, the study provides an analysis of the challenges hindering the adoption of sustainable architectural technologies in Libya, drawing from the perspectives of engineering institutions experienced in dealings with government agencies, suppliers, and project owners, as well as their familiarity with the costs and expenditures of engineering projects. Finally, the study offers a set of recommendations aimed at enhancing the integration and benefits of sustainable architectural elements.

Keywords: Sustainable architecture, reconstruction, technologies.

1. مقدمة

العمارة المستدامة هي تصميم المباني بأسلوب يحترم البيئة وخصائصها، وينسجم معها دون تنافر أو تكلف، مع الأخذ في الاعتبار أهمية تقليل استهلاك الطاقة والمواد والموارد، مع تخفيض تأثيرات الإنشاء والاستعمال على عناصر البيئة المحيطة بالعمران، إضافة إلى تنظيم الانسجام مع الطبيعة لتحقيق منظومة وظيفية تشمل الجمال وبأقل التكاليف.

على الصعيد العالمي، تظل العمارة المستدامة هو الأساس المعتمد والأكثر شهرة في تشييد المباني الحديثة ومطابقتها للأسلوب الحديث، ولا تزال عملية البناء وتطبيق تقنيات العمارة الحديثة تمثل الجانب المهم في كافة عمليات الإعمار، كما أنها تشكل تحديا للباحثين والممارسين لنشر هذه الثقافة في مجتمعاتهم، وفي ليبيا وبنغازي بالأخص، عانى المجتمع والاقتصاد من خسائر بشرية ومالية نتيجة للحرب، وتتحمل وزارة التخطيط والهيئة العامة للإسكان في ليبيا المسؤولية الكاملة عن التشريع ونشر ثقافة العمارة المستدامة والعمارة البيئية.

ومن بعض أساليب العمارة المستدامة والتي تم تطبيقها هي التصميم السلبي والتي تعني التركيز على تحسين تصميم المبنى للاستفادة من الموارد الطبيعية، كضوء الشمس والرياح والظل، وذلك بهدف تقليل

الحاجة إلى التدفئة والتبريد والإضاءة الاصطناعية، ومن الأساليب ايضاً كفاءة استخدام الطاقة في المبنى حيث تؤكد العمارة المستدامة على استخدام الأنظمة والأجهزة الموفرة للطاقة لتقليل استهلاك الطاقة . ويشمل ذلك استخدام العزل عالي الأداء، وإضاءات الليد وأنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء الفعالة، ومصادر الطاقة المتجددة مثل الألواح الشمسية.

من أساليب العمارة المستدامة ايضاً المحافظة على المياه، بحيث يتضمن التصميم تقنيات توفير المياه مثل تجميع مياه الأمطار، وإعادة تدوير المياه الرمادية، وتركيبات السباكة الفعالة لتقليل استهلاك المياه، ومن أساليب العمارة المستدامة هو استخدام المواد المعاد تدويرها في تنفيذ المباني وذلك من خلال استخدام المواد المعاد تدويرها أو المستصلحة في البناء، بحيث يقل الطلب على الموارد الجديدة وتقلل من توليد النفايات، كما تتضمن العمارة المستدامة الحد من النفايات وإدارتها بفاعلية إذ يعد من الأولويات وذلك من خلال استراتيجيات مثل برامج إعادة التدوير، ومرافق التسميد، وأنظمة إدارة النفايات المناسبة، ومن أكثر الأساليب شيوعاً هو تنفيذ الأسطح والجدران الخضراء في المباني حيث يساعد دمج النباتات على الأسطح أو الجدران على تحسين العزل، وتقليل جريان مياه الأمطار، وتخفيف تأثير الجزر الحرارية الحضرية، وتحسين جودة الهواء.

من التقنيات ايضاً هو التصميم بما يراعي التهوية الطبيعية، حيث تصمم المباني بأنظمة تهوية مناسبة يسمح بتدفق الهواء الطبيعي ويقلل الاعتماد على أنظمة التبريد الميكانيكية، وتتضمن أساليب العمارة المستدامة التصميم المناخي الحيوي والذي يأخذ في الاعتبار الظروف المناخية المحلية لتصميم المباني التي تزيد من الضوء الطبيعي إلى الحد الأقصى مع تقليل اكتساب الحرارة أو فقدانها على مدار العام، ومن الأساليب تقييم دورة الحياة، حيث يقوم تقييم دورة الحياة بتقييم التأثير البيئي للمبنى بدءًا من البناء وحتى الهدم من خلال النظر في عوامل مثل مصادر المواد، واستخدام الطاقة أثناء التشغيل، ومتطلبات الصيانة، وخيارات التخلص من النفايات في نهاية العمر الافتراضي، وأخيراً يجدر الإشارة إلى إعادة الاستخدام التكيفي، حيث يتم تعزيز إعادة الاستخدام التكيفي من خلال إعادة استخدام المباني أو المواد الموجودة لتقليل توليد النفايات بدلاً من هدم الهياكل القديمة.

في المجمل تهدف هذه الأساليب إلى إنشاء مباني صديقة للبيئة تقلل من استهلاك الموارد مع توفير مساحات معيشة مريحة لشاغليها.

2. أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة للبحث في إمكانية تطبيق تقنيات العمارة المستدامة في ليبيا، وذلك من خلال تحديد أهم عناصر ومعايير تقييم هذه التقنيات **للمقارنة المرجعية بين هذه التقنيات، كما تهدف هذه الدراسة لتقييم عدد من هذه التقنيات وترتيبها من حيث إمكانية التطبيق والنجاح، وتحديد أهم تقنية يمكن تطبيقها وتبنيها في ليبيا كتقنية عمارة خضراء يمكن أن يكون التأثير الإيجابي على إعادة الإعمار لتكون مواكبة لآخر التطورات في مجال البناء والإعمار.**

3. حدود الدراسة

تم وضع حدود الدراسة لتكون حدودها الموضوعية هي تقنيات العمارة المستدامة المتمثلة في توزيع أداة المسح على المستهدفين من الشركات الهندسية وشركات المقاولات حيث تم استهداف (180) مؤسسة هندسية مختلفة التخصصات، منها مكاتب تصاميم هندسية، مكاتب إشرافية، شركات مقاولات وتطوير عقاري، حيث تم تجميع الاستبيانات من المؤسسات المشاركة وكان عدد الاستبيانات النهائية (228) استبانة قابلة للتحليل من أصل (300) استبانة تم توزيعها.

الحدود الزمنية للدراسة هي المؤسسات التي تنفذ مشاريع قائمة في الفترة من عام 2020، وحتى تاريخ مايو 2025م، أما الحدود البشرية فتضمنت القائمين على إدارة المشروعات والإدارات الفنية في المؤسسات، ومسؤولي المواقع والمهندسين المشرفين والمصممين.

4. الإطار النظري للدراسة

4-1: المفاهيم والتعريفات

ذكر المعماري جيمس وانز في كتابه العمارة الخضراء أن الاستدامة تتطلب توظيف المهارات التي يستعملها المعماري بشكل أفضل كالتحليل، المقارنة، التأليف، والاستنتاج وهي تقود إلى الخيارات الجمالية التي لها أساس في الحقيقة بدلاً من الأنماط التشكيلية.

تعتبر العمارة الخضراء أو المباني والمدن الصديقة للبيئة، أحد الاتجاهات الحديثة في الفكر المعماري والذي يهتم بالعلاقة بين المباني والبيئة، ولكن ماذا نعني بقولنا إن هذا البناء يعتبر صديقا للبيئة؟ هذا يعني أمرين: الأول هو أن تشييد مبنى آمن للبيئة المحيطة به، وألا يتداخل بشكل كبير مع الحياة البرية (البيئة) الطبيعية، أي أنه لن يؤثر سلبا على البيئة الطبيعية، والثاني أن يتم إنشاء المبنى من مواد صديقة للبيئة المتوفرة محلياً والتي تم تصميمها بشكل جيد في عملية البناء بحيث لا تترك آثاراً سلبية على البيئة للحد من التلوث. (الطحان:2014)

إن المباني المستدامة هي مباني تصمم و تنفذ و تتم إدارتها بأسلوب يضع البيئة في اعتباره، كذلك فإن أحد اهتمامات المباني المستدامة يظهر في تقليل تأثير المبنى على البيئة إلى جانب تقليل تكاليف إنشائه و تشغيله (وليام ريد)، أما ستانلي ابيركرومبي فيرى أن العمارة المستدامة هي العمارة التي تهدف لإيجاد علاقة مؤثرة بين المبنى والأرض، أما سوزان ماكسمان ترى أنها العمارة التي تناسب ما يحيط بها ومتوافقة مع معيشة الناس ومع جميع القوى المحركة للمجتمع، أن مشكلة الإنسان مع الطبيعة تتجلى في ضرورة إعطاء الطبيعة صفة الاستمرارية بكفاءة كمية المصدر للحياة (سلفيني: 2001). [1]

مبادئ العمارة المستدامة هي الحفاظ على الطاقة من خلال استعمال وترشيد استعمال الطاقة واستعمال الموارد الطبيعية في الإضاءة والتكييف والتدفئة عوضاً عن الطاقة الكهربائية، والمبدأ الثاني من مبادئ العمارة المستدامة هو التكيف مع المناخ ففي اللحظة التي ينتهي فيها البناء يصبح جزء من البيئة

ومعرضاً لنفس تأثيرات الشمس أو الأمطار أو الرياح أو أية مؤثرات أخرى موجودة في البيئة، فإذا استطاع المبنى أن يواجه الضغوط والمشكلات المناخية و في نفس الوقت يستعمل جميع الموارد المناخية و الطبيعية المتاحة من أجل تحقيق راحة الإنسان داخل المبنى فيمكن أن يطلق على هذا المبنى بأنه متوازن مناخياً، أما المبدأ الثالث هو التقليل من استخدام الموارد الجديدة من خلال حث المصممين على تقليل الموارد الجديدة في المباني التي يصممونها و تصميم المباني و إنشائها بأسلوب يجعلها هي نفسها أو بعض عناصرها –في نهاية العمر الافتراضي لهذه المباني– مصدراً لمباني أخرى، لأن الموارد على مستوى العالم صارت قليلة لإنشاء مباني للأجيال القادمة، خاصة مع الزيادات السكانية المتوقعة، حيث تطبيق هذا المبدأ يستلزم من العاملين في مجال البناء الاهتمام بوضع أساليب و أفكار مختلفة و مبتكرة في نفس الوقت، مع مراعاة استخدام مواد البناء والمنتجات التي تؤدي لحفظ البيئة عالمياً. (وزيري: 2003)

المبدأ الثالث هو احترام الموقع حيث يطأ المبنى الأرض بشكل وأسلوب لا يعمل على إحداث تغييرات جوهرية في معالم الموقع، ومن وجهة نظر مثالية ونموذجية أن المبنى إذا تم إزالته أو تحريكه من موقعه فإن الموقع يعود كما كان لسابق حالته قبل أن يتم بناء المبنى، أما مبدأ احترام العاملين والمستعملين للمبنى التصميم الشامل. (محروس: 2013)

أما معايير تصميم المباني الصديقة للبيئة (الخضراء) هي استخدام الطاقات الطبيعية، واستعمال مواد البناء الصديقة للبيئة، وتبني أساليب الحفاظ على الماء داخل المباني، والمحافظة على جودة الهواء داخل المباني، واستعمال المصادر الطبيعية لإضاءة فراغات المبنى، مع اعتماد فلسفة استعمال الألوان ودرجة امتصاصها للشعاع الشمسي، ومراعاة التصميم الصوتي وتجنب الضوضاء والتأكيد على التصميم الآمن للمبنى، والمحافظة على الطابع المعماري المتوافق مع البيئة، وخلق حديقة للمبنى من أجل تأثيرها على الإيجابي على الانسان والبيئة. (قعدان: 2010)

التصميم المستدام هو التداخل بين العمارة والهندسة الكهربائية والميكانيكية والإنشائية، بالإضافة للاهتمام بالجماليات التقليدية للحجم والنسب والمقاييس والملمس، الظلال والضوء، وعليه فإن فريق تصميم المبنى يجب أن يهتم بالتكاليف طويلة المدى بيئياً واقتصادياً وبشريًا، وقد تم تحديد خمسة عناصر للتصميم المستدام هي: شمولية التخطيط والتصميم، إذ أن لها أكبر الأثر في كفاءة استخدام الطاقة مثل التصميم الشمسي الذي يستفيد من الطاقة الشمسية بالتوجيه المناسب، وكذلك الأمر للإضاءة الطبيعية والتبريد الطبيعي، أما العنصر الثاني هو اعتبار التصميم المستدام فلسفة بناء أكثر من كونه طراز مقترح للمبنى، والعنصر الثالث للتصميم المستدام هو أن لا تزداد تكلفة المباني المستدامة عن المباني التقليدية، كما أنها لا تختلف عنها في بساطة التصميم، والعنصر الرابع هو تكامل التصميم باعتبار كل عنصر من العناصر جزءٌ من الكل وضروري لنجاح التصميم. وخامساً اعتبار خفض استهلاك الطاقة والحفاظ على صحة الأفراد وتحسينها هدف يجب تحقيقه من خلال التصميم الموضوع للمبنى. (ياسين: 2011)

4-2: معايير رئاسة الطاقة والتصميم البيئي (LEED) (Leadership in Energy and Environmental Design)

هذا المعيار تم تطويره بواسطة المجلس الأمريكي للبناء الأخضر(USGBC) للمشاريع المتميزة في (LEED) وتم البدء بتطبيقه في عام (2000م) والآن يتم منح شهادة تطبيقات العمارة المستدامة في الولايات المتحدة الامريكية، حيث يهدف المعيار إلى إنتاج بيئة مشيدة أكثر خضرة ومباني ذات أداء اقتصادي أفضل، إن معايير(LEED) التي يتم تزويد المعماريين والمهندسين والمطورين والمستثمرين بها تتكون من قائمة بسيطة من المعايير المستخدمة في الحكم على مدى التزام المبنى بالضوابط المستدامة ، ووفقاً لهذه المعايير يتم منح نقاط للمبنى في جوانب مختلفة. (Smart Technologie: 2013)

تمنح (12) نقطة للتصميم من حيث استدامة الموقع، (10) نقاط لكفاءة استهلاك المياه، و(30) نقطة لاستهلاك الطاقة والأجواء الخارجية للمبنى، وتمنح (14) نقطة للمواد والموارد المستعملة في المبنى، كما تم تخصيص (19) نقطة لجودة البيئة الداخلية للمبنى، وأقل عدد من النقاط (7) نقاط فقط تم تخصيصها للابتكار في تشغيل المبنى، أما النقاط الإضافية فيمكن اكتسابها عند إضافة مزايا محددة للمبنى مثل : مولدات الطاقة المتجددة، أو أنظمة مراقبة غاز ثاني أكسيد الكربون، وبعد تقدير النقاط لكل جانب من قبل اللجنة المعنية يتم حساب مجموع النقاط الذي يعكس تقدير المبنى المقصود وتصنيفه، فالمبنى الذي يحقق مجموع نقاط يبلغ (39 نقطة) يحصل على تصنيف ذهبي وهذا يعني أن المبنى يخفض التأثيرات على البيئة بنسبة (50%) على الأقل مقارنة بمبنى تقليدي مماثل له، أما المبنى الذي يحقق مجموع نقاط مجموع نقاط يبلغ (52 نقطة) يحصل على تصنيف بلاتيني وهذا يعني أن المبنى يخفض التأثيرات على البيئة بنسبة (70%) على الأقل مقارنة بمبنى تقليدي مماثل له، وإن تقييم المباني بمثل هذه الطريقة يمكن أن يكشف لنا عدد المباني التقليدية التي لا تتمتع بالكفاءة، وبالتالي نتعرف على أسباب ذلك في ثنايا الأساليب المتبعة في تصميمها وتشييدها وتشغيلها.

إن التكلفة العالية للطاقة والمخاوف البيئية والقلق العام حول ظاهرة" المباني المريضة "المقترنة بالمباني الصندوقية المغلقة في فترة السبعينات، جميعها ساعدت على إحداث قفزة البداية لحركة العمارة المستدامة الخضراء. أما في الوقت الحاضر فإن" الاقتصاد "هو الباعث الرئيس على التحول والتوجه نحو التصاميم والمباني الأكثر خضرة (العمارة الخضراء). (محروس: 2013)

4-3: الدراسات السابقة

دراسة مؤسسة تقنيات التصميم الأخضر (Green Design Techniques:2013):

حيث بينت الدراسة الحقلية التي قامت بها مؤسسة تقنيات التصميم الأخضر، وذلك على (100) مبنى من المباني المستدامة في الولايات المتحدة، أن إدماج أساليب التصميم الأخضر للمبنى لا يعمل فقط على خفض استهلاك الطاقة وتقليل الأثر البيئي، ولكنه أيضاً يقلل من تكاليف الإنشاء وتكاليف الصيانة،

ويخلق بيئة عمل سارة ومريحة، ويحسن من صحة المستخدمين ويرفع من معدلات إنتاجيتهم، وأن التيار الأخضر في قطاع البناء يعمل على توفير تكاليف الطاقة على المدى الطويل.

دراسة التقنيات الذكية (Smart Technology:2013):

بينت الدراسة التي نفذتها مؤسسة التقنيات الذكية (Smart Technology:2013) أن المباني المستدامة تستهلك طاقة أقل (30%) مقارنة مع المباني التقليدية المماثلة، وإن أي تكاليف إضافية يتم دفعها في مرحلتي التصميم والبناء يمكن استعادتها بسرعة، كما بينت الدراسة أن تقليل تكاليف البناء الأولية يمكن أن يؤدي إلى مواد مهدرة وفواتير طاقة أعلى بصورة مستمرة، ولكن فوائد المباني المستدامة ليست مقصورة فقط على الجوانب البيئية والاقتصادية المباشرة، فهي أيضاً تجعل العاملين أكثر إنتاجاً في بيئة مريحة

دراسة (Rachel and Kaplan:2016):

أجرى هذه الدراسة المتخصصان في علم النفس البيئي بجامعة ميتشغان، بينت أن الموظفين الذين تتوفر لهم إطلالة على مناطق طبيعية من مكاتبهم أظهروا رضًا أكبر تجاه العمل، وكانوا أقل إجهاداً، كما أن تعرضهم للأمراض كان أقل.

دراسة (Stephen and Thomas:2012):

والتي كانت عن التغير في المصاريف التشغيلية لشركة انتقلت إلى مبنى منشأ بحسب تقنيات العمارة المستدامة حيث بينت الدراسة أن المصاريف التشغيلية قد هبطت إلى (15%) بعد نقل (2005) موظف والمردود الاقتصادي لهذه الزيادة في معدل الإنتاجية عوض المبالغ الإضافية التي أنفقت أثناء تشييد المبنى خلال عام واحد فقط. [10]

دراسة (Heschong Mahone: 2015):

بينت هذه الدراسة عن استعمال ضوء النهار الطبيعي في مراكز التسوق، أن الضوء الطبيعي يؤدي إلى رفع حجم المبيعات، وجد أن مبيعات (Skylights) كانت أعلى بنسبة (40%) في المخازن التسويقية التي تمت أضاءتها من خلال فتحات السقف، وبينت دراسة أخرى أن أداء الطلاب في قاعات الدرس المضاءة طبيعياً أفضل بنسبة (20%).

دراسة (الدريني:2014) :

والتي كانت عن إمكانية نجاح تقنية الأسطح المستدامة في إحدى المجمعات السكنية الحديثة في جمهورية مصر العربية، والتي حددت عناصر النجاح المتمثلة في التكلفة والصيانة والعوائد والآثار لهذه التقنية حيث بينت الدراسة أن المشاركين من ساكني هذا المجمع وافقوا بدرجة (4.12 من 5) على أنهم سيشاركون بفاعلية في تطبيق هذه التقنية في حال تم توفير الموارد اللازمة لإنشائها، كما بينت أن نسبة

(86.4%) من المشاركين لديهم الدراية بأعمال الزراعة البسيطة ويمكنهم الاهتمام بأسطحهم الخضراء، كما أوصت الدراسة بضرورة إصدار تعليمات إلى المعماريين بتبني تقنيات العمارة المستدامة المتمثلة في الأسطح الخضراء واستعمال مياه الأمطار، وتوظيف تقنيات توليد الطاقة من الرياح في تصاميمهم المعمارية وإقناع الملاك بأهمية العمارة المستدامة.

5. منهجية البحث وجمع البيانات

تم استخدام المنهج التحليلي الوصفي لهذه الدراسة، ومن خلال البحث والمراجعة في التقنيات التي تم دراستها وتطبيق بعض منها في المنطقة العربية والتي تتشابه في الظروف الجوية والتضاريس والعادات والمكونات المجتمعية مع دولة ليبيا فقد تم اختيار خمس تقنيات من تقنيات العمارة المستدامة وهي الأسطح الخضراء واستعمال الطاقة الشمسية وإعادة استعمال مياه الصرف الصحي، تقنية التصميم البيئي الذكي، وتقنية استعمال طاقة الرياح في توليد الطاقة الكهربائية.

6. الإطار العملي للدراسة:

6-1: الاستبانة وتقييمها

تم تصميم أداة المسح متضمنة عشرة فقرات تقريرية عن معايير نجاح تطبيق تقنية العمارة المستدامة وذلك لكل تقنية تم دراستها وهي: مناسبة التكلفة المادية للتقنية مع الفائدة المرجوة من تطبيقها بالمقارنة مع واقع تكاليف المشاريع الهندسية، سهولة الاستخدام بعد التنفيذ مع عدم التعقيد و قابلية التقنية للتكيف مع المتغيرات ونقلها من مكان لآخر، ومدى سهولة تنفيذ التقنية وتحوير الوضع القائم لتنفيذها، مدى إمكانية توفير الدعم الحكومي والتسهيلات لتحقيق التقنية نتائجها، مدى سهولة إعداد وتأهيل الكوادر الفنية الماهرة لتنفيذ التقنية، سهولة التسويق للتقنية واقتناع المجتمع لاقتناء وتبني التقنية، مدى توفر المواد محلياً والمعدات والتقنيات اللازمة لتنفيذ التقنية، ومدى تماشي التقنية مع البيئة الاجتماعية وعادات المجتمع الليبي، مدى سهولة توفير خدمات التشغيل والصيانة والدعم بعد التنفيذ، مدى توفر الظروف المناخية المساعدة على استدامة التقنية.

تم التأكد من صدق الاستبانة بعرضها على محكمين، وإجراء ما يلزم من تعديلات في ضوء مقترحات المحكمين، ثم تم قياس صدق الأداة من قبل متخصص في برنامج (SPSS)، وتحديد مدى الاتساق الداخلي لكل فقرات الاستبانة مع المجال الذي تنتمي إليه ، وتم حساب معاملات الارتباط بين كل فقرة من فقرات مجالات الاستبانة والدرجة الكلية للمجال نفسه، والتأكيد على الصدق البنائي لتحقق الأهداف التي تريد الأداة الوصول إليها، ومدى ارتباط كل مجالات الدارسة بالدرجة الكلية لفقرات الاستبانة.

6-2: المعالجة الإحصائية

أما المعالجة الاحصائية فقد تمت بتفريغ وتحليل الاستبانة من خلال برنامج التحليل الإحصائي (SPSS) ، واستخدام الاختبارات الإحصائية اللامعلمية ، وذلك بسبب أن مقياس الاستبانة هو مقياس ليكرت

الترتيبي من (1–5) وقد تم استخدام الأدوات الإحصائية المكونة من النسب المئوية والتكرارات والمتوسط الحسابي والمتوسط الحسابي النسبي يستخدم هذا الأمر بشكل أساسي لأغراض معرفة تكرار فئات متغير ما ويفيد الباحثين في وصف عينة الدارسة واختبار كرونباخ –ألفا لمعرفة ثبات فقرات الاستبانة.

تم تصميم قاعدة بيانات بسيطة بغرض تجميع نتائج الاستبيان وتلخيصها، ضمت العبارات والدرجات الممنوحة لكل عبارة من كل مؤسسة مشاركة لكل تقنية على حدى، ومن ثم تم حساب متوسط رأي المشاركين لكل عبارة من (5) وبجمع متوسط الآراء للعبارات التقريرية معايير التقييم يتم منح درجة كلية للتقنية من (5) وعلى ضوء ذلك تم تحديد التقنية التي توفرت لها أكثر فرص للتطبيق والنجاح ومن ثم ترتيبها تنازلياً بحسب درجاتها.

تم تحديد حجم العينة من خلال المعادلة رقم (1):

$$n = \left({}^{m}\Big/_{(1 + \frac{(m-1)}{N}} \right) \dots\dots\dots (1)$$

(N)حجم عينة من السكان محدود، و(m) حجم العينة من السكان غير محدود، يتم حسابه من المعادلة رقم (2)

$$m = \frac{z^2 * p * (1-p)}{e^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

(z) قيمة مستوى الثقة (1.645–1.960–2.575) هي مستويات الثقة عند (90%–95%–99%)

(p) قيمة درجة التباين بين عناصر العينة المستهدفة وقيمتها (0.5)

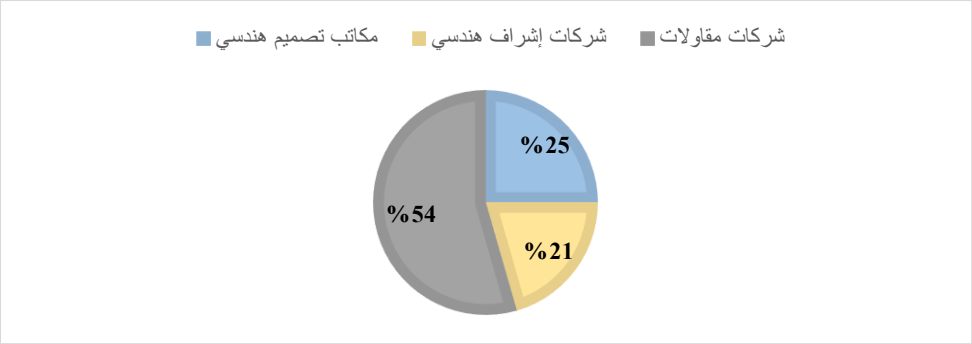
(e) هي قيمة خطأ الاختيار لنقطة الحد الأقصى، وعند مستوى ثقة قدره (95%) ومستوى أهمية (5%) يكون حجم العيمة غير محدد فإن تقدير قيمة (m) يمكن تحديده من خلال تطيق المعادلة رقم (2) كما يأتي:

$$m = \frac{1.96^2 * 0.50 * (1 - 0.50)}{0.05^2} = 385$$

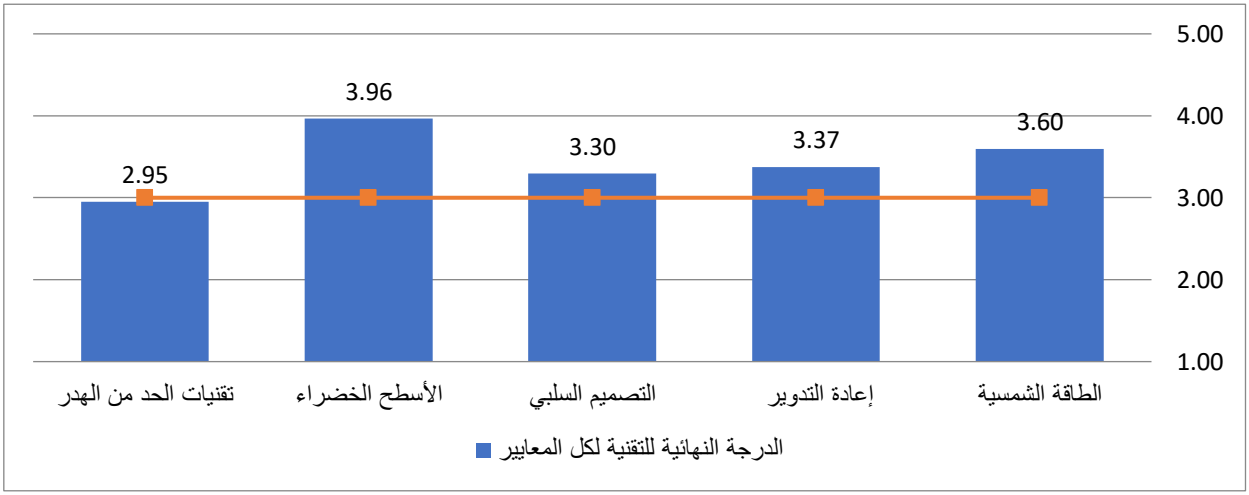
وباعتبار عدد شركات المقاولات والمكاتب الاستشارية المسجلة في قيد الغرفة التجارية ببنغازي خلال العام 2025م هي 450 مؤسسة بالتالي فإن حجم العينة يمكن حسابته من المعادلة الآتية:

$$n = \left({}^{385}\Big/_{(1 + \frac{(385-1)}{450}} \right) = 208$$

6-3: خصائص عينة الدراسة



شكل (1) :

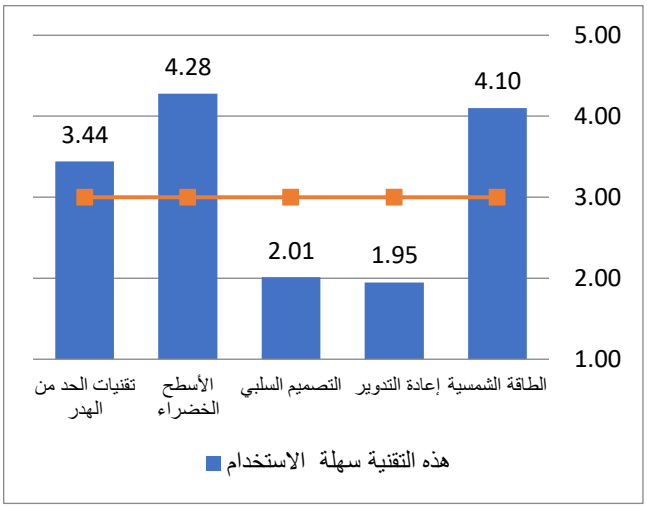


توزيع المشاركين على فئات الشركات المشاركة في الدراسة

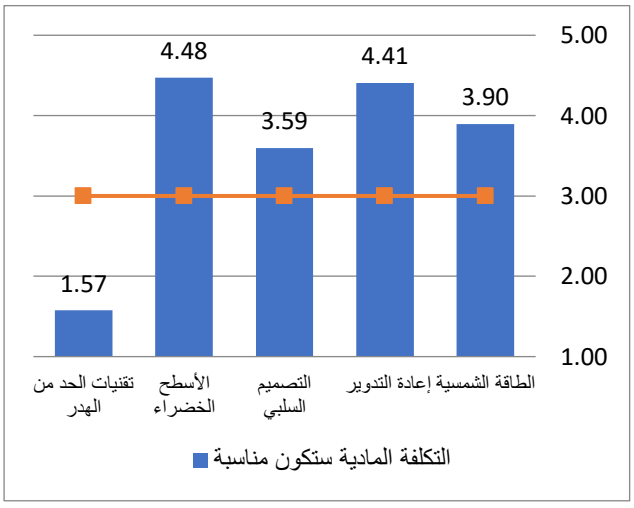
6-4: نتائج وتحليل الدراسة:

- المتوسط الحسابي لجميع التقنيات (3.44 من 5) والمتوسط النسبي (68.8%)، والقيمة الاحتمالية (0.000=Sig) وهذا يدل أن درجة الاستجابة للمجال زاد عن درجة الحياد، وهذا يعني أن هناك موافقة بسيطة جداً من أفراد العينة على أن هناك إمكانية لتطبيق الخمس تقنيات للعمارة المستدامة المدروسة.
- المتوسط الحسابي لتقنية (**الأسطح الخضراء**) (3.96 من 5) والمتوسط النسبي (79.20%)، أي أن متوسط الاستجابة للفقرة زاد عن درجة الحياد، وهذا يعني أن هناك موافقة من المستجيبين على أن الأسطح الخضراء هي التقنية الأكثر حظاً في امتلاك فرص النجاح.

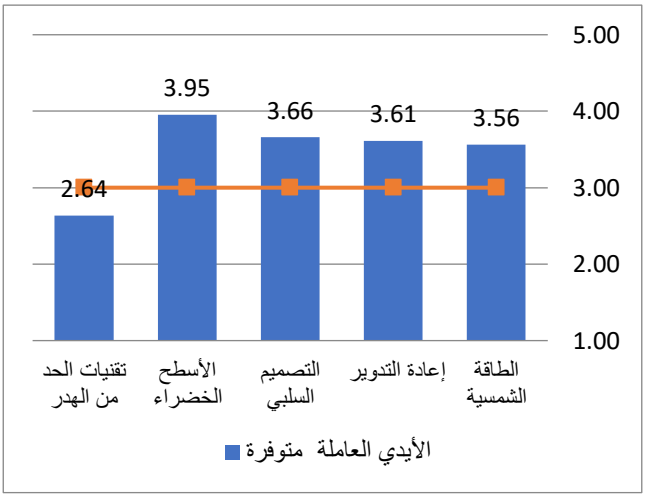
- المتوسط الحسابي لفقرة **(تقنيات الحد من الهدر)** يساوي (2.95 من 5) والمتوسط النسبي (59.0%)، ومتوسط الاستجابة للفقرة قل عن درجة الحياد، بما يثبت موافقة العينة على أن التقنيات هي الأقل فرصاً للنجاح بمنطقة الدراسة.



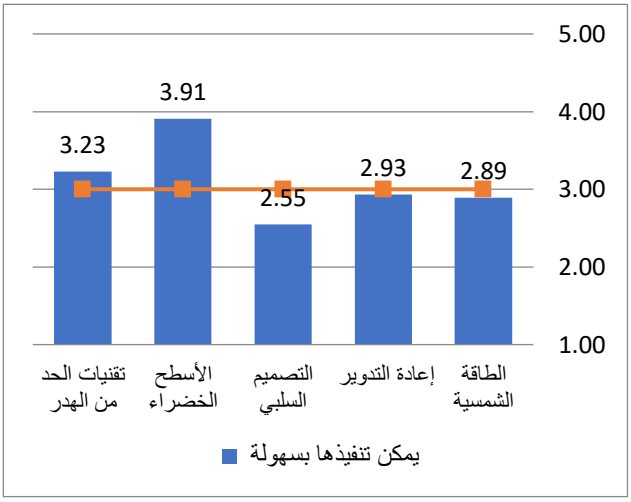
شكل (3) : تقييم التقنيات المدروسة من ناحية سهولة الاستخدام



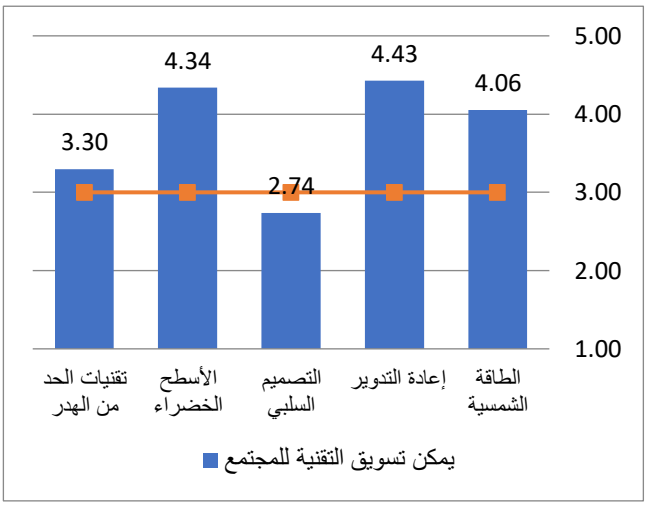
شكل (4) : تقييم التقنيات المدروسة من ناحية التكلفة المادية



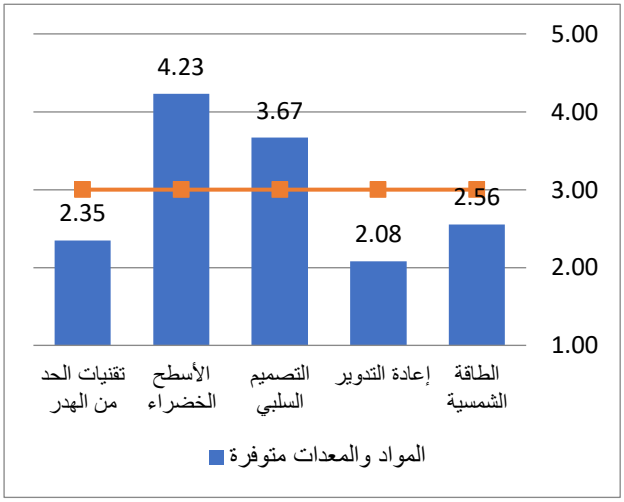
شكل (5) : تقييم التقنيات المدروسة من حيث توفر العمالة



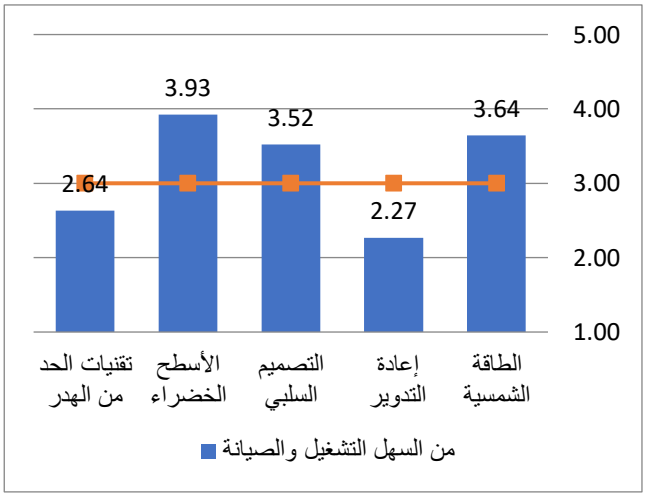
شكل (6) : تقييم التقنيات المدروسة من ناحية سهولة التنفيذ



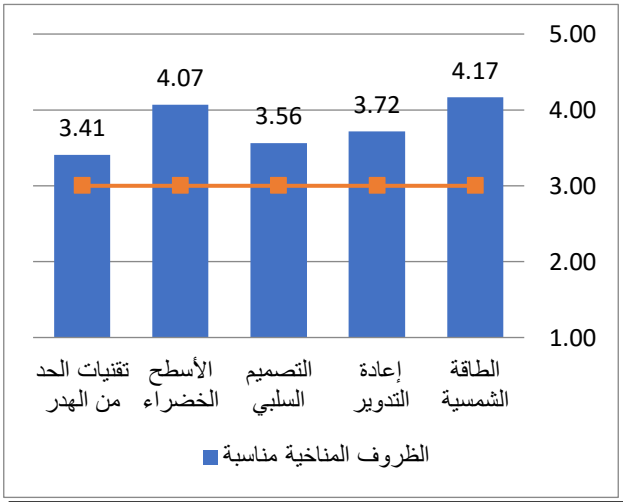
شكل (7) : تقييم التقنيات المدروسة من ناحية إمكانية تسويقها



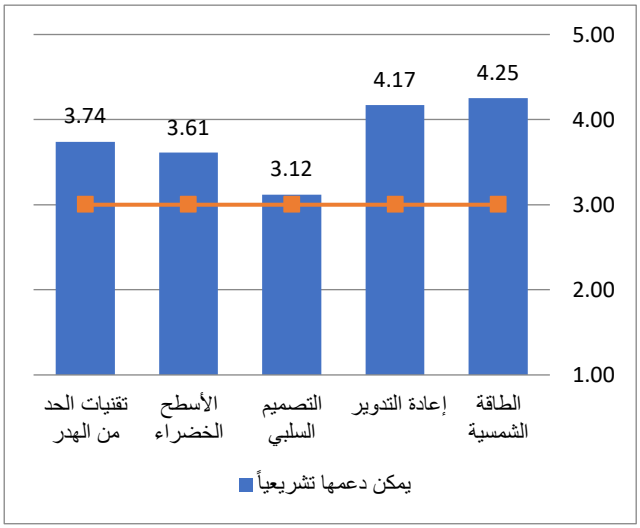
شكل (8) : تقييم التقنيات المدروسة من ناحية توفر المواد والمعدات

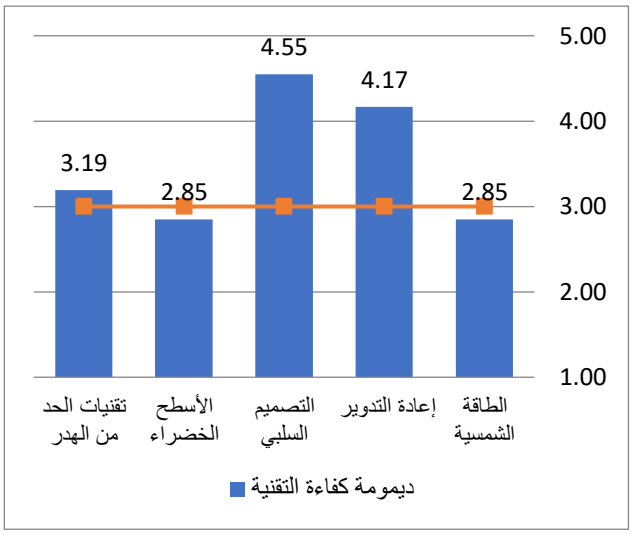


شكل (9) : تقييم التقنيات المدروسة من ناحية سهولة التشغيل



شكل (10) : تقييم التقنيات المدروسة من ناحية الظروف المناخية





شكل (11) : تقييم التقنيات المدروسة من ناحية الكفاءة شكل (12) : تقييم التقنيات المدروسة من ناحية الدعم التشريعي

كانت في الترتيب الأول تقنية الأسطح الخضراء بمتوسط نسبي (79.28)، حيث تعود أهميتها في معالجة التلوث الهوائي والتخلص منه كتقنية لاقت رواجاً مؤخراً في عدد من الدول العربية لسهولة تبنيها وكذلك عدم تعقيد التقنية وعدم اشتراطها توفير بنية تحتية أو توفير معدات وغيرها، كما احتلت الترتيب الأول في عدد من نقاط التقييم الأخرى حيث كانت الأكثر موافقة في مناسبة التكلفة المادية للتقنية لعدم تطلبها أية تجهيزات مكلفة، والأكثر موافقة في سهولة الاستخدام بعد التنفيذ لسهولة أعمال الصيانة والتغيير، الأكثر قدرة على التنفيذ مع وجود إمكانية لتحوير الوضع القائم، كما أنها لا تتطلب إعداد أو تأهيل الكوادر الفنية لتنفيذ التقنية كما أن المواد اللازمة لها متوفرة كما أنها سهلة الصيانة والتشغيل.

كانت في الترتيب الثاني تقنية استثمار الطاقة الشمسية بمتوسط نسبي (71.93)، حيث تم تدشين عدد من المشاريع تسعى لاستخدام الطاقة الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية وهي أكثر تقنية رأى المشاركون أنها التقنية التي توفرت لها الظروف الجوية المناسبة لاتساع رقعة ليبيا ووجود أراضي صحراوية ممتدة وكذلك عدد ساعات توفر الشمس خلال اليوم طويلة، مما يجعل الظروف المناخية مناسبة لنجاح هذه التقنية، كما تبين أنها التقنية التي يمكن دعمها تشريعياً من خلال دعوة المؤسسات العامة لتبني هذه التقنية في مبانيها وإلزامها بذلك،

في الترتيب الثالث تقنية إعادة التدوير للمخلفات ومواد البناء وكذلك المياه السوداء وغيرها بمتوسط نسبي (67.46)، فعلى سبيل المثال يتم إعادة تدوير المياه في عدد من الاستعمالات للاستفادة منها كما هو منتشر في العديد من الأقطار العربية المجاورة، كما أبدى المشاركون تأييدهم بأن هذه التقنية هي الأكثر

قدرة على مناسبة تكلفتها، وعدم احتياجها لأيادي عاملة ماهرة، وهي الأعلى من ناحية إمكانية تسويقها في المجتمع وتقبلها، وتوفير الدعم الكامل لها باعتبارها مشاريع حيوية.

في الترتيب الرابع التصميم البيئي السلبي، وهي تقنية يتم فيها تصميم وتنفيذ المبنى بما يراعي الظروف البيئية وتوجيه المبنى بيئياً للاستفادة من الرياح والشمس بتوفير التهوية الإنارة الطبيعية بما يوفر نحو (20%) من نفقات الإنارة، وتصميم وصناعة الواجهات من مواد بيئية معينة حيث أبدى المشاركون تأييدهم بأن هذه التقنية هي الأكثر تعقيداً من ناحية الاستعمال والتحوير حيث يتطلب الأمر تغيير جذري في وضعية ومواد البناء المستعملة في المباني كما أنها الأقل تأييداً من ناحية التسويق للفكرة ووجود توجه نحو رفض المجتمع لهذه التقنية التي قد تتطلب وضع واجهات كبيرة من الزجاج والأمر الذي يتضارب مع الخصوصية.

لدراسة العنصر الأكثر تأثيراً على تبني التقنية باعتبار التقنيات المستدامة الخمسة التي تم دراستها فإن المشاركين أبدوا توجهاً نحو الموافقة على توفر الظروف المناخية اللازمة لنجاح التقنيات الخمس، كما أن المشاركون يرون إمكانية تسويق هذه التقنيات المدروسة كون أن الهندسة المدنية والمعمارية مؤخراً صارت أكثر انفتاحاً وتقبلاً للتجديد.

7. آفاق التنفيذ وطرق تطبيق تقنيات العمارة المستدامة في ليبيا:

يُعدّ تنفيذ تقنيات العمارة المستدامة في ليبيا خطوة استراتيجية تتطلب تكامل الجهود بين القطاعين العام والخاص، من خلال وضع آليات عملية لتطبيق التقنيات الأكثر قابلية للنجاح التي حددتها الدراسة، وعلى رأسها تقنية الأسطح الخضراء واستثمار الطاقة الشمسية، يبدأ التنفيذ بمرحلة التخطيط المؤسسي عبر إنشاء وحدات متخصصة في البلديات ووزارات الإسكان والتخطيط لمتابعة تطبيق معايير البناء المستدام، على أن تُلزم المشاريع الجديدة بإدراج متطلبات بيئية ضمن مستندات التصميم والمواصفات التنفيذية.

كما يمكن اعتماد أدلة تصميم وطنية مستوحاة من معايير (LEED) و (BREEAM) مع تكييفها وفق الخصوصية المناخية والاجتماعية الليبية.

أما على مستوى التطبيق الفني، فيوصى بتنفيذ مشاريع نموذجية في المدن الكبرى مثل بنغازي وطرابلس ومصراتة لتجريب التقنيات المستهدفة وقياس كفاءتها التشغيلية والاقتصادية، يليها التوسع التدريجي وفق النتائج، حيث يتطلب التنفيذ إشراك الجامعات والمراكز البحثية في تطوير المواد المحلية القابلة لإعادة التدوير وتحسين أداء العزل الحراري، مع عقد شراكات فنية مع الشركات الدولية المتخصصة في الأنظمة الشمسية وتقنيات الأسطح الخضراء.

إن التطبيق الناجح يعتمد على إطار تمويلي وتشريعي محفّز، من خلال تقديم الإعفاءات الضريبية والقروض الخضراء للمستثمرين والمطورين العقاريين الذين يلتزمون بالمعايير المستدامة، وتفعيل الرقابة البيئية في مراحل ما قبل وأثناء وبعد التنفيذ.

ولضمان استدامة تطبيق هذه التقنيات، ينبغي إدراج مفاهيم العمارة الخضراء في المناهج التعليمية للهندسة والعمارة في التعليم العالي وبالأخص التعليم التقني والفني، وتنظيم برامج تدريبية للمهندسين والفنيين في مجال الصيانة والتشغيل المستدام.

إن هذه الخطوات العملية تشكل الأساس لبناء منظومة وطنية للعمارة المستدامة في ليبيا، تحقق أهداف إعادة الإعمار وتنسجم مع رؤية التنمية المستدامة 2030، وتضمن في الوقت ذاته الاستخدام الأمثل للموارد وتحسين جودة البيئة الحضرية.

8. التوصيات:

العمارة المستدامة هي العمارة التي تحترم البيئة وتحافظ عليها عن طريق تقليل استخدام الطاقة والموارد الطبيعية بالإضافة إلى الاستثمار الأمثل لمصادر الطاقة الطبيعية المتجددة، وتقليل تأثير المباني العمرانية على البيئة بالإضافة إلى توفير الانسجام بين المباني والطبيعة، بحيث تراعي المباني احتياجات الحاضر وحقوق الأجيال القادمة، لهذا فقد صار من المهم احترام قواعد العمارة المستدامة في إطار السعي إلى تحقيق التنمية المستدامة والمحافظة على الموارد الطبيعية المتاحة وفي حال تطبيق العمارة المستدامة على جميع خطط إعادة الإعمار فسيكون حتماً وضع المجتمع أفضل بكثير مما هو عليه اليوم، وعليه فإن هذه الدراسة تضع التوصيات الآتية:

- ضرورة زيادة وعي المخططين وسائر أصحاب المهن المرتبطة بالعمارة بأهمية العمارة المستدامة ونتائجها، وكذلك زيادة معرفتهم بمعاييرها وكذلك تدريس العمارة المستدامة وطرق وتقنيات تطبيقاتها ضمن المناهج الدراسية لتخصصات الهندسة المعمارية وتخطيط المدن.
- بينت الأبحاث أن العمارة المستدامة ترفع تكلفة البناء بنسبة تتراوح من (10–15%) من تكلفة البناء الأصلية لذا فإن الدراسة توصي بإجراء الدراسات عن كيفية تأثير تطبيق تقنيات العمارة المستدامة المقترحة على التكاليف الأساسية للبناء في ليبيا.
- الاهتمام بوضع خطط لتطبيق تقنية الأسطح الخضراء كون أن فرص نجاحها هي الأكثر توفراً إذا لا تتطلب هذه التقنية أية ترتيبات معقدة ولا تواجهها معوقات تمنع من تنفيذها سواء من ناحية الاقتناء والتبني أو من ناحية التكاليف مقارنة بفوائدها على التنمية المستدامة.
- الاهتمام بوضع خطط استثمارية للاستفادة من الظروف المناخية في ليبيا لتحقيق تنمية مستدامة وتوليد طاقات متجددة باستثمار الطاقة الشمسية وطاقة الرياح من خلال مشاريع تمولها الحكومة وتدعمها في إطار حزمة من مشاريع التنمية المستدامة.
- من خلال النتائج التي توصلت إليها الدراسة وتحليلها فإنه من المهم على الجهات الحكومية المعنية البدء في وضع خطة شاملة بهدف اختيار الطرق والوسائل المناسبة لتقديم الدعم الحكومي لتقنيات العمارة المستدامة، والسعي إلى نشر الوعي بأهمية هذه التقنيات وتقديم

المساعدة للراغبين في تطبيقها باستخدام أدوات مالية متنوعة لتوفير التمويل الحكومي والتسهيلات والإعفاءات الضريبية، والقروض للمبادرين إضافة إلى القروض الخضراء لتجديد العقارات.

9. المراجع:

1. سلفيني ،محي الدين، كتاب العمارة البيئية، الطبعة الثالثة، دار قابس للطباعة، تونس، الطبعة الثانية، 2001م.
2. قعدان، محمد عبد الكريم، كتاب الحياة الخضراء ، المباني الخضراء، العبيكان للنشر، المملكة العربية السعودية، الطبعة الثانية، 2010م.
3. علي حسين، عبد الحسين، طه إسماعيل، نبيل، " معوقات تطبيق الأبنية الخضراء في المدن العراقية"، 2019، المجلة العراقية لهندسة العمارة والتخطيط، المجلد 15، العدد الأول، يونيو 2019
4. لورانس، الطحان، تطبيق معايير العمارة الخضراء على الأبنية القائمة من عام 1950 إلى عام 1970(حالة دراسية–شارع بغداد)دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في علوم البناء والتنفيذ في كلية الهندسة المعمارية في جامعة دمشق، 2014م
5. محروس ، فرحات، كتاب ملوثات البيئة الداخلية للمباني وأعراض المباني المريضة، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، الكويت، الطبعة الأولى، 2013م.
6. محمود علي حماية، أسماء، العمارة المستدامة وأثرها على التصميم المعماري للمدارس بمرحلة التعليم الثانوي بمصر، بحوث في التربية الفنية والفنون، المجلد (21)، العدد الثاني، كلية التربية الفنية، جامعة حلوان، 2021م
7. وزيري، يحيى، كتاب التصميم المعماري الصديق للبيئة نحو عمارة خضراء، العربية للطباعة والنشر، القاهرة. الطبعة الأولى.2003م.
8. ياسين، عادل، كتاب العمارة المستدامة، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة ، الطبعة الأولى، 2011م.
9. الدريني، احمد فتحي، "العمارة الخضراء وإمكانيات التطبيق:دراسة ميدانية"، Journal of Engineering Science، المجلد الثاني، العدد الرابع، 2014م، الصفحات [178-187].
10. Heschong Mahone, "The sustainable buildings", Journal Management in Engineering, Volume No. [6], Issue No.[12], 2015, pages [22-26].
11. Rachel and Kaplan," the Green Building, The Right Choice", The Smart Engineering Journal, Volume No. [4], Issue No.[7], 2016, pages [34-36].
12. Smart Technology, the smart technology Journal, Volume No. [3], Issue No.[9], 2013, pages [112-114].

13. Stephen and Thomas, "the green city", Contemporary Trends in Environmental Design Journal, Volume No. [5], Issue No.[11], 2012, pages [13-17]
14. Strong, David & Burrows, Victoria (2017) “A Whole-System Approach to High-Performance Green Buildings” Artech House, Boston, London.