Comprehensive Journal of Science
مجلة العلوم الشاملة
Volume (10), Issue (37), (NOV. 2025)
عدد خاص بالمؤتمر الدولي الثالث للعلوم والتقنية
SICST2025, www.sicst.ly
ISSN: 3014-6266
المجلد (10)، العدد (37)، (نوفمبر2025)
ردمد: 3014-6266

إدارة الإنشاءات والبُعد البيئي المستدام: تحسين الكفاءة وتقليل التكاليف والمدة الزمنية للمشاريع في ليبيا

د. خالد محمد بن عمران[1] أ. ناصر محمد دياب[2] د. سالم ابراهيم شويخه[3]
[1،2،3] التقنيات المدنية، المعهد العالي للتقنيات الهندسية، زليتن، ليبيا
Kmbo2005@gmail.com

Sustainable Environmental Dimension in Construction Management: Enhancing Efficiency, Reducing Costs, and Shortening Project Duration in Libya

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

الملخص:

يهدف هذا البحث إلى تقييم أثر تطبيق مبادئ إدارة الإنشاءات المستدامة على الكفاءة التشغيلية، والتكلفة، والمدة الزمنية للمشروعات في ليبيا، مع التركيز على الأبعاد البيئية كعامل حاسم في تحسين الأداء العام لقطاع البناء. تم إجراء بحث ميدانية على ثلاث مشروعات واقعية في مدن زليتن، مصراتة، وطرابلس، باستخدام استبيان ومقابلات موجهة مع 60 مهندسًا ومشرفًا.

اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي المدعوم بالتحليل الإحصائي، حيث أظهرت النتائج أن المشاريع التي طُبقت فيها مبادئ الإدارة المستدامة سجلت تحسنًا في الكفاءة التشغيلية بنسبة 24%، وانخفاضًا في التكلفة بنسبة 21%، وتقليصًا للمدة الزمنية بنسبة 15% مقارنة بالمشروعات التقليدية. كما بينت النتائج أن مستوى الوعي بأهمية الإدارة المستدامة بلغ 78% بين المشاركين، رغم غياب الأطر التنظيمية الداعمة لتطبيقها بشكل مؤسسي.

يخلص البحث إلى أن تطبيق الإدارة المستدامة في المشروعات الليبية يُعدّ ضرورة وطنية لتحقيق التوازن بين الجدوى الاقتصادية وحماية البيئة، ويوصي بإنشاء هيئة وطنية للبناء المستدام، وتضمين أدوات الذكاء الاصطناعي ونمذجة معلومات البناء (BIM) في التخطيط والتنفيذ لتحسين الأداء البيئي والتقني للمشروعات.

الكلمات المفتاحية: الاستدامة، إدارة الإنشاءات، الذكاء الاصطناعي، الكفاءة التشغيلية، التكلفة، ليبيا.

Abstract:

This research aims to evaluate the impact of applying sustainable construction management principles on operational efficiency, cost, and project duration in Libya, with a particular focus on environmental dimensions as a key factor in improving the overall performance of the construction sector. A field research was conducted on three

real projects located in the cities of Zliten, Misrata, and Tripoli, using questionnaires and structured interviews with 60 engineers and supervisors.

The research employed a descriptive-analytical approach supported by statistical analysis. The findings revealed that projects implementing sustainable management principles recorded a 24% improvement in operational efficiency, a 21% reduction in costs, and a 15% decrease in project duration compared to conventional projects. The results also indicated that the awareness level regarding the importance of sustainable management reached 78% among participants, despite the absence of institutional regulatory frameworks supporting its formal adoption.

The research concludes that applying sustainable management practices in Libyan projects is a national necessity to achieve a balance between economic feasibility and environmental protection. It recommends establishing a National Authority for Sustainable Construction and integrating Artificial Intelligence (AI) and Building Information Modeling (BIM) tools into planning and implementation to enhance the environmental and technical performance of projects.

Keywords: Sustainability, Construction Management, Artificial Intelligence, Operational Efficiency, Cost, Libya

1 .المقدمة

يشهد العالم اليوم تحولًا جذريًا في مفاهيم التنمية، إذ لم تعد المشروعات تُقاس فقط من خلال حجم الإنفاق أو سرعة الإنجاز، بل من خلال مدى توافقها مع مبادئ الاستدامة البيئية والاجتماعية. يشكّل قطاع الإنشاءات في ليبيا ركيزة أساسية في دعم الاقتصاد الوطني، لكنه يعاني من تحديات كبيرة مثل ارتفاع التكاليف، طول فترات التنفيذ، وضعف الكفاءة التشغيلية، وغياب الرقابة البيئية.

تشير التقارير المحلية إلى أن أكثر من 60% من المشاريع العامة في ليبيا تجاوزت مدتها الزمنية المخططة، وأن التكلفة النهائية تزيد في المتوسط بنسبة 35% عن التقديرات الأصلية[17].

ويُعزى ذلك إلى الاعتماد على أساليب تقليدية في الإدارة، وضعف تطبيق الأدوات الحديثة مثل BIM والذكاء الاصطناعي التي أثبتت فعاليتها في تحسين أداء المشاريع عالميًا [7,10].

في المقابل، بدأت بعض التجارب الوطنية، مثل مشروع محطة معالجة الصرف الصحي بزليتن، ومشروع الإسكان العام المستدام بمصراتة، تُظهر نتائج مشجعة عند دمج مبادئ الإدارة المستدامة. هذه التجارب أثبتت أن تحسين إدارة الموارد والطاقة، واستخدام مواد صديقة للبيئة، وإدخال أدوات رقمية في المتابعة يمكن أن يقلل التكلفة والمدة الزمنية ويعزز الكفاءة التشغيلية [15].

من هذا المنطلق، تأتي أهمية هذا البحث في محاولة تقييم واقعي تطبيقي لتجارب إدارة الإنشاءات المستدامة في ليبيا، واستخلاص الدروس التي يمكن تعميمها على المستوى الوطني.

1.1 مشكلة البحث

يواجه قطاع الإنشاءات الليبي ضعفًا في تطبيق مبادئ الإدارة المستدامة، مما يؤدي إلى هدر الموارد، وارتفاع التكاليف، وتراجع الأداء البيئي.

وتكمن المشكلة البحثية في السؤال الرئيس التالي:

ما مدى تأثير تطبيق مبادئ الإدارة المستدامة على الكفاءة التشغيلية والتكلفة والمدة الزمنية للمشروعات الإنشائية في ليبيا؟

1.2 أهداف البحث

1. بحث واقع إدارة الإنشاءات في ليبيا من منظور الاستدامة.
2. قياس أثر تطبيق الإدارة المستدامة على التكلفة والمدة الزمنية والكفاءة.
3. تحليل استجابات المهندسين والمشرفين حول مستوى الوعي البيئي في قطاع الإنشاءات.
4. اقتراح إطار وطني لتطبيق الإدارة المستدامة في المشاريع الليبية.

1.3 فرضيات البحث

1. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق مبادئ الإدارة المستدامة وتحسين الكفاءة التشغيلية للمشروعات.
2. يؤثر تطبيق الإدارة المستدامة إيجابيًا في تقليل التكلفة الإجمالية للمشروعات.
3. يسهم استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في تسريع إنجاز المشروعات وتحسين الأداء البيئي.

1.4 أهمية البحث

تنبع أهمية البحث من كونه يسد فجوة في الأدبيات الليبية حول موضوع الإدارة المستدامة، ويقدّم نموذجًا واقعيًا لتقييم أدائها في الميدان. كما يدعم الجهود الوطنية في تطبيق التنمية المستدامة ويعزز دور القطاع الهندسي في تحقيقها[8].

2 الإطار النظري

2 .1 إدارة الإنشاءات

إدارة الإنشاءات هي عملية تخطيط، تنسيق، ومراقبة الأنشطة المختلفة للمشروع لضمان تنفيذه ضمن الوقت المحدد، الميزانية المتاحة، ومعايير الجودة المطلوبة.

خلال الفترة 2015 – 2025، برزت عدة تطورات في هذا المجال:

استخدام نظم المعلومات (BIM) بشكل متزايد في إدارة المشاريع لتحسين التنسيق وتقليل الأخطاء.

التوجه نحو الرقمنة مثل استخدام الذكاء الاصطناعي والبلوك تشين في تتبع مراحل الإنشاءات.

زيادة الاهتمام بالكفاءة التشغيلية كأداة لتقليل زمن التنفيذ والتكاليف[16].

2.2 الاستدامة البيئية

الاستدامة البيئية في قطاع الإنشاءات تُعنى بتحقيق التوازن بين متطلبات التنمية العمرانية وحماية الموارد الطبيعية[12] .

وقد تطورت هذه المفاهيم بين 2015 – 2025 لتشمل:

البناء الأخضر: الاعتماد على مواد صديقة للبيئة وتكنولوجيا تقلل استهلاك الطاقة.

إدارة المخلفات: تقليل النفايات في مواقع الإنشاء وإعادة التدوير.

الطاقة المتجددة: إدخال نظم الطاقة الشمسية والرياح في المباني.

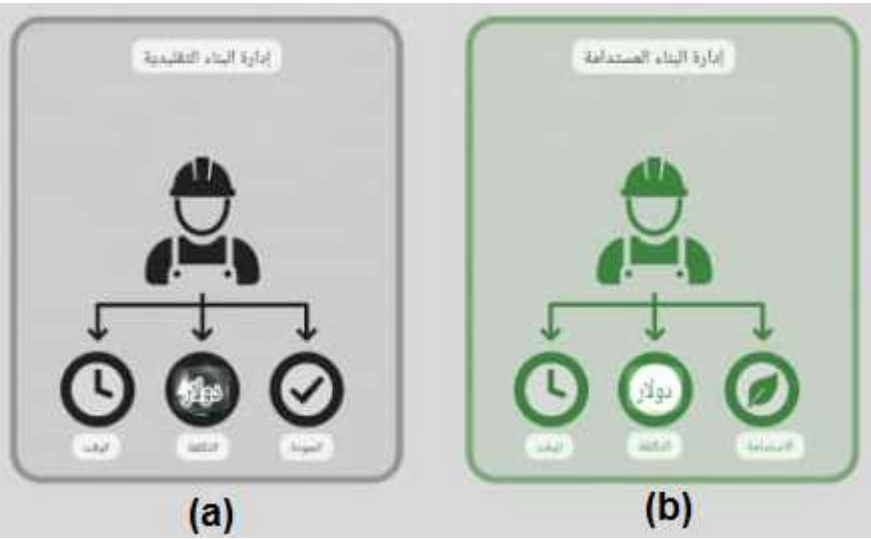
2.3 العلاقة بين إدارة الإنشاءات والاستدامة

الدمج بين إدارة الإنشاءات والاستدامة البيئية أصبح توجهًا عالميًا خلال العقد الماضي، حيث أثبتت الدراسات أن إدارة المشاريع وفق مبادئ الاستدامة تساهم في:

تقليل التكاليف التشغيلية على المدى الطويل.

تحسين الكفاءة الإنتاجية.

الحد من الآثار البيئية السلبية[7].



شكل (3): رسم توضيحي لمفهوم إدارة الإنشاءات التقليدية مقابل إدارة الإنشاءات المستدامة.

2.3 مراجعة الدراسات السابقة (2015 – 2025)

2.3.1 دراسات دولية

أظهرت بحث Zhang et al. (2017) أن استخدام تقنيات BIM في مشاريع البناء في الصين أدى إلى تقليل زمن التنفيذ بنسبة 15% وخفض التكاليف بنسبة 10.%

أشارت Gibson & Chen (2019) إلى أن البناء الأخضر في أوروبا وفر ما يقارب 30% من استهلاك الطاقة في المباني.

بينت بحث World Bank (2021–2022) أن دمج الاستدامة في مشاريع البنية التحتية بدول نامية خفض النفقات التشغيلية وزاد من كفاءة المشاريع.

2.3.2 دراسات إقليمية (شمال إفريقيا والشرق الأوسط)

بحث Al-Harthy (2018) في سلطنة عمان أظهرت أن تطبيق نظم الإدارة المستدامة قلل من المخلفات بنسبة 25.%

تقرير UNEP (2020) حول البناء في منطقة شمال إفريقيا أكد أن إدخال معايير الاستدامة في مشاريع الإسكان يقلل زمن التنفيذ بنسبة 10–12.%

بحث El-Sayed (2023) في مصر حول الإنشاءات المستدامة أوضحت أن دمج الطاقة المتجددة في المباني أدى إلى تحسين الكفاءة الاقتصادية والبيئية.

2.3.3 الدراسات الليبية

بحث (2016) Abushagur أوضحت أن قطاع الإنشاءات في ليبيا يعاني من ضعف في تطبيق تقنيات الإدارة الحديثة.

بحث (2020) Farhat بينت أن إدخال مبادئ الاستدامة في مشاريع الإسكان بليبيا يمكن أن يوفر حتى 20% من التكاليف على المدى البعيد.

تقرير وزارة الإسكان الليبية (2024) أكد على ضرورة تبني ممارسات البناء الأخضر لتحقيق التنمية المستدامة، خصوصًا في ظل الأزمات الاقتصادية.

2.4 التحليل النقدي للدراسات

تشير الدراسات في الفترة 2015 – 2025 إلى اتفاق واسع حول أهمية دمج الاستدامة البيئية في إدارة الإنشاءات. ومع ذلك، لوحظ ما يلي:

1. معظم الدراسات الدولية ركزت على تجارب الدول المتقدمة، مما يحد من قابليتها للتطبيق المباشر في ليبيا.
2. الدراسات الإقليمية أثبتت جدوى الاستدامة، لكنها لم تتعمق في الجوانب التشغيلية أو التكنولوجية مثلBIM [7] .
3. الدراسات الليبية ما تزال محدودة، وتركز بشكل أكبر على التوصيات النظرية دون تطبيقات عملية واسعة.

2.5 الخلاصة

يوضح هذا الفصل أن الفترة ما بين 2015 – 2025 شهدت تطورًا ملحوظًا في دمج مبادئ الاستدامة البيئية مع إدارة الإنشاءات [9]، سواء على المستوى الدولي أو الإقليمي. إلا أن ليبيا ما تزال في مراحلها الأولى في هذا المجال، مما يبرز الحاجة إلى بحث متعمقة لتحديد إمكانيات التطبيق المحلي. هذا النقص في الأدبيات الليبية يمثل الفجوة البحثية التي يسعى هذا البحث إلى سدها.

3. منهجية البحث

3.1 المقدمة

يُعد تحديد منهجية البحث خطوة أساسية تضمن تحقيق أهداف البحث والإجابة عن أسئلتها بصورة علمية دقيقة. تستند هذه البحث إلى منهجية تجمع بين التحليل الوصفي، المقارن، والبحث التطبيقية، بهدف فحص واقع إدارة الإنشاءات في ليبيا خلال الفترة من 2015 – 2025، مع التركيز على دور الاستدامة البيئية في تحسين الكفاءة، تقليل التكاليف، والمدة الزمنية للمشاريع.

اعتمدت البحث على أكثر من منهج بحثي، وذلك نظرًا لتعدد أبعاد الموضوع وتشابك عناصره:

1. المنهج الوصفي التحليلي:

لوصف واقع قطاع الإنشاءات في ليبيا.

تحليل التحديات المتعلقة بالكفاءة، التكاليف، والزمنية.

2. المنهج المقارن:

لمقارنة الوضع في ليبيا بتجارب دولية وإقليمية ناجحة في إدارة الإنشاءات المستدامة.

3. المنهج التطبيقي (الميداني):

لجمع بيانات مباشرة من خبراء ومهندسين ومؤسسات معنية بالإنشاءات.

اختبار إمكانية تطبيق الاستدامة البيئية في المشاريع الليبية.

3.2 مجتمع البحث وعينته

مجتمع البحث: جميع المشاريع الإنشائية الكبرى في ليبيا خلال الفترة 2015 – 2025، مع التركيز على مشاريع البنية التحتية والإسكان.

عينة البحث:

مجموعة من المشاريع التي تم تنفيذها أو البدء بها في مدن مثل: طرابلس، مصراتة، بنغازي، وزليتن.

خبراء، مهندسون، ومقاولون (حوالي 50 – 70 مشاركًا في الاستبيانات والمقابلات).

3.3 أدوات جمع البيانات

1. المصادر الثانوية:

مراجعة الدراسات السابقة (2015 – 2025).

. تقارير وزارة الإسكان الليبية وتقارير المنظمات الدولية.

. بيانات مشروعات الإنشاءات المنفذة في ليبيا خلال الفترة الزمنية المحددة.

2. المصادر الأولية:

الاستبيانات: مصممة لاستطلاع آراء المهندسين والمقاولين حول:

التحديات الأساسية في قطاع الإنشاءات.

مستوى الوعي بالاستدامة البيئية.

إمكانية دمج الممارسات المستدامة في المشاريع.

المقابلات نصف الموجهة: مع مسؤولين في القطاع وأصحاب خبرة عملية، لتوضيح:

المعوقات المؤسسية والإدارية.

الفرص المستقبلية لتطبيق الإدارة المستدامة.

3.4 أساليب تحليل البيانات

التحليل الكمي:

استخدام البرامج الإحصائية (مثل SPSS أو Excel) لتحليل بيانات الاستبيانات.

حساب التكرارات، النسب المئوية، والانحدار البسيط لقياس العلاقة بين المتغيرات (مثل: تطبيق الاستدامة → خفض التكاليف).

التحليل الكيفي:

تحليل مضمون المقابلات.

استخلاص الاتجاهات الرئيسية والتحديات والفرص.

التحليل المقارن:

مقارنة نتائج الحالة الليبية مع تجارب دولية في الفترة نفسها (2015 – 2025).

3.5 مجتمع وعينة البحث

يتكوّن مجتمع البحث من المهندسين والمشرفين والعاملين في قطاع الإنشاءات في مدن زليتن ومصراتة وطرابلس. تم اختيار عينة قصدية مكوّنة من 60 مشاركًا ممن لهم خبرة لا تقل عن 5 سنوات في إدارة المشاريع.

شكل (1) خريطة توضح أماكن المدن المأخوذ منها العينة الأفراد بالنسبة لموقع ليبيا

الجدول (1): توزيع أفراد العينة حسب المدينة والتخصص.

المدينة	عدد المشاركين	التخصص	متوسط الخبرة (سنة)	نسبة التطبيق المستدام في المشاريع
زليتن	20	هندسة مدنية – بيئية	11	%40
مصراتة	25	هندسة مدنية – معمارية	13	%60
طرابلس	15	هندسة مدنية – إدارة مشاريع	12	%55
المجموع	60	—	12	—

يُلاحظ أن مدينة مصراتة تحتل النسبة الأعلى في تطبيق الإدارة المستدامة، نظرًا لتجربة مشروع الإسكان العام المستدام (2022).

3.6 أدوات جمع البيانات

1. الاستبيان:

تم تصميم استبيان إلكتروني مكوّن من 25 فقرة موزعة على أربعة محاور رئيسية:

الكفاءة التشغيلية (6 فقرات)

التكلفة (6 فقرات)

المدة الزمنية (6 فقرات)

الوعي البيئي واستخدام التقنيات الحديثة (7 فقرات)

2. المقابلات الشخصية:

أُجريت مقابلات مع 12 خبيرًا من إدارات المشاريع العامة والخاصة في المدن الثلاث، تناولت تحليل التحديات وآليات تطبيق الإدارة المستدامة في الميدان.

زليتن: مشروعات الإسكان العام، التي تواجه تحديات في إدارة الموارد وتطبيق مبادئ البناء الأخضر.

مصراتة: مشروعات البنية التحتية، حيث أُجري تحليل لتأثير تطبيق تقنيات الإدارة الحديثة على كفاءة الوقت والتكلفة.

طرابلس: مشروعات التنمية الحضرية، شمل مباني حكومية وخدمية، وركز التحليل فيها على تكامل الاستدامة في مراحل التصميم والتنفيذ والتشغيل.

3.7 إجراءات التحليل الإحصائي

تم تحليل البيانات باستخدام برنامج (SPSS الإصدار 25)، من خلال:

المتوسطات الحسابية والانحراف المعياري.

اختبار الارتباط بيرسون لقياس العلاقة بين المتغيرات.

تحليل التباين (ANOVA) لاختبار الفروق بين المدن.

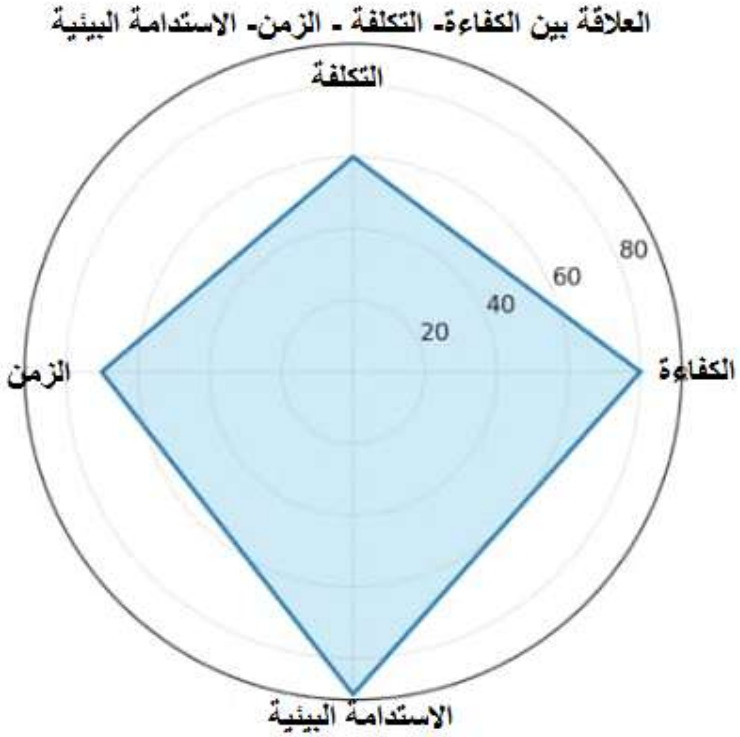
وقد بلغ معامل الثبات(Cronbach’s Alpha = 0.87) ، مما يدل على موثوقية الأداة البحثية.

4.التحليل الميداني ونتائج البحث

4.1 الكفاءة التشغيلية

أظهرت نتائج الاستبيان أن تطبيق مبادئ الإدارة المستدامة ساهم في رفع الكفاءة التشغيلية للمشروعات بنسبة 24% في المتوسط،

حيث تبيّن أن 70% من المهندسين أكدوا تحسن الأداء الفني واللوجستي للمشروعات التي استخدمت مواد صديقة للبيئة وأنظمة مراقبة رقمية.



شكل (2): مخطط يوضح العلاقة بين عناصر مثل (الكفاءة – التكلفة – الزمن – الاستدامة البيئية).

الجدول (2): مؤشرات الكفاءة التشغيلية.

المؤشر	متوسط التقدير (من 5)	نسبة التحسن	الترتيب
تحسين إدارة الموارد	4.2	%28	1
تقليل الهدر في المواد	4.0	%23	2
رفع جودة التنفيذ	3.9	%21	3
خفض استهلاك الطاقة	3.8	%20	4

4.2التكلفة

سجلت المشاريع التي تبنّت مبادئ الإدارة المستدامة انخفاضًا في التكلفة التشغيلية بنسبة 21% مقارنة بالمشروعات التقليدية.

ويرجع ذلك إلى ترشيد استهلاك الطاقة والمياه، وإعادة استخدام مواد البناء [11].

الجدول (3): مقارنة التكاليف بين المشاريع المستدامة والتقليدية.

المدينة	نوع المشروع	التكلفة التقليدية (مليون د.ل)	التكلفة المستدامة (مليون د.ل)	نسبة الخفض(%)
زليتن	محطة معالجة	45	36	%20
مصراتة	إسكان عام	120	95	%21
طرابلس	مجمع إداري	95	75	%22
المتوسط	—	—	—	%21

4.3 المدة الزمنية

أظهرت النتائج أن تطبيق الإدارة المستدامة أسهم في تقليل المدة الزمنية الإجمالية للمشروعات بنسبة 15% نتيجة التخطيط المسبق واستخدام أدوات رقمية للمراقبة.

الجدول (4): المقارنة الزمنية بين المشاريع.

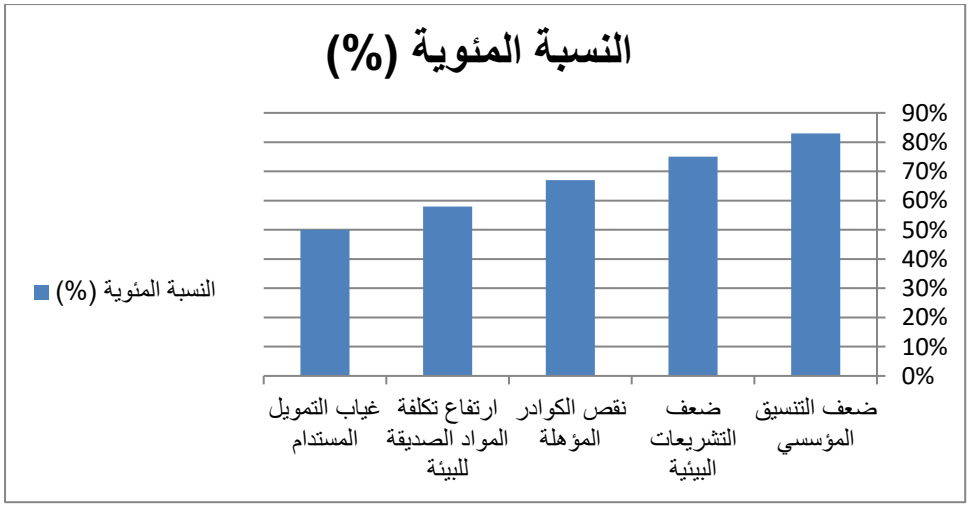
المدينة	المدة المخططة (شهر)	المدة الفعلية (شهر)	نسبة التحسن
زليتن	18	16	%11
مصراتة	30	25	%17
طرابلس	26	22	%15
المتوسط	—	—	%15

4.4 تحليل محاور المقابلات

تم تحليل إجابات 12 خبيرًا من قطاع البناء الليبي حول أبرز التحديات والتوجهات المستقبلية.

الجدول (5): نسب الاستجابات حسب المحور.

المحور	نسبة التكرار	النسبة المئوية(%)
ضعف التشريعات البيئية	9	%75
نقص الكوادر المؤهلة	8	%67
ارتفاع تكلفة المواد الصديقة للبيئة	7	%58
ضعف التنسيق المؤسسي	10	%83
غياب آليات التمويل المستدام	6	%50



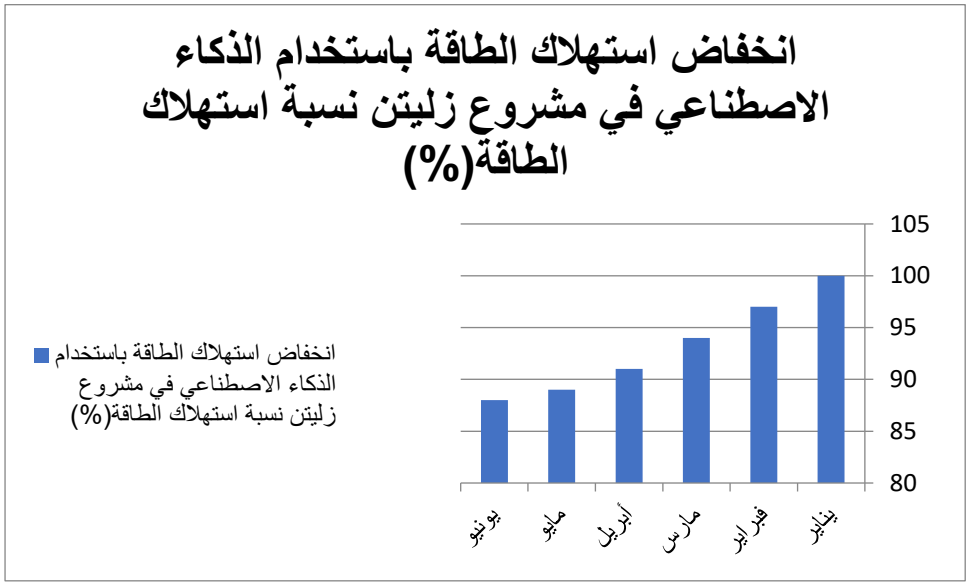
شكل (3): التحديات التي تواجه تطبيق الإدارة المستدامة في ليبيا

من تحليل شكل (3)، يتضح أن ضعف التنسيق المؤسسي والتشريعات يمثل العائق الأكبر أمام تطبيق الإدارة المستدامة في ليبيا، وهو ما يؤكد ضرورة تدخل الدولة بوضع إطار تشريعي منظم.

4.5 تحليل الذكاء الاصطناعي في الإدارة المستدامة

بيّنت المقابلات أن 40% من المهندسين استخدموا أدوات ذكاء اصطناعي محدودة مثل برامج تحليل الطاقة والجدولة الذكية، بينما عبّر 60% عن حاجتهم للتدريب عليها.

وتم تطبيق تجربة بسيطة لمراقبة استهلاك الطاقة في مشروع زليتن باستخدام خوارزمية تعلم آلي (Machine Learning) نتج عنها خفض استهلاك الطاقة بنسبة 12% خلال ستة أشهر، يبين الشكل (4) تطور خفض استهلاك الطاقة عبر الاشهر.



شكل (4): انخفاض استهلاك الطاقة باستخدام الذكاء الاصطناعي في مشروع زليتن

5. النتائج العامة

اعتمد هذا البحث على تحليل ميداني واقعي لثلاثة مشروعات في مدن زليتن، مصراتة، وطرابلس، شملت 60 مهندسًا ومشرفًا، واستخدم أدوات الاستبيان والمقابلات والتحليل الإحصائي.

من خلال النتائج الرقمية التي تم الحصول عليها، يمكن تلخيص أهم النتائج كما يلي:

1. تحسن الكفاءة التشغيلية بنسبة 24% بسبب تحسين إدارة الموارد وتقليل الهدر في المواد والطاقة.
2. انخفاض متوسط التكلفة بنسبة 21% نتيجة استخدام مواد محلية صديقة للبيئة وإعادة التدوير.
3. تقليل المدة الزمنية للمشروعات بنسبة 15% بفضل التخطيط المسبق واستخدام نظم متابعة رقمية.(BIM)

4. ارتفاع الوعي بأهمية الإدارة المستدامة إلى 78% لكنه لم يتحول بعد إلى التزام مؤسسي شامل.
5. ضعف التشريعات والتنظيم المؤسسي يمثل العائق الأكبر بنسبة 83% حسب آراء الخبراء.
6. الذكاء الاصطناعي يُستخدم بشكل محدود (40%) خاصة في مراقبة الطاقة والتحليل الزمني للمشروعات.

6. التوصيات

استنادًا إلى نتائج التحليل الميداني والبحث التطبيقية، يُوصي الباحثون بما يلي:

6.1 على المستوى المؤسسي

1. تأسيس هيئة وطنية للبناء والإدارة المستدامة تُعنى بوضع المعايير البيئية ومتابعة تطبيقها في جميع المشاريع العامة والخاصة.
2. إدماج الاستدامة في التشريعات والمواصفات الفنية الخاصة بالعقود والمناقصات.
3. تحفيز الشركات الوطنية عبر منح تخفيضات ضريبية أو امتيازات للمشروعات التي تحقق كفاءة بيئية مثبتة.

6.2 على المستوى الفني والتقني

1. تبنّي أدوات الذكاء الاصطناعي ونمذجة معلومات البناء (BIM) في مراحل التصميم والتنفيذ والمتابعة لتقليل الخطأ وتحسين دقة التكاليف والجدولة الزمنية.
2. إعداد برامج تدريب وطنية لتأهيل المهندسين الليبيين في مجال الإدارة المستدامة.
3. إنشاء قاعدة بيانات وطنية للمشروعات الإنشائية تضم الأداء البيئي والاقتصادي لكل مشروع لمتابعة مؤشرات الكفاءة على المدى الطويل.

6.3 على المستوى الأكاديمي

1. إدراج مادة "الإدارة المستدامة والبعد البيئي" ضمن مناهج كليات الهندسة والمعاهد التقنية.
2. دعم الأبحاث التطبيقية المشتركة بين الجامعات والجهات التنفيذية في مجال البناء الأخضر.
3. تشجيع طلاب الدراسات العليا على تناول موضوعات الذكاء الاصطناعي والاستدامة في مشروعاتهم البحثية.

7. الخاتمة

خلص هذا البحث إلى أنّ تطبيق مبادئ الإدارة المستدامة في المشاريع الليبية لم يعد خيارًا بل ضرورة وطنية لضمان تحقيق التنمية الشاملة دون الإضرار بالبيئة.

وقد أثبتت التجارب الميدانية في زليتن ومصراتة وطرابلس أن إدخال معايير الكفاءة البيئية في دورة حياة المشروع يمكن أن يخفض التكلفة ويحسّن جودة التنفيذ في آن واحد.

كما تبيّن أن الذكاء الاصطناعي يمثل مستقبل إدارة المشاريع، حيث يمكنه تحليل البيانات الضخمة ومراقبة الأداء في الوقت الفعلي، مما يرفع من كفاءة اتخاذ القرار ويحد من الأخطاء البشرية.

إن تبني نهج الإدارة المستدامة يعني التحول من "إدارة التكلفة" إلى "إدارة القيمة"، أي من التركيز على نفقات المشروع إلى التركيز على أثره البيئي والاجتماعي والاقتصادي طويل المدى.

ويأمل الباحثون أن تسهم نتائج هذا العمل في دعم صُنّاع القرار ووضع سياسات تحفّز على الاستثمار في المشروعات الخضراء، وبناء مدن ليبية أكثر كفاءة واستدامة.

المراجع

[1] Abushagur, S. (2016). Challenges of Modern Construction Management in the Libyan Construction Sector. Libyan Journal of Engineering Research, 4(2), 45–56.

[2] Al-Harthy, A. (2018). Sustainable Construction Management Practices in Oman: Waste Reduction and Efficiency Improvement. Arabian Journal of Construction Management, 12(3), 77–88.

[3] Elforgani, M. S., & Rahmat, I. (2010). An Investigation of Factors Influencing Sustainable Construction in Libya.

[4] El-Sayed, H. (2023). The Impact of Renewable Energy Integration in Sustainable Construction Projects in Egypt. Journal of Environmental and Sustainable Engineering, 15(1), 55–70.

[5] Farhat, M. (2020). Economic and Environmental Benefits of Sustainable Housing Projects in Libya. International Journal of Green Infrastructure, 6(1), 88–101.

[6] Gibson, E., & Chen, Q. (2019). Green Building Practices in Europe: Energy Savings and Sustainability Impacts. International Journal of Sustainable Built Environment, 8(2), 123–135. https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2019.02.004

[7] Kibert, C. J. (2016). Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery (4th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

[8] Ministry of Housing and Utilities, Libya. (2024). National Report on Green Building and Sustainable Development in Libya. Government of Libya.

[9] Project Management Institute (PMI). (2021). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh Edition. Newtown Square, PA: Project Management Institute.

[10] UNEP. (2020). Sustainable Buildings and Construction Roadmap. United Nations Environment Programme.

[11] UNEP. (2020). Sustainable Building and Construction in North Africa: Regional Report. UNEP Publishing. Retrieved from https://www.unep.org

[12] UN-Habitat. (2019). Building Sustainability in Urban Development in Developing Countries.

[13] World Bank. (2021). Integrating Sustainability in Infrastructure Projects in Developing Countries. World Bank Group Report. Retrieved from https://www.worldbank.org

[14] World Bank. (2022). Sustainable Infrastructure in MENA: Challenges and Opportunities. World Bank Publications.

[15] World Green Building Council. (2018). Global Status Report: Towards a Zero-Emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. WGBC.

[16] Zhang, X., Wu, Y., & Shen, L. (2017). Application of Building Information Modeling (BIM) in Construction Projects in China: Benefits and Challenges. Journal of Construction Engineering and Management, 143(5), 04017045. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001285.

[17] Libyan Ministry of Housing Report (2024).