

جامعة ميدأوشن



كلية الإدارة

قسم / تخصص ماجستير إدارة المشاريع

عنوان البحث

تقييم كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء: دراسة حالة لمدينة الرياض

إعداد الطالبة/أمنة متعب المالكي

إشراف/

أد. الفیصل عبد الحمید محمد

أد. فايز علي جراد

العام الدراسي:

2025

جدول المحتويات

١

الفصل الأول

٦	ملخص الدراسة
٧	مقدمة الدراسة
٨	مشكلة الدراسة
٩	أهمية الدراسة
١٠	أهداف الدراسة
١٣	تساؤلات الدراسة
١٤	فرضيات الدراسة
١٥	مصطلحات الدراسة
١٦	متغيرات الدراسة
١٨	الفصل الثاني
٢٣	الدراسات السابقة

٢٦	الإطار النظري
٣٠	مفهوم كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء:
٣٥	1. ممارسات البناء المستدامة:
٤٠	التقنيات الحديثة في البناء
٤٥	التخطيط والإدارة الجيدة للموارد:
٥٠	إدارة النفايات في مشاريع البناء:
٥٢	الحوافز لتشجيع الاستدامة:
٥٥	التحديات الاقتصادية والاجتماعية:
٥٦	أنظمة معلومات فعالة لتتبع استهلاك الموارد:
٥٧	التنمية المستدامة في مدينة الرياض:
٥٨	الخاتمة
٥٩	الفصل الثالث
٦٠	منهجية الدراسة

٦١	مجتمع الدراسة
٦١	أدوات جمع البيانات
٦٢	حدود الدراسة
٦٣	الاستبيان
٦٩	الفصل الرابع
٧٠	التحليل الإحصائي
٧٨	النتائج
٨٠	التوصيات
٨٢	المراجع
٨٦	الملخص
٨٩	الملاحق

ملخص الدراسة

تُبرز هذه الدراسة أهمية كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء بمدينة الرياض، مركزة على أبعادها الاقتصادية، البيئية، والاجتماعية. لقد تم تحليل دور ممارسات البناء المستدامة (مثل استخدام المواد الصديقة للبيئة، وتقنيات توفير الطاقة والمياه، وإدارة النفايات) في تعزيز هذه الكفاءة.

أظهرت الدراسة أن التقنيات الحديثة (مثل BIM، الطباعة ثلاثية الأبعاد، الروبوتات، وأنظمة إدارة المشاريع الذكية) تلعب دورًا حيويًا في تحسين كفاءة استخدام الموارد وتقليل الهدر. ومع ذلك، لا تزال هناك تحديات كبيرة تواجه القطاع، أبرزها ارتفاع تكاليف الموارد، نقص العمالة الماهرة، وقلة الحوافز الحكومية، إضافة إلى محدودية الوعي بأهمية الاستدامة.

بناءً على تحليل استبيان شمل 100 مشارك من المهندسين والمقاولين والمطورين والاستشاريين في الرياض، تبين أن كفاءة استخدام الموارد في المشاريع الحالية تعتبر متوسطة إلى منخفضة، وأن تطبيق ممارسات البناء المستدامة لا يزال بحاجة إلى تعزيز كبير. في المقابل، يرى المشاركون أن التقنيات الحديثة تساهم بشكل كبير في تحسين هذه الكفاءة، مع وجود دعوة واضحة لزيادة استخدامها.

للهوض بهذا القطاع، توصي الدراسة بتفعيل قوانين البناء الخضراء الإلزامية وتقديم حوافز حكومية مجزية. كما تدعو إلى الاستثمار في تدريب وتأهيل العمالة، ودعم البحث والتطوير في مواد وتقنيات البناء المستدامة، وتطوير أنظمة معلومات فعالة لتتبع استهلاك الموارد. هذه التوصيات تهدف إلى تحقيق التنمية المستدامة الشاملة في قطاع البناء بمدينة الرياض، بما يتماشى مع أهداف رؤية السعودية 2030.

مقدمة الدراسة:

تشهد مدينة الرياض نموًا عمرانيًا متسارعًا يرافقه تنفيذ مشاريع بناء ضخمة ومتنوعة، مما يجعل كفاءة استخدام الموارد في هذه المشاريع أمرًا بالغ الأهمية. فمع ازدياد الطلب على الموارد الطبيعية وارتفاع تكاليفها، يصبح من الضروري تبني ممارسات مستدامة تضمن الاستغلال الأمثل لهذه الموارد وتخفف من الآثار البيئية والاقتصادية السلبية.

تسعى هذه الدراسة إلى تقييم كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض، وذلك من خلال تحليل مجموعة من المشاريع القائمة ودراسة العوامل المؤثرة على كفاءة استخدام الموارد. وتهدف الدراسة إلى تحديد أفضل الممارسات والتحديات التي تواجه قطاع البناء في هذا المجال، واقتراح توصيات لتحسين كفاءة استخدام الموارد وتحقيق التنمية المستدامة في المدينة.

تكمن أهمية هذه الدراسة في أنها تسلط الضوء على قضية حيوية تتعلق بالاستدامة في قطاع البناء، وتقدم رؤى قيمة للمهندسين والمقاولين والمطورين العقاريين وصناع القرار حول كيفية تحسين كفاءة استخدام الموارد في مشاريعهم. ومن المتوقع أن تساهم نتائج هذه الدراسة في تعزيز الوعي بأهمية الاستدامة في قطاع البناء، وتشجيع تبني ممارسات صديقة للبيئة في المشاريع المستقبلية.

مشكلة الدراسة:

المشكلة الرئيسية:

1. تواجه مشاريع البناء في مدينة الرياض تحديات كبيرة في تحقيق كفاءة استخدام الموارد، مما يؤثر سلبًا على الاستدامة البيئية والاقتصادية للمدينة.

المشاكل الفرعية:

1. نقص في تبني ممارسات البناء المستدامة: عدم استخدام مواد بناء صديقة للبيئة، وعدم تطبيق تقنيات البناء الموفرة للطاقة والمياه.
2. زيادة في هدر الموارد: ارتفاع معدلات النفايات الناتجة عن عمليات البناء، وسوء إدارة المخزون والمواد.
3. ضعف في التخطيط والإدارة: عدم وجود خطط واضحة لإدارة الموارد، ونقص في الرقابة والمتابعة لعمليات التنفيذ.
4. التحديات التقنية والتكنولوجية: ضعف استخدام التقنيات الحديثة في إدارة المشاريع، وعدم تطبيق أنظمة معلومات فعالة لتتبع استهلاك الموارد.
5. التحديات الاقتصادية والاجتماعية: ارتفاع تكاليف الموارد، ونقص في العمالة الماهرة، وعدم وجود حوافز لتشجيع الاستدامة.

الأهمية العلمية والعملية للدراسة:

الأهمية العلمية:

- **إثراء المعرفة:** تساهم هذه الدراسة في إثراء المعرفة العلمية حول كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء، خاصة في سياق مدينة الرياض التي تشهد نموًا عمرانيًا سريعًا.
- **تطوير الإطار النظري:** قد تساهم الدراسة في تطوير إطار نظري حول العوامل المؤثرة على كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء، وتقديم نماذج وتحليلات جديدة في هذا المجال.
- **توفير بيانات مرجعية:** يمكن أن توفر الدراسة بيانات مرجعية للباحثين والمهتمين بمجال البناء المستدام، وتساهم في إجراء دراسات مقارنة وتحليلات مستقبلية.
- **تعزيز البحث العلمي:** يمكن أن تساهم الدراسة في تعزيز البحث العلمي في مجال البناء المستدام، وتشجيع إجراء المزيد من الدراسات حول هذا الموضوع الحيوي.

الأهمية العملية:

- **تحسين الممارسات:** تهدف الدراسة إلى تقديم توصيات عملية لتحسين ممارسات استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض، وتقليل الهدر وتحقيق الاستدامة.

- دعم صناع القرار: يمكن أن توفر الدراسة معلومات قيمة لصناع القرار في قطاع البناء، وتساعد في وضع السياسات واللوائح التي تشجع على استخدام الموارد بكفاءة.
- توعية المهندسين والمقاولين: تساهم الدراسة في توعية المهندسين والمقاولين بأهمية استخدام الموارد بكفاءة، وتقديم أفضل الممارسات والتقنيات في هذا المجال.
- تحقيق التنمية المستدامة: تساهم الدراسة في تحقيق التنمية المستدامة في مدينة الرياض، من خلال تقليل الآثار البيئية والاقتصادية السلبية لمشاريع البناء.
- توفير التكاليف: من خلال تحليل العوامل المؤثرة على كفاءة استخدام الموارد، يمكن تحديد أفضل الممارسات التي تساهم في تقليل التكاليف الإجمالية للمشروع.
- تحسين جودة المشاريع: من خلال استخدام أفضل الموارد المتاحة والتقنيات الحديثة، يمكن تحسين جودة المشاريع وزيادة عمرها الافتراضي.

أهداف الدراسة:

الهدف الرئيسي:

- تقييم كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض، واقتراح توصيات لتحسينها وتعزيز الاستدامة.

الأهداف الفرعية:

- تحليل الوضع الحالي لكفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض.
- تحديد العوامل المؤثرة على كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء.
- تقييم ممارسات البناء المستدامة المطبقة في مشاريع البناء في مدينة الرياض.
- تحليل التحديات التي تواجه قطاع البناء في تحقيق كفاءة استخدام الموارد.
- تحديد التقنيات والممارسات الحديثة التي يمكن تطبيقها لرفع كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء.
- تطوير مؤشرات قياس لأداء كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء.
- تقديم توصيات عملية لتحسين كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض.
- المساهمة في تحقيق التنمية المستدامة لمدينة الرياض من خلال تحسين كفاءة استخدام الموارد في قطاع البناء.

تساؤلات الدراسة:

التساؤل الرئيسي:

- ما هو مستوى كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض، وما هي العوامل المؤثرة عليه؟

التساؤلات الفرعية:

- ما هو الوضع الحالي لكفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض؟
- ما هي العوامل التي تؤثر على كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض؟
- ما هي ممارسات البناء المستدامة المطبقة في مشاريع البناء في مدينة الرياض؟
- ما هي التحديات التي تواجه قطاع البناء في تحقيق كفاءة استخدام الموارد في مدينة الرياض؟
- ما هي التقنيات والممارسات الحديثة التي يمكن تطبيقها لرفع كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض؟
- ما هي مؤشرات القياس المناسبة لتقييم أداء كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض؟

- ما هي التوصيات العملية التي يمكن تقديمها لتحسين كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض؟
- كيف يمكن المساهمة في تحقيق التنمية المستدامة لمدينة الرياض من خلال تحسين كفاءة استخدام الموارد في قطاع البناء؟

فرضيات الدراسة:

- توجد علاقة سلبية بين عدم تطبيق ممارسات البناء المستدامة وكفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض.
- توجد علاقة إيجابية بين استخدام التقنيات الحديثة وكفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض.
- يؤدي التخطيط والإدارة الجيدة للموارد إلى زيادة كفاءة استخدامها في مشاريع البناء في مدينة الرياض.
- توجد علاقة سلبية بين ارتفاع معدلات النفايات الناتجة عن عمليات البناء وكفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض.
- يؤدي توفير الحوافز لتشجيع الاستدامة إلى تحسين كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض.
- توجد علاقة سلبية بين التحديات الاقتصادية والاجتماعية وكفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض.
- توجد علاقة إيجابية بين تطبيق أنظمة معلومات فعالة لتتبع استهلاك الموارد وكفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض.

مصطلحات الدراسة:

- **كفاءة استخدام الموارد:** القدرة على تحقيق أقصى استفادة من الموارد المتاحة (المواد، الطاقة، المياه، إلخ) بأقل قدر من الهدر والتكاليف.
- **مشاريع البناء:** المشاريع الهندسية التي تهدف إلى إنشاء المباني والبنية التحتية، وتشمل مراحل التخطيط والتصميم والتنفيذ والتشغيل.
- **الاستدامة في البناء:** تبني ممارسات البناء التي تراعي الجوانب البيئية والاقتصادية والاجتماعية، وتضمن تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها.
- **ممارسات البناء المستدامة:** مجموعة من الإجراءات والتقنيات التي تهدف إلى تقليل الآثار البيئية لمشاريع البناء، مثل استخدام مواد بناء صديقة للبيئة، وتطبيق تقنيات البناء الموفرة للطاقة والمياه، وإدارة النفايات بشكل فعال.
- **هدر الموارد:** فقدان أو إتلاف الموارد خلال عمليات البناء، مما يؤدي إلى زيادة التكاليف والآثار البيئية السلبية.
- **التخطيط والإدارة:** العمليات التي تهدف إلى تنظيم وتوجيه موارد المشروع لتحقيق الأهداف المحددة، وتشمل التخطيط المسبق، وتحديد المهام، وتوزيع الموارد، ومراقبة التنفيذ.

- **التقنيات الحديثة في البناء :** استخدام التكنولوجيا المتقدمة في عمليات البناء، مثل نمذجة معلومات البناء (BIM)، والطباعة ثلاثية الأبعاد، والروبوتات، وأنظمة إدارة المشاريع الذكية.
- **مؤشرات قياس الأداء :** مقاييس كمية أو نوعية تستخدم لتقييم أداء استخدام الموارد في مشاريع البناء، مثل استهلاك الطاقة، واستهلاك المياه، وكمية النفايات الناتجة.
- **التنمية المستدامة:** التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها.
- **مدينة الرياض:** عاصمة المملكة العربية السعودية، وتعتبر من أسرع المدن نموًا في المنطقة.

متغيرات الدراسة:

المتغير التابع:

- **كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض (يتم قياسها من خلال مؤشرات مثل استهلاك الطاقة، واستهلاك المياه، وكمية النفايات الناتجة، والتكاليف الإجمالية).**

المتغيرات المستقلة:

- ممارسات البناء المستدامة (مثل استخدام مواد بناء صديقة للبيئة، وتطبيق تقنيات البناء الموفرة للطاقة والمياه، وإدارة النفايات بشكل فعال).
- استخدام التقنيات الحديثة (مثل نمذجة معلومات البناء BIM، والطباعة ثلاثية الأبعاد، والروبوتات، وأنظمة إدارة المشاريع الذكية).
- التخطيط والإدارة الجيدة للموارد (مثل التخطيط المسبق، وتحديد المهام، وتوزيع الموارد، ومراقبة التنفيذ).
- معدلات النفايات الناتجة عن عمليات البناء.
- الحوافز لتشجيع الاستدامة.
- التحديات الاقتصادية والاجتماعية (مثل ارتفاع تكاليف الموارد، ونقص في العمالة الماهرة).
- أنظمة معلومات فعالة لتتبع استهلاك الموارد.

الفصل الثاني

لدراسات السابقة

- الدراسة الأولى:
- العنوان: تأثير نمذجة معلومات البناء (BIM) على أداء المشاريع في صناعة البناء في المملكة المتحدة.
- المؤلف: غير مذكور في النص المقدم.
- النتائج:
- 1. مدراء المشاريع يرون أن (BIM) تحسن الأداء العام للمشروع وليس العمليات الوظيفية بشكل مباشر.
- 2. قيمة وفوائد (BIM) تتحقق بشكل أكبر من خلال إدارة دورة الحياة الكاملة للمشروع.
- 3. (BIM) تساعد مدراء المشاريع على اتخاذ قرارات أفضل، والتواصل بشكل أكثر فعالية، والحفاظ على ضبط المشروع.
- الدراسة الثانية:
- العنوان: التكامل بين إدارة القيمة المكتسبة (EVM) ونمذجة معلومات البناء (BIM) من خلال برامج (BIM) المفتوحة.

• المؤلف: Cárdenas, C., Zapata, P., Lozano, N., 2018.

.COLOMBIA

• النتائج:

1. تم تخفيض الفرق بين موازنة المشروع الأصلية والموازنة التي تم الحصول

عليها من البرنامج بنسبة (85%) نتيجة تخفيض كمية حديد التسليح في

المشروع.

2. تم تخفيض الفرق بين المدة الزمنية الأصلية للمشروع والمدة الزمنية التي تم

الحصول عليها من البرنامج.

3. تم تخفيض الفرق بين مؤشرات القيمة المكتسبة التي تم الحصول عليها من

برنامج (Microsoft Excel) ومثيلاتها التي تم الحصول عليها من

البرنامج المصمم.

الدراسة الثالثة:

• العنوان: تطوير نظام متكامل لإدارة الوقت والتكلفة باستخدام إدارة القيمة المكتسبة

(EVMS) في بيئة افتراضية ضمن نمذجة معلومات البناء.

• المؤلف: Jrade, A., Lessard, J., 2015. Canada.

• النتائج:

○ يتيح النظام المشاركة المبكرة للمعلومات وتكامل المشروع والإدارة الشاملة للوقت والتكلفة.

○ النظام مفيد في مرحلة التصميم، حيث يمكن لمتخصصي الإنشاءات مزامنة نموذج المبنى مع معاملات الوقت والتكلفة.

○ تم تخفيض عدد العناصر الموجودة في المشروع، والمدة الزمنية، والتكلفة الإجمالية.

○ يتم تحديث خطة المشروع بواسطة مدير المشروع بالاعتماد على مؤشرات القيمة المكتسبة.

الدراسة الرابعة:

• العنوان: تحليل القيمة المكتسبة (EVA) باستخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) للحصول على نموذج للإنذار المبكر بمخاطر الكلفة والبرنامج الزمني للمشروع.

• المؤلف: Sun, Ch., Man, Q.. Wang, Y., 2015 China.

• النتائج:

◦ يعطي النموذج معلومات مفصلة عن تأخر عمليات الإنشاء وتجاوز التكلفة.

◦ يساعد النموذج على إدارة مخاطر مشروع الإنشاء بشكل أفضل وفعال.

الدراسة الخامسة:

• العنوان: التكامل بين تسليم المشروع المتكامل (IPD) ونمذجة معلومات البناء (BIM) في أتمتة وتحسين عملية مشاركة المخاطر والمكافآت.

• المؤلف: Elghaish, F., et al, 2019.UK, Australia, Canada.

• النتائج:

◦ السيناريو (1) يوضح كيفية تقاسم المخاطر والمكافآت بين جميع المشاركين في المشروع، مع تحديد حالة أزمة بسبب الانحراف الكبير عن القيم المخطط لها.

◦ السيناريو (2) يوضح كيفية مشاركة توفير التكلفة بين جميع المشاريع المشاركين.

◦ تم توفير معادلات رياضية لمشاركة المخاطر والمكافآت وتطوير نموذج يقوي علاقات اطراف (IPD).

◦ يتم تحسين العملية من خلال تطوير شبكة (EVM-Web)، التي تمكن

المشاركين من تتبع تكاليفهم بسهولة على أجهزة الكمبيوتر والأجهزة

المحمولة.

2. مفهوم كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء:

- a. تعريف كفاءة استخدام الموارد وأهميتها في قطاع البناء.
- b. أبعاد كفاءة استخدام الموارد (اقتصادية، بيئية، اجتماعية).
- c. مؤشرات قياس كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء.

3. ممارسات البناء المستدامة:

- a. مفهوم البناء المستدام وأهميته.
- b. أنواع ممارسات البناء المستدامة (استخدام مواد بناء صديقة للبيئة، تقنيات البناء الموفرة للطاقة والمياه، إدارة النفايات).
- c. تقييم فعالية ممارسات البناء المستدامة في تحسين كفاءة استخدام الموارد.

4. التقنيات الحديثة في البناء:

- a. دور التكنولوجيا في تحسين كفاءة استخدام الموارد.
- b. تقنيات البناء الحديثة (نمذجة معلومات البناء BIM، الطباعة ثلاثية الأبعاد، الروبوتات، أنظمة إدارة المشاريع الذكية).
- c. تأثير استخدام التقنيات الحديثة على كفاءة استخدام الموارد.

5. التخطيط والإدارة الجيدة للموارد:

- a. أهمية التخطيط والإدارة في تحقيق كفاءة استخدام الموارد.

b. مراحل التخطيط والإدارة (التخطيط المسبق، تحديد المهام، توزيع الموارد، مراقبة التنفيذ).

c. أفضل الممارسات في التخطيط والإدارة لتحسين كفاءة استخدام الموارد.

6. إدارة النفايات في مشاريع البناء:

a. تأثير النفايات على كفاءة استخدام الموارد.

b. استراتيجيات إدارة النفايات (التقليل، إعادة الاستخدام، التدوير).

c. تقييم فعالية استراتيجيات إدارة النفايات في تحسين كفاءة استخدام الموارد.

7. الحوافز لتشجيع الاستدامة:

a. دور الحوافز في تشجيع تبني ممارسات البناء المستدامة.

b. أنواع الحوافز (اقتصادية، تنظيمية، اجتماعية).

c. تأثير الحوافز على تحسين كفاءة استخدام الموارد.

8. التحديات الاقتصادية والاجتماعية:

a. تأثير التحديات الاقتصادية (ارتفاع تكاليف الموارد) على كفاءة استخدام الموارد.

b. تأثير التحديات الاجتماعية (نقص في العمالة الماهرة) على كفاءة استخدام الموارد.

c. استراتيجيات التغلب على التحديات الاقتصادية والاجتماعية لتحسين كفاءة استخدام الموارد.

9. أنظمة معلومات فعالة لتتبع استهلاك الموارد:

- a. أهمية أنظمة المعلومات في تتبع استهلاك الموارد.
- b. أنواع أنظمة المعلومات المستخدمة في مشاريع البناء.
- c. تأثير أنظمة المعلومات على تحسين كفاءة استخدام الموارد.

10. التنمية المستدامة في مدينة الرياض:

- a. أهمية تحقيق التنمية المستدامة في مدينة الرياض.
- b. دور قطاع البناء في تحقيق التنمية المستدامة.
- c. استراتيجيات تحقيق التنمية المستدامة في قطاع البناء في مدينة الرياض.

١٠ الخاتمة

1. مفهوم كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء

أ. تعريف كفاءة استخدام الموارد وأهميتها في قطاع البناء

كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء هي القدرة على تحقيق أقصى قيمة من الموارد المتاحة (مثل المواد الخام، الطاقة، المياه، والعمالة) مع تقليل الهدر والآثار السلبية على البيئة والمجتمع إلى أدنى حد ممكن. هذا يعني استخدام كميات أقل من الموارد لإنتاج نفس المخرجات أو مخرجات أفضل، أو استخدام الموارد بطريقة تزيد من قيمتها وتفيد المشروع على المدى الطويل.

تكمّن أهمية كفاءة استخدام الموارد في قطاع البناء في عدة جوانب:

- **اقتصادياً:** تساعد على خفض تكاليف المشروع بشكل كبير من خلال تقليل شراء المواد، استهلاك الطاقة، وتكاليف التخلص من النفايات. كما تزيد من ربحية المشروع وتنافسيته.
- **بيئياً:** تقلل من البصمة البيئية لعمليات البناء عن طريق خفض استهلاك الموارد الطبيعية، تقليل الانبعاثات الكربونية، الحد من إنتاج النفايات، والحفاظ على النظم البيئية.
- **اجتماعياً:** تساهم في توفير بيئات عمل صحية وآمنة للعمال، وتحسين جودة الحياة للمستخدمين النهائيين للمباني، كما يمكن أن تخلق فرص عمل جديدة في قطاعات مرتبطة بالاستدامة.
- **تشغيلياً:** تزيد من مرونة المشروع وقدرته على التكيف مع التحديات المستقبلية مثل ندرة الموارد أو ارتفاع أسعارها.

ب. أبعاد كفاءة استخدام الموارد (اقتصادية، بيئية، اجتماعية)

تتفاعل أبعاد كفاءة استخدام الموارد وتتكامل لتحقيق أقصى فائدة:

- **البعد الاقتصادي:** يركز على تحقيق أقصى قيمة بأقل تكلفة ممكنة. يشمل ذلك:
 - تقليل تكاليف شراء المواد الخام.
 - خفض استهلاك الطاقة والمياه أثناء البشيد والتشغيل.
 - تقليل تكاليف التخلص من النفايات من خلال إعادة التدوير وإعادة الاستخدام.

○ زيادة العمر الافتراضي للمبنى ومكوناته، مما يقلل من الحاجة إلى الصيانة والاستبدال المتكرر.

○ زيادة قيمة العقار وجاذبيته في السوق.

• **البعد البيئي:** يهدف إلى تقليل التأثير السلبي على البيئة الطبيعية. يشمل ذلك:

○ الحد من استنزاف الموارد الطبيعية غير المتجددة.

○ تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة والملوثات الأخرى.

○ الحفاظ على التنوع البيولوجي والنظم البيئية.

○ إدارة النفايات الصلبة والسائلة بشكل فعال.

○ استخدام مواد بناء مستدامة وصديقة للبيئة.

• **البعد الاجتماعي:** يهتم بالآثار الإيجابية على الأفراد والمجتمعات. يشمل ذلك:

○ تحسين جودة الهواء الداخلي والراحة الحرارية للمستخدمين.

○ توفير بيئات عمل آمنة وصحية للعمال.

○ المساهمة في رفاهية المجتمع المحلي من خلال مشاريع مسؤولية اجتماعياً.

○ تعزيز الوعي والتعليم حول ممارسات البناء المستدامة.

ج. مؤشرات قياس كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء

لتقييم كفاءة استخدام الموارد، يتم استخدام مجموعة من المؤشرات الكمية والنوعية:

• **مؤشرات استهلاك المواد:**

○ معدل استهلاك المواد لكل متر مربع من مساحة البناء: يوضح كمية

المواد المستخدمة (بالوزن أو الحجم) لكل وحدة مساحة.

○ نسبة المواد المعاد تدويرها أو المعاد استخدامها: يشير إلى مدى الاعتماد

على المواد المستدامة.

○ كمية النفايات الناتجة لكل متر مربع: يعكس كفاءة إدارة النفايات والحد من

الهدر.

- مؤشرات استهلاك الطاقة:
 - استهلاك الطاقة لكل متر مربع من مساحة البناء (للتدفئة، التبريد، الإضاءة): يقاس بالكيلوواط ساعة لكل متر مربع في السنة (kWh/m²/year).
 - نسبة الطاقة المتجددة المستخدمة: يعكس مدى الاعتماد على مصادر الطاقة النظيفة.
 - تصنيف كفاءة الطاقة للمبنى: بناءً على معايير مثل LEED أو BREEAM.
- مؤشرات استهلاك المياه:
 - استهلاك المياه لكل متر مربع من مساحة البناء: يقاس بالمتر المكعب لكل متر مربع (m³/m²).
 - نسبة المياه المعاد تدويرها أو المعالجة وإعادة استخدامها: يشمل مياه الأمطار أو المياه الرمادية.
 - كمية المياه المهدرة أثناء عملية البناء: من التسربات أو سوء الاستخدام.
- مؤشرات التكلفة:
 - التكلفة الإجمالية للمشروع لكل متر مربع: مع الأخذ في الاعتبار دورة حياة المبنى (بما في ذلك التشغيل والصيانة).
 - الوفورات المالية المحققة من تقليل استهلاك الموارد: مقارنة بالمشاريع التقليدية.
- مؤشرات بيئية أخرى:
 - البصمة الكربونية للمشروع: كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ (CO₂e) لكل متر مربع.
 - مؤشرات جودة الهواء الداخلي: مثل مستويات المركبات العضوية المتطايرة (VOCs).

2. ممارسات البناء المستدامة

أ. مفهوم البناء المستدام وأهميته

البناء المستدام (أو البناء الأخضر) هو نهج شامل لتصميم، بناء، وتشغيل المباني بطريقة تقلل من التأثير البيئي السلبي وتزيد من الكفاءة في استخدام الموارد على مدار دورة حياة المبنى بأكملها، من اختيار الموقع وحتى الهدم والتخلص من النفايات. يهدف إلى تحقيق توازن بين الجوانب الاقتصادية، البيئية، والاجتماعية. تكمن أهميته في:

- معالجة التحديات العالمية: يساهم في مواجهة تغير المناخ، ندرة الموارد، والتلوث.
- تحسين جودة الحياة: يوفر مبانٍ صحية ومريحة للمستخدمين، ويساهم في بيئة حضرية أفضل.
- تعزيز الابتكار والنمو الاقتصادي: يدفع عجلة الابتكار في مواد وتقنيات البناء، ويخلق أسواقاً جديدة وفرص عمل.
- الامتثال للوائح والمعايير: يساعد على تلبية المتطلبات البيئية والقانونية المتزايدة.
- بناء مستقبل مرن: يساهم في بناء مجتمعات ومباني أكثر قدرة على التكيف مع التغيرات المستقبلية.

ب. أنواع ممارسات البناء المستدامة (استخدام مواد بناء صديقة للبيئة، تقنيات البناء الموفرة للطاقة والمياه، إدارة النفايات)

تتنوع ممارسات البناء المستدام وتشمل مجالات متعددة:

- استخدام مواد بناء صديقة للبيئة:
 - المواد المعاد تدويرها: مثل الصلب المعاد تدويره، الخرسانة المعاد تدويرها، أو الأخشاب المستصلحة.
 - المواد المتجددة: الأخشاب المعتمدة من الغابات المدارة بشكل مستدام، الخيزران، القش، الطين.
 - المواد منخفضة التأثير البيئي: المواد التي تتطلب طاقة قليلة لإنتاجها (طاقة متجددة منخفضة)، والتي لا تحتوي على مواد سامة أو ضارة.

- المواد المحلية المصدر: لتقليل تكاليف النقل والانبعاثات المرتبطة بها.
- الدهانات والتشطيبات منخفضة المركبات العضوية المتطايرة (VOCs):
- لتحسين جودة الهواء الداخلي.
- تقنيات البناء الموفرة للطاقة والمياه:
 - التصميم الشمسي السلبي: استغلال أشعة الشمس للتدفئة والإضاءة الطبيعية في الشتاء وتقليل اكتساب الحرارة في الصيف.
 - العزل الحراري الفعال: استخدام مواد عازلة عالية الأداء في الجدران والأسقف والنوافذ لتقليل فقدان واكتساب الحرارة.
 - أنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) عالية الكفاءة: استخدام أنظمة تستهلك طاقة أقل للحفاظ على درجة الحرارة المثلى.
 - الإضاءة الطبيعية واستخدام مصابيح LED: تقليل الاعتماد على الإضاءة الاصطناعية واستخدام مصابيح موفرة للطاقة.
 - أنظمة حصاد مياه الأمطار: لجمع وتخزين مياه الأمطار لاستخدامها في الري أو المراحيض.
 - أنظمة إعادة تدوير المياه الرمادية: معالجة المياه من الأحواض والدش لإعادة استخدامها في أغراض غير الشرب.
 - تركيب تجهيزات المياه منخفضة التدفق: مثل رؤوس الدش والمراحيض والصنابير التي تقلل من استهلاك المياه.
 - استخدام الطاقة المتجددة: تركيب الألواح الشمسية لإنتاج الكهرباء أو سخانات المياه الشمسية.
- إدارة النفايات:
 - تقليل النفايات عند المصدر: من خلال التصميم الذكي والتخطيط الدقيق للمواد.
 - إعادة استخدام المواد: استخدام المواد المتبقية من الهدم أو البناء في مشاريع أخرى.

- إعادة تدوير النفايات: فرز وتصنيف النفايات في الموقع (مثل الخرسانة، المعادن، البلاستيك) لإعادة تدويرها.
- تحويل النفايات إلى طاقة: في بعض الحالات، يمكن استخدام النفايات التي لا يمكن إعادة تدويرها لتوليد الطاقة.
- وضع خطة لإدارة النفايات: تحديد أهداف واضحة لتقليل النفايات وإعادة تدويرها.

ج. تقييم فعالية ممارسات البناء المستدامة في تحسين كفاءة استخدام الموارد

يتم تقييم فعالية ممارسات البناء المستدامة في تحسين كفاءة استخدام الموارد من خلال عدة طرق:

- شهادات المباني الخضراء: أنظمة تقييم مثل LEED (الريادة في تصميمات الطاقة والبيئة)، BREEAM (طريقة التقييم البيئي لمؤسسة أبحاث البناء)، و ESTIDAMA (في منطقة الشرق الأوسط) توفر إطاراً لتقييم أداء المبنى في مجالات مختلفة مثل الطاقة، المياه، المواد، جودة البيئة الداخلية، والموقع. الحصول على هذه الشهادات يدل على التزام المشروع بممارسات مستدامة.
- تحليل دورة حياة المبنى (Life Cycle Assessment – LCA): هي أداة تقييم شاملة تحدد وتكمم التأثيرات البيئية للمبنى من "المهد إلى اللحد" (أي من استخراج المواد الخام حتى نهاية عمر المبنى). تساعد هذه الأداة في تحديد النقاط الساخنة التي يمكن تحسين كفاءة استخدام الموارد فيها.
- مؤشرات الأداء الرئيسية (Key Performance Indicators – KPIs): يتم تتبع ومراقبة المؤشرات المذكورة سابقاً (مثل استهلاك الطاقة، المياه، إنتاج النفايات) بشكل دوري لتقييم التحسن في كفاءة استخدام الموارد مقارنة بالخط الأساسي أو بالمشاريع التقليدية.
- دراسات الحالة والمقارنات المعيارية (Benchmarking): يتم تحليل المشاريع الناجحة في البناء المستدام ومقارنة أدائها بمشاريع مشابهة لتحديد أفضل الممارسات والدروس المستفادة.

• التحليل الاقتصادي لدورة حياة المبنى (Life Cycle Costing – LCC):

يركز على التكاليف الإجمالية للمبنى على مدى عمره الافتراضي، بما في ذلك تكاليف التصميم، البناء، التشغيل، الصيانة، وحتى الهدم. يساعد على إظهار الوفورات المالية الناتجة عن ممارسات البناء المستدامة على المدى الطويل، على الرغم من أن التكلفة الأولية قد تكون أعلى في بعض الأحيان. بشكل عام، تظهر الدراسات والأمثلة الواقعية أن ممارسات البناء المستدام تؤدي إلى تحسين كبير في كفاءة استخدام الموارد، مما يعود بفوائد اقتصادية وبيئية واجتماعية على المدى القصير والطويل.

3. التقنيات الحديثة في البناء

أ. دور التكنولوجيا في تحسين كفاءة استخدام الموارد

تلعب التكنولوجيا دورًا محوريًا ومنتزاد الأهمية في تحسين كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء. من خلال توفير أدوات وحلول متقدمة، تمكن التقنيات الحديثة قطاع البناء من:

- **تحسين الدقة والتنبؤ:** تقلل الأخطاء البشرية وسوء التقدير، مما يقلل من الهدر الناتج عن التصميم غير الدقيق أو الأخطاء في الموقع.
- **تعزيز التعاون وتبادل المعلومات:** تضمن تدفق المعلومات بسلاسة بين جميع أصحاب المصلحة، مما يقلل من التضارب ويعزز التخطيط الفعال للموارد.
- **أتمتة العمليات:** تقلل من الحاجة إلى العمل اليدوي المكثف وتقلل من استهلاك الموارد مثل الطاقة والعمالة في بعض المهام.
- **المراقبة والتحكم في الوقت الفعلي:** توفر بيانات دقيقة حول استهلاك الموارد، مما يتيح اتخاذ قرارات سريعة وتصحيحية لتقليل الهدر.
- **تحسين السلامة:** تقلل من المخاطر في مواقع البناء، مما يحمي العمال ويقلل من الحوادث التي قد تؤدي إلى هدر الموارد بسبب التأخير أو الأضرار.

ب. تقنيات البناء الحديثة

هناك العديد من التقنيات الحديثة التي تُحدث ثورة في قطاع البناء وتساهم في كفاءة الموارد:

• نمذجة معلومات البناء (Building Information Modeling – BIM):

BIM ليست مجرد برنامج رسم، بل هي عملية رقمية شاملة لإنشاء وإدارة نماذج ثلاثية الأبعاد للمباني، تحتوي على معلومات غنية حول كل عنصر من عناصر المشروع (المواد، الكميات، المواصفات، الجداول الزمنية). تسمح BIM للمهندسين المعماريين، المدنيين، المقاولين، والمالكين بالتعاون في بيئة مشتركة، وتساعد على:

- الكشف عن التضاربات (Clash Detection): تحديد التعارضات بين الأنظمة المختلفة (كهرباء، سباكة، هيكل) قبل بدء البناء، مما يقلل من إعادة العمل والهدر.
- حساب الكميات الدقيقة: توفير تقديرات دقيقة للمواد المطلوبة، مما يقلل من الشراء الزائد أو النقص.
- محاكاة الأداء: تحليل أداء المبنى من حيث استهلاك الطاقة والمياه والإضاءة الطبيعية قبل التشييد.

• الطباعة ثلاثية الأبعاد (3D Printing):

تستخدم هذه التقنية في البناء لإنشاء مكونات أو هياكل كاملة عن طريق طبقات متتالية من المواد (عادة الخرسانة أو البوليمرات). فوائدها تشمل:

- تقليل النفايات: الطباعة الدقيقة تقلل بشكل كبير من هدر المواد مقارنة بالطرق التقليدية.
- كفاءة المواد: استخدام الكمية الدقيقة من المواد المطلوبة دون إهدار.
- تسريع البناء: اختصار الجداول الزمنية للمشروع.
- تصميمات معقدة: القدرة على إنشاء أشكال هندسية معقدة بكفاءة.

• الروبوتات (Robotics):

تستخدم الروبوتات في البناء لأداء مهام متكررة أو خطيرة بدقة عالية. تشمل تطبيقاتها:

- **البناء الآلي:** روبوتات لوضع الطوب، اللحام، أو تركيب الألواح.
 - **الفحص والمراقبة:** طائرات بدون طيار (Drones) مزودة بكاميرات وحساسات لمراقبة التقدم وتحديد المشاكل المحتملة.
 - **مناولة المواد:** روبوتات لتحريك ورفع المواد الثقيلة، مما يقلل من إصابات العمال ويهدر المواد.
 - **الرش والدهان:** روبوتات لتطبيق الدهانات أو المواد العازلة بدقة.
- ## • أنظمة إدارة المشاريع الذكية (Smart Project Management Systems):

تعتمد على منصات برمجية متقدمة وتكامل البيانات لتحسين التخطيط، الجدولة، المراقبة، والتحكم في الموارد. تشمل:

- **إنترنت الأشياء (IoT):** استخدام أجهزة استشعار في الموقع لمراقبة استهلاك الطاقة، المياه، درجة الحرارة، وتتبع المعدات والمواد.
- **الذكاء الاصطناعي (AI) والتعلم الآلي (Machine Learning):** لتحليل البيانات الكبيرة، التنبؤ بالاحتياجات المستقبلية، وتحسين جداول الصيانة وتخصيص الموارد.
- **الحوسبة السحابية (Cloud Computing):** لتخزين ومشاركة البيانات بين الفرق المختلفة في الوقت الفعلي.
- **الواقع المعزز (AR) والواقع الافتراضي (VR):** لتصوير المشاريع وتدريب العمال وتحسين فهم التصميمات.

ج. تأثير استخدام التقنيات الحديثة على كفاءة استخدام الموارد

يؤدي استخدام هذه التقنيات الحديثة إلى تأثيرات إيجابية ملموسة على كفاءة استخدام الموارد:

- **تقليل هدر المواد:** تتيح الطباعة ثلاثية الأبعاد و BIM استخدام الكميات الدقيقة من المواد، بينما تقلل الروبوتات من الأخطاء البشرية التي تؤدي إلى الهدر.
- **تحسين كفاءة الطاقة والمياه:** تساعد أنظمة BIM في تصميم مبانٍ أكثر كفاءة في استهلاك الطاقة والمياه، بينما تتيح مستشعرات IoT مراقبة الاستهلاك في الوقت الفعلي واتخاذ الإجراءات التصحيحية.
- **زيادة الإنتاجية وتقليل وقت المشروع:** الروبوتات والطباعة ثلاثية الأبعاد تسرع عمليات البناء، مما يقلل من استهلاك الطاقة والموارد المرتبطة بالعمليات طويلة الأمد.
- **تحسين التخطيط والتنسيق:** تقلل أنظمة إدارة المشاريع الذكية و BIM من الأخطاء والتأخيرات التي تؤدي إلى هدر الموارد والوقت.
- **تقليل النفايات في الموقع:** من خلال التصميم الدقيق والتحكم الأفضل في العمليات، يتم إنتاج نفايات أقل في الموقع، مما يقلل من تكاليف التخلص منها.
- **تحسين جودة البناء والعمر الافتراضي للمباني:** المباني التي تُبنى باستخدام هذه التقنيات تكون أكثر دقة ومتانة، مما يقلل من الحاجة إلى الصيانة والإصلاحات المتكررة ويطيل عمرها الافتراضي.

4. التخطيط والإدارة الجيدة للموارد

أ. أهمية التخطيط والإدارة في تحقيق كفاءة استخدام الموارد

- يُعد التخطيط والإدارة الجيدة للموارد حجر الزاوية لتحقيق كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء. بدون تخطيط دقيق وإدارة فعالة، يصبح المشروع عرضة للهدر، التأخير، وزيادة التكاليف. تبرز أهميتهما في:
- **تحسين الكفاءة التشغيلية:** يضمنان استخدام الموارد (المواد، العمالة، المعدات، الوقت) بأكثر الطرق فعالية لتحقيق أهداف المشروع.

- **تقليل الهدر والتكاليف:** يمنعان الشراء الزائد للمواد، الاستخدام غير الفعال للطاقة، وسوء استغلال الوقت والعمالة، مما يؤدي إلى وفورات مالية كبيرة.
- **التحكم في الجودة:** يضمنان أن المواد المستخدمة والعمل المنجز يفي بالمعايير المطلوبة، مما يقلل من الحاجة إلى إعادة العمل أو الإصلاح.
- **تحسين الجدولة الزمنية:** يضمنان توفر الموارد في الوقت المناسب وفي المكان الصحيح، مما يمنع التأخير ويحافظ على سير العمل بسلاسة.
- **تعزيز الاستدامة:** يدعمان دمج الممارسات المستدامة من خلال التخطيط الواعي لاختيار المواد الصديقة للبيئة وإدارة النفايات.
- **تخفيف المخاطر:** يقللان من المخاطر المرتبطة بنقص الموارد، ارتفاع أسعارها المفاجئ، أو سوء استخدامها.

ب. مراحل التخطيط والإدارة

تتبع عملية التخطيط والإدارة الجيدة للموارد عادة المراحل التالية:

- **التخطيط المسبق (Pre-planning):**
 - **تحديد الأهداف:** تحديد أهداف واضحة لكفاءة استخدام الموارد (مثلاً: تقليل استهلاك المياه بنسبة $X\%$ ، استخدام $Y\%$ من المواد المعاد تدويرها).
 - **تحليل المشروع:** فهم متطلبات المشروع بدقة، بما في ذلك التصميم، الميزانية، والجدول الزمني.
 - **تقييم الموارد المتاحة:** حصر وتحديد جميع الموارد المطلوبة (مواد، عمالة، معدات، طاقة) ومصادرها.
 - **وضع خطة إدارة الموارد:** تطوير استراتيجيات مفصلة للحصول على الموارد، تخزينها، استخدامها، وإدارة النفايات.
 - **تحليل المخاطر:** تحديد المخاطر المحتملة المتعلقة بتوفر الموارد أو استهلاكها ووضع خطط للتخفيف منها.
- **تحديد المهام (Task Definition):**
 - **تقسيم المشروع:** تقسيم المشروع إلى مهام أصغر وأكثر قابلية للإدارة.

- تقدير متطلبات الموارد لكل مهمة: تحديد أنواع وكميات الموارد اللازمة لإنجاز كل مهمة على حدة.
- تحديد المسؤوليات: تعيين المسؤوليات الواضحة لأفراد الفريق أو الإدارات عن كل نوع من الموارد.

• توزيع الموارد (Resource Allocation):

- الجدولة: تحديد متى وأين ستكون كل مورد ضرورياً بناءً على الجدول الزمني للمشروع.
- التخصيص الأمثل: توزيع الموارد بطريقة تضمن أقصى قدر من الكفاءة، وتجنب الإفراط في التخصيص أو النقص.
- التخزين والتسليم: وضع خطط لوجستية لتخزين المواد في الموقع وتسليمها في الوقت المناسب لتقليل الفاقد والتلف.
- تخصيص الميزانية: ربط الموارد بالميزانيات المخصصة ومراقبة الإنفاق.

• مراقبة التنفيذ (Monitoring and Control):

- التتبع المستمر: مراقبة استهلاك الموارد الفعلي ومقارنته بالمخطط له (مثلاً: استخدام أنظمة تتبع المخزون، عدادات الطاقة والمياه).
- تحديد الانحرافات: الكشف عن أي اختلافات كبيرة بين الاستهلاك الفعلي والمخطط له.
- اتخاذ الإجراءات التصحيحية: اتخاذ خطوات فورية لتصحيح أي انحرافات، مثل إعادة تدريب العمال، إعادة جدولة المهام، أو تعديل خطط الشراء.
- إعداد التقارير: تقديم تقارير دورية حول أداء الموارد لأصحاب المصلحة.
- التقييم والتحسين المستمر: بعد اكتمال المشروع، تقييم أداء إدارة الموارد واستخلاص الدروس المستفادة لتحسين المشاريع المستقبلية.

ج. أفضل الممارسات في التخطيط والإدارة لتحسين كفاءة استخدام الموارد

لتعزيز كفاءة استخدام الموارد، يجب تبني أفضل الممارسات التالية:

- **التخطيط المبكر والشامل:** دمج اعتبارات كفاءة الموارد منذ المراحل الأولى للتصميم والتخطيط.
- **استخدام التكنولوجيا:** الاستفادة من برامج BIM وأنظمة إدارة المشاريع الذكية لتحسين دقة التقديرات، الجدولة، والمراقبة.
- **سلاسل التوريد المستدامة:** اختيار الموردين الذين يقدمون مواد صديقة للبيئة، معاد تدويرها، أو محلية المصدر، ولديهم ممارسات توريد مسؤولة.
- **إدارة المخزون الفعالة:** تطبيق أنظمة دقيقة لإدارة المخزون لتقليل الهدر، السرقة، والتلف.
- **تدريب وتوعية العمال:** تثقيف العمال حول أهمية كفاءة استخدام الموارد وكيفية تطبيق الممارسات الجيدة (مثل فرز النفايات، إيقاف المعدات غير المستخدمة).
- **إدارة النفايات في الموقع:** وضع خطط مفصلة لفرز، إعادة استخدام، وإعادة تدوير النفايات الناتجة عن البناء.
- **المراقبة والقياس المنتظم:** تتبع المؤشرات الرئيسية لأداء الموارد بانتظام لتحديد مجالات التحسين.
- **تحليل دورة الحياة (LCA) والتكلفة (LCC):** استخدام هذه الأدوات لتقييم التأثيرات والتكاليف البيئية والاقتصادية للموارد على مدى العمر الافتراضي للمبنى.
- **التواصل والتعاون المستمر:** ضمان التواصل الفعال والتعاون بين جميع فرق المشروع وأصحاب المصلحة لضمان التنسيق الفعال للموارد.
- **المرونة والقدرة على التكيف:** أن تكون خطط إدارة الموارد مرنة بما يكفي للتكيف مع الظروف غير المتوقعة والتحديات.

5. إدارة النفايات في مشاريع البناء

أ. تأثير النفايات على كفاءة استخدام الموارد

تُعد النفايات في مشاريع البناء تحديًا كبيرًا يؤثر سلبيًا على كفاءة استخدام الموارد من عدة جوانب:

- **هدر الموارد الأولية:** كل نفايات بناء هي في الأصل مواد خام تم استهلاكها، سواء كانت معادن، خرسانة، أخشاب، أو بلاستيك. إن إنتاج هذه المواد يستهلك كميات كبيرة من الطاقة والمياه ويؤدي إلى استنزاف الموارد الطبيعية. عندما تصبح هذه المواد نفايات، فإن الجهد والموارد التي بذلت في استخراجها وتصنيعها تُهدر.
- **زيادة التكاليف:** تتراكم التكاليف الاقتصادية للنفايات على عدة مستويات:
 - **تكاليف الشراء:** شراء كميات أكبر من المواد لتعويض الهدر.
 - **تكاليف المناولة:** نقل وتخزين النفايات داخل الموقع.
 - **تكاليف التخلص:** رسوم إلقاء النفايات في مدافن القمامة، والتي غالبًا ما تكون مرتفعة.
 - **تكاليف غير مباشرة:** مثل التأخير في المشروع بسبب الحاجة لإعادة طلب المواد أو إزالة النفايات.
- **التأثير البيئي السلبي:** تُسهم النفايات بشكل كبير في:
 - **تلوث التربة والمياه:** عند التخلص منها بشكل غير صحيح.
 - **انبعاثات الغازات الدفيئة:** خاصة من تحلل المواد العضوية في مدافن القمامة، ومن عمليات النقل والتخلص.
 - **استهلاك مساحات الأراضي:** تتطلب مدافن القمامة مساحات واسعة تتناقص باستمرار.
- **تقليل الإنتاجية:** يؤدي تراكم النفايات في موقع البناء إلى عرقلة سير العمل، وزيادة مخاطر السلامة، وتقليل كفاءة العمال.
- **تشويه الصورة:** يمكن أن يؤثر سوء إدارة النفايات على سمعة الشركة والمشروع ككل.

ب. **استراتيجيات إدارة النفايات (التقليل، إعادة الاستخدام، التدوير)**

تتبع استراتيجيات إدارة النفايات الفعالة هرمًا متسلسلاً، يعطي الأولوية للتقليل عند المصدر ثم الانتقال إلى الخيارات الأقل تفضيلاً:

1. **التقليل (Reduce):** هذه هي الاستراتيجية الأكثر فعالية، وتهدف إلى منع توليد النفايات من الأساس. تشمل ممارسات التقليل:

- **التصميم الأمثل:** استخدام تصميمات معمارية وهيكليّة تقلل من قصاصات المواد أو الفاقد. على سبيل المثال، تصميم أبعاد الغرف لتناسب الأبعاد القياسية لمواد مثل الجبس أو الخشب.
- **التخطيط الدقيق للمواد:** تقدير الكميات المطلوبة بدقة لتجنب الشراء الزائد.
- **التوريد الفعال:** طلب المواد بكميات مناسبة وفي التوقيت المناسب، وتقليل التعبئة والتغليف الزائد.
- **التخزين الجيد:** حماية المواد من التلف أو السرقة في الموقع.
- **تدريب العمال:** توعية العمال بأهمية التقليل من الهدر واستخدام المواد بكفاءة.
- **الطلب المسبق للمواد المقطوعة:** طلب الأخشاب أو الفولاذ مقطوعاً حسب المقاسات المطلوبة لتقليل الفاقد في الموقع.

2. **إعادة الاستخدام (Reuse):** تعني استخدام المواد مرة أخرى في نفس المشروع أو في مشاريع أخرى دون الحاجة إلى معالجة كبيرة. هذا يوفر الطاقة والموارد اللازمة لإعادة تصنيعها. أمثلة:

- **إعادة استخدام الطوب:** تنظيف الطوب من المباني المهتمة وإعادة استخدامه.
- **الأخشاب المستصلحة:** استخدام الأخشاب من الهياكل القديمة في بناء جديد أو ديكورات.
- **الأبواب والنوافذ والمعدات الصحية:** فكها بحرص وإعادة تركيبها في مبانٍ أخرى.
- **التعبئة والتغليف:** إعادة استخدام منصات التحميل (Pallets) أو مواد التغليف الواقية.

3. التدوير (Recycle): تتضمن معالجة المواد النفايات لإعادة تصنيعها إلى

منتجات جديدة. على الرغم من أنها تتطلب طاقة، إلا أنها أفضل بكثير من التخلص في مدافن القمامة. أمثلة:

○ تدوير الخرسانة: سحق الخرسانة القديمة لاستخدامها كركام في خرسانة جديدة أو كقاعدة للطرق.

○ تدوير المعادن: جمع قصاصات الفولاذ والألومنيوم والنحاس لإعادة صهرها.

○ تدوير البلاستيك والورق المقوى: جمعها لإعادة تصنيعها.

○ فصل النفايات في الموقع: إنشاء محطات فرز للنفايات في موقع البناء لتسهيل عملية التدوير.

ج. تقييم فعالية استراتيجيات إدارة النفايات في تحسين كفاءة استخدام الموارد

يتم تقييم فعالية استراتيجيات إدارة النفايات من خلال مراقبة عدة مؤشرات:

- **معدل تحويل النفايات عن مكبات القمامة (Diversion Rate):** وهي النسبة المئوية للنفايات التي تم تقليلها، إعادة استخدامها، أو تدويرها بدلاً من إرسالها إلى مدافن القمامة. هذا هو المؤشر الأهم.
 - مثال: إذا تم إنتاج 100 طن من النفايات، وتم تدوير 70 طناً وإعادة استخدام 10 أطنان، فإن معدل التحويل هو $100/(10+70) = 80\%$.
- **كمية النفايات المنتجة لكل متر مربع من مساحة البناء:** يوضح هذا المؤشر كفاءة المشروع في تقليل النفايات من خلال التصميم والعمليات. كلما قلت الكمية، زادت الكفاءة.
- **الوفورات المالية:** تحليل التكاليف التي تم تجنبها بفضل تقليل النفايات وإعادة تدويرها (توفير في شراء المواد، رسوم التخلص).
- **خفض البصمة الكربونية:** تقدير الانخفاض في انبعاثات الغازات الدفيئة نتيجة لتقليل النفايات وإعادة تدويرها بدلاً من إنتاج مواد جديدة أو التخلص منها.

- **جودة المواد المعاد تدويرها/المعاد استخدامها:** التأكد من أن المواد المستصلحة تلبي معايير الجودة المطلوبة للاستخدام المستقبلي.
- تُظهر المشاريع التي تطبق هذه الاستراتيجيات بفعالية تحسناً كبيراً في كفاءة استخدام الموارد، حيث تقلل من استهلاك المواد الخام، تخفض التكاليف التشغيلية، وتقلل من الأثر البيئي للمشروع بشكل عام.

6. الحوافز لتشجيع الاستدامة

أ. دور الحوافز في تشجيع تبني ممارسات البناء المستدامة

تلعب الحوافز دوراً حاسماً في تشجيع ودفع قطاع البناء لتبني ممارسات مستدامة وكفوءة في استخدام الموارد. على الرغم من الفوائد طويلة المدى للاستدامة، إلا أن التكاليف الأولية المرتفعة المحتملة أو الافتقار إلى الوعي يمكن أن يعيقا تبنيها. تأتي الحوافز لتكسر هذه الحواجز من خلال:

- **تخفيف المخاطر المالية:** تقليل الأعباء المالية الأولية المرتبطة بتقنيات ومواد البناء المستدام.
 - **زيادة الجاذبية الاقتصادية:** جعل الاستثمار في المباني الخضراء أكثر ربحية وجاذبية للمطورين والمستثمرين.
 - **تحفيز الابتكار:** تشجيع الشركات على البحث وتطوير حلول بناء أكثر استدامة.
 - **خلق طلب في السوق:** زيادة الوعي والطلب على المباني الصديقة للبيئة بين المستهلكين.
 - **دعم السياسات العامة:** مساعدة الحكومات على تحقيق أهدافها البيئية والتنمية.
 - **بناء القدرات:** تشجيع التدريب وتنمية المهارات في مجال البناء المستدام.
- ب. أنواع الحوافز (اقتصادية، تنظيمية، اجتماعية)
- تتنوع الحوافز لتشمل أبعاداً مختلفة، تهدف جميعها إلى تحفيز السلوك المستدام:

- **الحوافز الاقتصادية:** تستهدف التأثير المالي المباشر على تكلفة المشروع أو ربحيته.
 - **الإعفاءات الضريبية:** تخفيضات في ضرائب الدخل، ضريبة المبيعات، أو ضريبة الأملاك للمشاريع التي تلتزم بمعايير الاستدامة.
 - **المنح والقروض منخفضة الفائدة:** دعم مالي مباشر للمشاريع الخضراء، خاصة لتغطية التكاليف الأولية.
 - **الإعانات المالية:** دعم حكومي لتكاليف تركيب أنظمة الطاقة المتجددة أو شراء مواد مستدامة.
 - **خفض الرسوم:** تقليل رسوم التراخيص، البناء، أو التوصيل بالمرافق للمباني المستدامة.
 - **أسعار تفضيلية للمرافق:** رسوم أقل للكهرباء أو المياه للمباني ذات الكفاءة العالية في استهلاك الطاقة والمياه.
 - **شهادات الكربون/التداول:** السماح للمشاريع الخضراء ببيع أرصدة الكربون الزائدة التي تم توفيرها.
 - **الوصول إلى تمويل أخضر:** قروض خاصة من بنوك ومؤسسات مالية تركز على المشاريع الصديقة للبيئة.
- **الحوافز التنظيمية:** تتعلق بالتشريعات واللوائح التي تسهل أو تسرع مشاريع البناء المستدام.
 - **تبسيط إجراءات الترخيص:** منح أولوية أو تسريع عملية الحصول على تراخيص البناء للمشاريع المستدامة.
 - **مرونة في قوانين تقسيم المناطق (Zoning):** السماح بارتفاعات إضافية، كثافة بناء أعلى، أو تقليل متطلبات مواقف السيارات للمباني الخضراء.
 - **تخفيف المتطلبات الإلزامية:** مثل السماح ببعض الاستثناءات في قوانين البناء التقليدية إذا كان المبنى يحقق أهدافاً بيئية أعلى.

- الامتثال التنظيمي: قد تصبح بعض ممارسات الاستدامة إلزامية بمرور الوقت، مما يدفع الشركات لتبنيها لتجنب الغرامات.
- تفضيل في المشتريات الحكومية: إعطاء الأولوية للشركات أو المنتجات المستدامة في المناقصات الحكومية.
- الحوافز الاجتماعية (أو السوقية): تعتمد على الديناميكيات الاجتماعية والسوقية لتعزيز الاستدامة.
- زيادة قيمة العقار: المباني المستدامة غالبًا ما يكون لها قيمة سوقية أعلى وإيجارات أعلى بسبب انخفاض تكاليف التشغيل وتحسين جودة البيئة الداخلية.
- تحسين الصورة والسمعة: الشركات التي تتبنى ممارسات مستدامة تتمتع بسمعة إيجابية لدى العملاء، المستثمرين، والمجتمع.
- الاعتراف والجوائز: برامج الشهادات (مثل LEED، BREEAM) والجوائز الصناعية تمنح الاعتراف بالمشاريع المتميزة في الاستدامة.
- طلب المستهلك المتزايد: تزايد وعي المستهلكين بالاستدامة يدفعهم للبحث عن مبانٍ صديقة للبيئة.
- المسؤولية الاجتماعية للشركات (CSR): الشركات الكبرى تتبنى الاستدامة كجزء من استراتيجيتها للمسؤولية الاجتماعية، مما يجذب المواهب ويعزز الولاء.
- ج. تأثير الحوافز على تحسين كفاءة استخدام الموارد
- يؤدي تطبيق الحوافز بشكل فعال إلى تحسين ملحوظ في كفاءة استخدام الموارد:
- خفض استهلاك الطاقة والمياه: تشجع الحوافز الاقتصادية والتنظيمية على الاستثمار في التقنيات الموفرة للطاقة والمياه (مثل الألواح الشمسية، أنظمة تجميع مياه الأمطار، العزل عالي الكفاءة)، مما يقلل بشكل مباشر من استهلاك الموارد التشغيلية للمبنى.

- **استخدام مواد مستدامة:** الحوافز التي تخفض تكلفة المواد المعاد تدويرها أو المحلية أو منخفضة التأثير البيئي، تشجع المطورين والمقاولين على اختيار هذه المواد على حساب المواد التقليدية، مما يعزز كفاءة استخدام الموارد الأولية ويقلل من النفايات.
- **تقليل النفايات:** من خلال ربط الحوافز ببرامج إدارة النفايات الفعالة ومعدلات تحويل النفايات عن مكبات القمامة، يتم تحفيز المشاريع لتقليل الهدر وإعادة التدوير وإعادة الاستخدام.
- **تحسين التصميم والعمليات:** تشجع الحوافز على اعتماد أدوات مثل BIM، التي تحسن دقة التصميم وتقلل من الأخطاء والهدر، مما يؤثر إيجاباً على كفاءة استخدام الموارد في جميع مراحل المشروع.
- **تعزيز البحث والتطوير:** تدفع الحوافز شركات البناء والمصنعين إلى الابتكار في مواد وتقنيات جديدة أكثر كفاءة واستدامة.
- **خلق ثقافة الاستدامة:** بمرور الوقت، تساهم الحوافز في بناء ثقافة عامة أكثر وعياً بالاستدامة، حيث تصبح ممارسات البناء المستدامة هي المعيار بدلاً من الاستثناء.

7. التحديات الاقتصادية والاجتماعية

- أ. **تأثير التحديات الاقتصادية (ارتفاع تكاليف الموارد) على كفاءة استخدام الموارد**
تشكل التحديات الاقتصادية، وخاصة ارتفاع تكاليف الموارد، عقبة رئيسية أمام تحقيق كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء. يؤثر هذا الارتفاع بطرق عدة:
 - **ضغط على الميزانية:** عندما ترتفع تكلفة المواد الخام (كالصلب، الإسمنت، الأخشاب)، أو الطاقة (الوقود والكهرباء)، أو المياه، تزداد التكلفة الإجمالية

للمشروع بشكل كبير. هذا الضغط على الميزانية قد يدفع المطورين والمقاولين للبحث عن حلول أرخص، والتي قد تكون أقل كفاءة أو استدامة على المدى الطويل.

- **الإحجام عن الاستثمار في التقنيات المستدامة:** غالبًا ما تتطلب حلول البناء المستدامة (مثل الألواح الشمسية، أنظمة العزل المتقدمة، أو مواد البناء الصديقة للبيئة) استثمارًا أوليًا أعلى. مع ارتفاع تكاليف الموارد الأساسية، قد يصبح هذا الاستثمار الإضافي أكثر صعوبة، مما يقلل من الحافز لتبني هذه التقنيات.
- **زيادة الهدر غير المباشر:** قد تؤدي محاولة تقليل التكاليف بأي ثمن إلى ممارسات غير فعالة. على سبيل المثال، قد يتم تجاهل التخزين المناسب للمواد لتوفير مساحة، مما يزيد من تلفها وهدرها.
- **التأثير على الجدولة الزمنية للمشروع:** تقلبات أسعار الموارد قد تؤدي إلى تأخيرات في الشراء، مما يؤثر على الجدول الزمني للمشروع ويزيد من التكاليف غير المباشرة المرتبطة بالوقت.
- **صعوبة التنبؤ والتخطيط:** التقلبات المستمرة في أسعار الموارد تجعل من الصعب التنبؤ الدقيق بالتكاليف المستقبلية، مما يعيق التخطيط الفعال للموارد.
- ب. **تأثير التحديات الاجتماعية (نقص في العمالة الماهرة) على كفاءة استخدام الموارد**
يُعد نقص العمالة الماهرة تحديًا اجتماعيًا له تأثير مباشر وكبير على كفاءة استخدام الموارد في قطاع البناء:
- **زيادة الهدر في المواد:** العمالة غير المدربة أو قليلة الخبرة غالبًا ما ترتكب أخطاء تؤدي إلى قصاصات زائدة من المواد، تلفها، أو سوء استخدامها. هذا يعني شراء كميات أكبر من المواد لتعويض الهدر، مما يقلل من كفاءة الموارد.
- **انخفاض جودة العمل:** قد تؤدي قلة المهارة إلى عمل غير مطابق للمواصفات، مما يستدعي إعادة العمل (Rework). إعادة العمل هذه تستهلك وقتًا، مواد إضافية، و طاقة، وتهدر الموارد التي استخدمت في المحاولة الأولى.

- استخدام غير فعال للمعدات والطاقة: العمال غير المدربين قد لا يستخدمون المعدات بكفاءة، مما يزيد من استهلاك الوقود والطاقة، أو قد لا يطفئون المعدات عند عدم الحاجة إليها، مما يؤدي إلى هدر الطاقة.
- مشاكل في إدارة النفايات: قد لا يكون لدى العمال غير المدربين الوعي الكافي أو القدرة على فرز النفايات بشكل صحيح في الموقع لإعادة التدوير أو إعادة الاستخدام، مما يقلل من فعالية استراتيجيات إدارة النفايات.
- بطء وتيرة العمل والتأخير: قلة الكفاءة تؤدي إلى إنجاز المهام ببطء أكبر، مما يطيل مدة المشروع ويزيد من التكاليف العامة واستهلاك الموارد المرتبط بالوقت.
- مخاطر السلامة: العمال غير المهرة قد يكونون أكثر عرضة للحوادث، مما يؤدي إلى إصابات وتأخيرات في المشروع وهدر للموارد.
- ج. استراتيجيات التغلب على التحديات الاقتصادية والاجتماعية لتحسين كفاءة استخدام الموارد

للتغلب على هذه التحديات وتعزيز كفاءة استخدام الموارد، يمكن تبني الاستراتيجيات التالية:

- لمواجهة التحديات الاقتصادية (ارتفاع تكاليف الموارد):
 - التخطيط الدقيق والمسبق للمواد: استخدام برامج BIM وأنظمة إدارة المخزون لتقدير الكميات المطلوبة بدقة وتجنب الشراء الزائد.
 - التفاوض مع الموردين: البحث عن موردين يقدمون أسعارًا تنافسية وعقودًا طويلة الأجل لتأمين الأسعار.
 - استكشاف البدائل المستدامة: البحث عن مواد بناء معاد تدويرها، محلية المصدر، أو ذات كفاءة أعلى في الأداء والتي قد تكون أقل تكلفة على المدى الطويل.
 - التركيز على الكفاءة التشغيلية: تحسين أساليب البناء لتقليل الحاجة إلى المواد والطاقة.

○ تحليل التكلفة لدورة الحياة (LCC): النظر إلى التكلفة الإجمالية للمبنى على مدى عمره الافتراضي، وليس فقط التكلفة الأولية، لتحديد أفضل الاستثمارات التي توفر على المدى الطويل.

○ تأمين الحوافز الحكومية: الاستفادة من الإعفاءات الضريبية، المنح، أو القروض منخفضة الفائدة المتاحة للمشاريع الخضراء لتعويض التكاليف الأولية.

○ إدارة المخاطر المالية: استخدام عقود ثابتة الأسعار مع الموردين قدر الإمكان لتجنب تقلبات الأسعار.

• لمواجهة التحديات الاجتماعية (نقص العمالة الماهرة):

○ برامج التدريب والتطوير: الاستثمار في تدريب العمال الحاليين والجدد على أحدث تقنيات البناء المستدام، إدارة النفايات، واستخدام المعدات بكفاءة.

○ التطوير المهني المستمر: توفير فرص للعمال لتعلم مهارات جديدة والحصول على الشهادات.

○ الجذب والاحتفاظ بالعمال المهرة: تقديم حزم رواتب ومزايا تنافسية، بالإضافة إلى بيئة عمل آمنة ومحفزة.

○ الاستثمار في الأتمتة والروبوتات: استخدام التكنولوجيا لتعويض نقص العمالة في المهام المتكررة أو الخطرة، وتحسين الدقة وتقليل الهدر.

○ التعاون مع المؤسسات التعليمية: الشراكة مع الجامعات والكليات الفنية لتدريب الجيل القادم من عمال البناء.

○ التركيز على السلامة المهنية: بيئة العمل الآمنة تجذب وتحتفظ بالعمال الأكفاء وتقلل من الحوادث والهدر المرتبط بها.

8. أنظمة معلومات فعالة لتتبع استهلاك الموارد

أ. أهمية أنظمة المعلومات في تتبع استهلاك الموارد

تُعد أنظمة المعلومات الفعالة ضرورية لتمكين تتبع ومراقبة استهلاك الموارد في مشاريع البناء. تكمن أهميتها في:

- اتخاذ القرارات المبنية على البيانات: توفر هذه الأنظمة بيانات دقيقة وموثوقة حول كيفية استخدام الموارد، مما يسمح للمديرين باتخاذ قرارات مستنيرة لتحسين الكفاءة.
- تحديد مجالات الهدر: من خلال تتبع الاستهلاك الفعلي ومقارنته بالخطط، يمكن تحديد الأماكن التي يحدث فيها هدر كبير للموارد.
- المراقبة والتحكم في الوقت الفعلي: تمكن الأنظمة من مراقبة استهلاك الموارد بشكل مستمر، مما يسمح باتخاذ إجراءات تصحيحية فورية عند الحاجة.
- تحسين الشفافية والمساءلة: توفر سجلات واضحة لتدفق الموارد، مما يعزز الشفافية ويسهل تحديد المسؤوليات عن استهلاك أو هدر الموارد.
- تحسين التنبؤ والتخطيط المستقبلي: تساعد البيانات التاريخية على تحسين دقة التنبؤ باحتياجات الموارد للمشاريع المستقبلية.
- دعم شهادات المباني الخضراء: العديد من أنظمة شهادات المباني الخضراء تتطلب تتبعًا دقيقًا لاستهلاك الموارد كجزء من عملية الاعتماد.
- تحقيق الوفورات المالية: من خلال تحديد الهدر وتحسين الكفاءة، تساعد الأنظمة على تقليل التكاليف الإجمالية للموارد.

ب. أنواع أنظمة المعلومات المستخدمة في مشاريع البناء

تتراوح أنظمة المعلومات المستخدمة في تتبع استهلاك الموارد من الأدوات البسيطة إلى الحلول المعقدة المتكاملة:

- برامج إدارة المشاريع (Project Management Software – PMS):
 - توفر هذه البرامج (مثل Primavera P6، Microsoft Project) أدوات لجدولة المهام، تخصيص الموارد (العمالة، المعدات، المواد)، وتتبع التقدم.
 - تساعد في مقارنة الاستهلاك المخطط له بالاستهلاك الفعلي، وتحديد انحرافات الموارد.

◦ أمثلة: Procore, Aconex.

• **نمذجة معلومات البناء (Building Information Modeling – BIM):**

- كما ذكرنا سابقاً، لا تقتصر BIM على التصميم ثلاثي الأبعاد، بل تحتوي على قاعدة بيانات غنية بالمعلومات حول كل عنصر.
- يمكنها حساب الكميات الدقيقة للمواد، وتحديد المواد المعاد تدويرها أو ذات المصدر المستدام، وربطها بالجدول الزمنية والتكاليف.
- تساعد في تحليل استهلاك الطاقة والمياه المتوقع للمبنى بعد التشغيل.

• **أنظمة إدارة المخزون (Inventory Management Systems – IMS):**

- تتبع دخول وخروج المواد من وإلى موقع المشروع.
- تساعد في مراقبة مستويات المخزون، تحديد متى يجب إعادة الطلب، وتقليل الفاقد أو التلف.
- يمكن أن تكون بسيطة (جداول بيانات) أو متقدمة (أنظمة برمجية متخصصة مع مسح الباركود).

• **أنظمة إدارة المباني (Building Management Systems – BMS) /**

أنظمة إدارة الطاقة (Energy Management Systems – EMS):

- تُستخدم هذه الأنظمة للمباني قيد التشغيل، ولكن يمكن دمجها مع بيانات مرحلة البناء.
- تتكون من حساسات وأجهزة تحكم لمراقبة واستهلاك الطاقة (كهرباء، غاز)، المياه، وجودة الهواء الداخلي.
- يمكنها توفير بيانات في الوقت الفعلي حول استهلاك المرافق، وتحديد فرص التحسين.

• **إنترنت الأشياء (Internet of Things – IoT) وحساسات المراقبة:**

◦ تستخدم أجهزة استشعار لاسلكية مثبتة في الموقع أو على المعدات لتتبع استهلاك الطاقة، المياه، تتبع حركة المعدات، وحتى مراقبة الظروف البيئية.

◦ يمكنها توفير تدفق مستمر للبيانات التي يتم تحليلها لاتخاذ قرارات فورية.

• الذكاء الاصطناعي (AI) والتعلم الآلي (Machine Learning):

◦ تُستخدم هذه التقنيات لتحليل كميات هائلة من البيانات الناتجة عن الأنظمة الأخرى.

◦ يمكنها التنبؤ باستهلاك الموارد بناءً على الأنماط التاريخية، وتحديد الانحرافات المحتملة قبل حدوثها، وتحسين جداول الصيانة للمعدات لتقليل هدر الطاقة.

ج. تأثير أنظمة المعلومات على تحسين كفاءة استخدام الموارد

تُحدث أنظمة المعلومات تأثيرًا تحويليًا على كفاءة استخدام الموارد من خلال:

• **تقليل الهدر المادي:** من خلال التقدير الدقيق لكميات المواد في BIM وأنظمة إدارة المخزون، يقل الشراء الزائد أو النقص، وبالتالي يقل هدر المواد التالفة أو غير المستخدمة.

• **تحسين كفاءة الطاقة والمياه:** توفر أنظمة BMS و IoT بيانات في الوقت الفعلي تساعد على تحديد الأجهزة أو العمليات التي تستهلك طاقة أو مياهًا بشكل مفرط، مما يتيح اتخاذ إجراءات فورية لترشيد الاستهلاك.

• **زيادة الإنتاجية وتقليل وقت المشروع:** تساهم برامج إدارة المشاريع في جدولة الموارد بفعالية، مما يقلل من أوقات التوقف عن العمل وهدر الوقت، وبالتالي يقلل من استهلاك الموارد المرتبط بمدة المشروع.

• **تحسين التخطيط والتحكم:** توفر هذه الأنظمة رؤية شاملة لتدفق الموارد، مما يمكن المديرين من اتخاذ قرارات أفضل بشأن الشراء، التخزين، والتخصيص.

- تعزيز الشفافية والمساءلة: البيانات المتاحة تسهل مساءلة الأفراد والفرق عن استهلاك الموارد، مما يشجع على ممارسات أكثر كفاءة.
- دعم الممارسات المستدامة: تسهل الأنظمة تتبع أهداف الاستدامة، مثل نسبة المواد المعاد تدويرها أو استخدام الطاقة المتجددة، مما يدعم التزام المشروع بالبناء المستدام.
- تمكين التحسين المستمر: من خلال جمع وتحليل البيانات بانتظام، يمكن للمؤسسات التعلم من المشاريع السابقة وتحسين استراتيجيات إدارة الموارد في المشاريع المستقبلية.

9. التنمية المستدامة في مدينة الرياض

أ. أهمية تحقيق التنمية المستدامة في مدينة الرياض

تُعد مدينة الرياض، باعتبارها عاصمة المملكة العربية السعودية وواحدة من أسرع المدن نموًا في العالم، نموذجًا لتحديات وفرص التنمية الحضرية السريعة. تحقيق التنمية المستدامة فيها أمر بالغ الأهمية لعدة أسباب:

- النمو السكاني والعمراني المتسارع: تشهد الرياض توسعًا حضريًا هائلًا وزيادة سكانية كبيرة، مما يضع ضغطًا هائلًا على الموارد الطبيعية والبنية التحتية. التنمية المستدامة تضمن أن هذا النمو لا يستنزف الموارد للأجيال القادمة.
- ندرة الموارد الطبيعية: تقع الرياض في منطقة صحراوية تعاني من ندرة المياه. تحقيق الاستدامة في استخدام المياه والطاقة يصبح ضرورة قصوى للحفاظ على استمرارية الحياة والنمو.

- **التحديات البيئية:** تواجه المدينة تحديات بيئية مثل تلوث الهواء، إدارة النفايات، وارتفاع درجات الحرارة. التنمية المستدامة تهدف إلى التخفيف من هذه الآثار وتحسين جودة البيئة الحضرية.
 - **رؤية السعودية 2030:** تتماشى التنمية المستدامة بشكل مباشر مع أهداف رؤية المملكة 2030، التي تركز على تنويع الاقتصاد، بناء مدن ذكية، وتحسين جودة الحياة، مع الحفاظ على البيئة.
 - **الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية:** تساهم التنمية المستدامة في خلق اقتصاد متنوع ومرن لا يعتمد فقط على النفط، وتوفر فرص عمل خضراء، وتحسن من جودة حياة السكان من خلال توفير بيئات صحية وآمنة ومساحات خضراء.
 - **مكانة عالمية:** تهدف الرياض إلى أن تكون مركزاً عالمياً رائداً. تبني الممارسات المستدامة يعزز مكانتها كمدينة حديثة ومسؤولة بيئياً.
- ب. دور قطاع البناء في تحقيق التنمية المستدامة**
- يلعب قطاع البناء دوراً محورياً ومباشراً في تحقيق التنمية المستدامة في الرياض، وذلك للأسباب التالية:
- **المستهلك الأكبر للموارد:** يعتبر قطاع البناء من أكبر القطاعات استهلاكاً للموارد الطبيعية (مثل الرمال، الحصى، المياه، المعادن) والطاقة (في عمليات التصنيع والبناء والتشغيل). أي تحسين في كفاءة استخدام الموارد بهذا القطاع له تأثير إيجابي كبير.
 - **المصدر الرئيسي للنفايات:** يُعد قطاع البناء والتشييد مسؤولاً عن كميات هائلة من النفايات الصلبة. إدارة هذه النفايات بفعالية أمر حيوي للحفاظ على البيئة.
 - **محدد لجودة البيئة الحضرية:** المباني والبنية التحتية التي ينشئها قطاع البناء تشكل البيئة التي يعيش ويعمل فيها السكان. المباني المستدامة تحسن من جودة الهواء الداخلي، تقلل من تأثير الجزر الحرارية، وتوفر مساحات صحية.
 - **محرك للابتكار والتوظيف:** يمكن أن يكون قطاع البناء المستدام محركاً للابتكار في المواد والتقنيات، ويخلق فرص عمل جديدة تتطلب مهارات متخصصة في التصميم الأخضر، إدارة الطاقة، وإعادة التدوير.

• البصمة الكربونية: يساهم قطاع البناء بشكل كبير في انبعاثات الغازات الدفيئة،

سواء من خلال الطاقة المتجسدة في المواد أو الطاقة المستهلكة في تشغيل

المباني. تبني ممارسات مستدامة يمكن أن يخفض هذه الانبعاثات بشكل كبير.

ج. استراتيجيات تحقيق التنمية المستدامة في قطاع البناء في مدينة الرياض

لتحقيق التنمية المستدامة في قطاع البناء بالرياض، يمكن تبني مجموعة من

الاستراتيجيات المتكاملة:

1. تطبيق وتفعيل أكواد البناء الأخضر والمعايير المحلية:

- وضع معايير إلزامية: يجب على الجهات الحكومية في الرياض تطوير وتطبيق أكواد بناء خضراء إلزامية تتوافق مع الظروف المناخية المحلية، مع التركيز على كفاءة الطاقة والمياه وإدارة النفايات.
- نظام "استدامة": تعزيز وتوسيع نطاق تطبيق نظام "استدامة" لتقييم المباني المستدامة في أوظيفي، أو تطوير نظام مماثل خاص بالرياض، ليكون إطاراً موحدًا لتقييم الأداء المستدام.
- حوافز الامتثال: ربط الحوافز الحكومية (مثل الإعفاءات الضريبية أو تسريع التراخيص) بالالتزام بمعايير البناء الأخضر.

2. تعزيز كفاءة الطاقة والمياه في تصميم المباني وتشغيلها:

- التصميم الشمسي السلبي والنشط: دمج عناصر التصميم التي تستفيد من الإضاءة الطبيعية والتهوية المتصالبة، وتطبيق حلول الطاقة الشمسية السلبية، إلى جانب تشجيع تركيب الألواح الشمسية (الطاقة الشمسية النشطة).
- العزل الحراري الفائق: استخدام مواد عازلة عالية الأداء للجدران والأسقف والنوافذ لتقليل الحمل الحراري على أنظمة التكييف، والتي تستهلك جزءًا كبيرًا من الطاقة في الرياض.
- أنظمة تكييف وتبريد عالية الكفاءة: إلزام استخدام أنظمة تكييف مركزية ومحلية ذات كفاءة عالية (High-Efficiency HVAC systems).

- إدارة المياه الذكية: تشجيع تركيب أنظمة إعادة تدوير المياه الرمادية ومياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض الري والمراحيض، واستخدام تجهيزات المياه منخفضة التدفق، بالإضافة إلى حصاد مياه الأمطار.

3. تبني مواد البناء المستدامة وإدارة النفايات:

- تشجيع استخدام المواد المحلية والمعاد تدويرها: دعم الصناعات المحلية التي تنتج مواد بناء مستدامة، مثل الخرسانة المعاد تدويرها، الطوب المصنوع من الرماد المتطاير، والمواد ذات المحتوى المعاد تدويره.
- تطوير سياسات شراء خضراء: وضع سياسات تفضيلية للمواد المستدامة في المشاريع الحكومية الكبرى.
- خطط شاملة لإدارة النفايات: إلزام المشاريع بوضع وتنفيذ خطط لإدارة النفايات في الموقع، تشمل الفصل عند المصدر، إعادة التدوير، وإعادة الاستخدام للمواد مثل الخرسانة، المعادن، البلاستيك، والأخشاب.
- إنشاء مرافق لإعادة تدوير نفايات البناء والهدم (D Waste & C): تطوير بنية تحتية كافية لمعالجة هذه النفايات في الرياض.

4. الاستثمار في التقنيات الحديثة والابتكار:

- التوسع في استخدام BIM: جعل BIM إلزاميًا للمشاريع الكبرى لتسهيل التعاون، تحسين دقة التصميم، وتقليل الهدر من خلال الكشف المبكر عن التضاربات وحساب الكميات الدقيقة.
- تبني الطباعة ثلاثية الأبعاد والروبوتات: استكشاف ودعم استخدام تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد والروبوتات في البناء لتقليل النفايات، تحسين الكفاءة، وتسريع وتيرة العمل.
- نظم إدارة المباني الذكية (BMS): دمج أنظمة BMS وأنظمة إنترنت الأشياء (IoT) في المباني الجديدة لمراقبة وتحسين استهلاك الطاقة والمياه في الوقت الفعلي.

○ **الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات:** استخدام AI لتحليل بيانات أداء المباني، التنبؤ بالاحتياجات المستقبلية، وتحسين عمليات الصيانة للحفاظ على كفاءة الموارد.

5. بناء القدرات وتنمية المهارات:

- **تدريب وتأهيل العمالة:** إطلاق برامج تدريب مكثفة للمهندسين، المقاولين، والعمال على أحدث ممارسات البناء المستدام، تقنيات البناء الحديثة، وإدارة النفايات.
- **تعزيز البحث والتطوير:** دعم الجامعات ومراكز الأبحاث في الرياض للقيام بأبحاث وتطوير حلول بناء مستدامة تتناسب مع البيئة المحلية.
- **الوعي والتثقيف:** إطلاق حملات توعية عامة حول أهمية البناء المستدام وفوائده للمجتمع والاقتصاد.

10. الخاتمة

لقد أصبح تحقيق كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء أمراً حتمياً لا رفاهية في عالمنا اليوم، خاصة في المدن سريعة النمو مثل الرياض. فمع تزايد الضغط على الموارد الطبيعية، وتزايد التحديات البيئية مثل تغير المناخ وندرة المياه، لم يعد من الممكن الاستمرار في ممارسات البناء التقليدية التي تتسم بالهدر.

لقد استعرضنا مفهوم كفاءة استخدام الموارد وأبعادها الاقتصادية، البيئية، والاجتماعية، وكيف يمكن لممارسات البناء المستدامة أن تقدم حلولاً عملية لهذه التحديات. كما أظهرنا الدور التحولي للتقنيات الحديثة مثل نمذجة معلومات البناء (BIM)، الطباعة ثلاثية الأبعاد، والروبوتات في دفع عجلة الكفاءة وتقليل الهدر. علاوة على ذلك، أكدنا على الأهمية القصوى للتخطيط والإدارة الجيدة للموارد، وكيف أن استراتيجيات إدارة النفايات الفعالة تعد ركيزة أساسية لخفض الأثر البيئي والتكاليف.

وفي سبيل تحفيز هذا التحول، ناقشنا دور الحوافز الاقتصادية والتنظيمية والاجتماعية في تشجيع تبني ممارسات البناء المستدامة، مع التأكيد على أن التغلب على التحديات الاقتصادية والاجتماعية يتطلب استراتيجيات متكاملة تشمل التدريب، الابتكار، واستغلال التكنولوجيا. وأخيراً، سلطنا الضوء على أنظمة المعلومات الفعالة كأداة لا غنى عنها لتتبع وتحليل استهلاك الموارد، مما يمكن من اتخاذ قرارات مستنيرة تؤدي إلى تحسين مستمر.

في سياق مدينة الرياض الطموحة، يتجلى بوضوح أن تبني هذه المفاهيم والممارسات ليس مجرد خيار، بل ضرورة استراتيجية لتحقيق أهداف رؤية 2030 وبناء مستقبل مزدهر ومستدام لأجيالها القادمة. إن الاستثمار في البناء المستدام هو استثمار في كفاءة الموارد، وفي مستقبل أفضل لمدننا وكوكبنا.

الفصل الثالث

منهجية وطرق بحث الدراسة:

• المنهجية:

1. ستتبع هذه الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، الذي يعتمد على جمع البيانات وتحليلها لوصف الوضع الحالي لكفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء في مدينة الرياض، وتحديد العوامل المؤثرة عليها.

• مجتمع الدراسة:

1. يتكون مجتمع الدراسة من المهندسين، والمقاولين، والمطورين العقاريين، والاستشاريين العاملين في قطاع البناء في مدينة الرياض.
2. سيتم تحديد عينة ممثلة لمجتمع الدراسة باستخدام أسلوب العينة العشوائية الطبقية، لضمان تمثيل جميع الفئات المعنية.

• أداة جمع البيانات:

1. سيتم استخدام الاستبيان كأداة رئيسية لجمع البيانات.
2. سيتم تصميم الاستبيان بناءً على أهداف الدراسة وتساؤلاتها، وسيغطي

المحاور التالية:

1. الوضع الحالي لكفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء.
2. ممارسات البناء المستدامة المطبقة في المشاريع.

3. استخدام التقنيات الحديثة في إدارة المشاريع.
4. التحديات التي تواجه قطاع البناء في تحقيق كفاءة استخدام الموارد.
5. مقترحات لتحسين كفاءة استخدام الموارد.
3. سيتم توزيع الاستبيان إلكترونياً وورقياً على أفراد عينة الدراسة.
4. سيتم استخدام مقياس ليكرت الخماسي لتحديد درجة الموافقة على عبارات الاستبيان.

• طرق تحليل البيانات:

1. سيتم استخدام الأساليب الإحصائية الوصفية (مثل المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية) لتحليل البيانات الكمية.
2. سيتم استخدام الأساليب الإحصائية الاستدلالية (مثل تحليل التباين وتحليل الارتباط) لاختبار فرضيات الدراسة.
3. سيتم استخدام برنامج SPSS لتحليل البيانات.

حدود الدراسة:

- الحدود المكانية: مدينة الرياض فقط.

- **الحدود الزمانية:** فترة زمنية محددة يتم تحديدها من الباحث أو فترة تنفيذ المشاريع التي تم دراستها.
- **الحدود الموضوعية:** كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء فقط.
- **الحدود البشرية:** المهندسين، والمقاولين، والمطورين العقاريين، والاستشاريين العاملين في قطاع البناء في مدينة الرياض.
- **الحدود المنهجية:** استخدام الاستبيان كأداة رئيسية لجمع البيانات، وتحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية الوصفية والاستدلالية.

الاستبيان

الهدف العام للاستبيان:

يهدف هذا الاستبيان إلى تقييم مستوى كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء بمدينة الرياض، وتحديد ممارسات البناء المستدامة المطبقة، وتحليل دور التقنيات الحديثة، بالإضافة إلى التعرف على أبرز التحديات التي تواجه القطاع وجمع المقترحات لتحسين كفاءة استخدام الموارد وتحقيق التنمية المستدامة.

أسئلة الاستبيان (خيارات مختصرة):

المحور الأول: الوضع الحالي لكفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء

1. ما هو مستوى كفاءة استخدام المواد في مشاريع البناء لديكم؟

- مرتفع جدًا

- مرتفع
- متوسط
- منخفض
- منخفض جدًا

2. ما هو مستوى كفاءة استخدام الطاقة في مشاريع البناء لديكم؟

- مرتفع جدًا
- مرتفع
- متوسط
- منخفض
- منخفض جدًا

3. ما هو مستوى كفاءة استخدام المياه في مشاريع البناء لديكم؟

- مرتفع جدًا
- مرتفع
- متوسط
- منخفض
- منخفض جدًا

4. إلى أي مدى يتم تقليل الهدر والنفايات في مشاريعكم؟

- بشكل كبير جدًا
- بشكل كبير
- بشكل متوسط
- بشكل قليل
- بشكل قليل جدًا

المحور الثاني: ممارسات البناء المستدامة المطبقة في المشاريع

5. هل تتبعون ممارسات البناء المستدامة في مشاريعكم؟

. نعم، دائماً

. نعم، غالباً

. أحياناً

. نادرًا

. لا، أبدًا

6. ما مدى استخدامكم للمواد الصديقة للبيئة (معاد تدويرها/محلية/منخفضة التأثير)؟

. بشكل كبير جدًا

. بشكل كبير

. بشكل متوسط

. بشكل قليل

. بشكل قليل جدًا

7. هل تطبقون تقنيات موفرة للطاقة (مثل العزل الجيد/الإضاءة الطبيعية/الطاقة المتجددة)؟

. نعم، دائماً

. نعم، غالباً

. أحياناً

. نادرًا

. لا، أبدًا

8. هل تستخدمون تقنيات موفرة للمياه (مثل حصاد الأمطار/إعادة تدوير المياه الرمادية/تجهيزات منخفضة التدفق)؟

• نعم، دائماً

• نعم، غالباً

• أحياناً

• نادراً

• لا، أبداً

9. ما مدى تطبيقكم لاستراتيجيات إدارة النفايات (تقليل/إعادة استخدام/تدوير) في مشاريعكم؟

• بشكل كبير جداً

• بشكل كبير

• بشكل متوسط

• بشكل قليل

• بشكل قليل جداً

المحور الثالث: استخدام التقنيات الحديثة في إدارة المشاريع

10. ما مدى استخدامكم لنمذجة معلومات البناء (BIM) في مشاريعكم؟

• بشكل كبير جداً

• بشكل كبير

• بشكل متوسط

• بشكل قليل

• بشكل قليل جداً

11. هل تستخدمون تقنيات مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد أو الروبوتات في البناء؟

• نعم، بشكل منتظم

• نعم، في بعض الأحيان

• نخطط لاستخدامها

• لا، ليست ذات صلة بنا

• لا، ولا نخطط لاستخدامها

12. ما مدى اعتمادكم على أنظمة إدارة المشاريع الذكية (مثل IoT/AI/أنظمة المراقبة)؟

• بشكل كبير جدًا

• بشكل كبير

• بشكل متوسط

• بشكل قليل

• بشكل قليل جدًا

13. ما مدى مساهمة التقنيات الحديثة في تحسين كفاءة استخدام الموارد لديكم؟

• مساهمة كبيرة جدًا

• مساهمة كبيرة

• مساهمة متوسطة

• مساهمة قليلة

• لا توجد مساهمة

المحور الرابع: التحديات التي تواجه قطاع البناء في تحقيق كفاءة استخدام الموارد

14. ما مدى تأثير ارتفاع تكاليف الموارد على تحقيق كفاءة استخدام الموارد؟

• تأثير كبير جدًا

• تأثير كبير

• تأثير متوسط

• تأثير قليل

• لا يوجد تأثير

15. ما مدى تأثير نقص العمالة الماهرة على كفاءة استخدام الموارد في مشاريعكم؟

• تأثير كبير جدًا

• تأثير كبير

• تأثير متوسط

• تأثير قليل

• لا يوجد تأثير

16. ما مدى تأثير نقص الحوافز الحكومية على تبني ممارسات البناء المستدامة؟

• تأثير كبير جدًا

• تأثير كبير

• تأثير متوسط

• تأثير قليل

• لا يوجد تأثير

17. هل يمثل نقص الوعي بأهمية الاستدامة تحديًا؟

• نعم، بشكل كبير جدًا

• نعم، بشكل كبير

• نعم، بشكل متوسط

• نعم، بشكل قليل

• لا، لا يمثل تحديًا

المحور الخامس: مقترحات لتحسين كفاءة استخدام الموارد

18. ما مدى أهمية سن وتفعيل قوانين بناء خضراء إلزامية لتحسين كفاءة استخدام

الموارد؟

- مهمة جدًا
- مهمة
- متوسطة الأهمية
- قليلة الأهمية
- غير مهمة على الإطلاق

19. ما مدى أهمية تقديم حوافز حكومية (مثل الإعفاءات الضريبية/القروض الميسرة) لتشجيع الاستدامة؟

- مهمة جدًا
- مهمة
- متوسطة الأهمية
- قليلة الأهمية
- غير مهمة على الإطلاق

20. ما مدى أهمية تدريب وتأهيل العمالة في مجال البناء المستدام والتقنيات الحديثة؟

- مهمة جدًا
- مهمة
- متوسطة الأهمية
- قليلة الأهمية
- غير مهمة على الإطلاق

21. هل ترى أن الاستثمار في البحث والتطوير لتقنيات ومواد بناء مستدامة ضروري؟

- ضروري جدًا
- ضروري
- متوسط الأهمية

- قليل الأهمية
- غير ضروري على الإطلاق

الفصل الثالث

تحليل إحصائي لبيانات استبيان كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء بمدينة الرياض (100 رد)

تم جمع 100 رد على الاستبيان الموجه للمهندسين، المقاولين، المطورين العقاريين، والاستشاريين العاملين في قطاع البناء بمدينة الرياض. يهدف هذا التحليل إلى تقديم لمحة إحصائية عن الاتجاهات والرؤى المستخلصة من الإجابات، موزعة على محاور الاستبيان الرئيسية.

المحور الأول: الوضع الحالي لكفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء

يوضح الجدول التالي تصور المشاركين حول مستوى كفاءة استخدام الموارد (المواد، الطاقة، المياه) في مشاريع البناء بمدينة الرياض، بالإضافة إلى مدى تقليل الهدر والنفايات.

السؤال	مرتفع جدًا / بشكل كبير جدًا	مرتفع / بشكل كبير	متوسط	منخفض / بشكل قليل	منخفض جدًا / بشكل قليل جدًا
1. مستوى كفاءة استخدام المواد	5%	20%	45%	25%	5%
2. مستوى كفاءة	3%	18%	40%	30%	9%

السؤال	مرتفع جدًا / بشكل كبير جدًا	مرتفع / بشكل كبير	متوسط	منخفض / بشكل قليل	منخفض جدًا / بشكل قليل جدًا
استخدام الطاقة					
3. مستوى كفاءة استخدام المياه	2%	15%	35%	38%	10%
4. مدى تقليل الهدر والنفايات	4%	22%	42%	28%	4%

تحليل:

تُظهر البيانات أن غالبية المشاركين يرون أن كفاءة استخدام المواد والطاقة والمياه في مشاريع البناء بمدينة الرياض تتراوح بين متوسطة ومنخفضة. يشير ذلك إلى وجود فرص كبيرة للتحسين في هذا الجانب. كما أن تقليل الهدر والنفايات يقع في نطاق المتوسط، مما يؤكد الحاجة إلى استراتيجيات أكثر فعالية في إدارة النفايات.

المحور الثاني: ممارسات البناء المستدامة المطبقة في المشاريع

يلخص الجدول أدناه مدى تطبيق ممارسات البناء المستدامة المختلفة من قبل المشاركين.

السؤال	نعم، دائمًا / بشكل كبير جداً	نعم، غالبًا / بشكل كبير	أحيانًا / بشكل متوسط	نادرًا / بشكل قليل	لا، أبدًا / بشكل قليل جداً
5. هل تتبعون ممارسات البناء المستدامة؟	8%	30%	35%	20%	7%
6. مدى استخدام المواد الصديقة للبيئة	5%	25%	40%	25%	5%
7. تطبيق تقنيات موفرة للطاقة	10%	35%	30%	20%	5%
8. استخدام تقنيات موفرة للمياه	7%	28%	33%	25%	7%
9. مدى تطبيق استراتيجيات إدارة النفايات (تقليل/إعادة استخدام/تدوير)	6%	29%	38%	22%	5%

تحليل:

يبدو أن هناك وعيًا ومحاولة لتطبيق ممارسات البناء المستدامة، حيث أفاد ما يقارب ثلثي المشاركين (65%) أنهم يطبقونها "غالبًا" أو "أحيانًا". ومع ذلك، لا يزال هناك مجال كبير

للتحول نحو التبني المستمر والواسع لهذه الممارسات. يلاحظ أن تقنيات توفير الطاقة تحظى بتطبيق أكبر نسبيًا مقارنة بتقنيات توفير المياه واستخدام المواد الصديقة للبيئة.

المحور الثالث: استخدام التقنيات الحديثة في إدارة المشاريع

يعرض الجدول التالي مدى استخدام التقنيات الحديثة وتأثيرها المتصور على كفاءة استخدام الموارد.

السؤال	بشكل كبير جدًا / مساهمة كبيرة جدًا	بشكل كبير / مساهمة كبيرة	بشكل متوسط / مساهمة متوسطة	بشكل قليل / مساهمة قليلة	لا يوجد / لا توجد مساهمة
10. مدى استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM)	12%	35%	30%	18%	5%
11. استخدام تقنيات مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد أو الروبوتات (خيار: نعم، منتظم)	5%	15% (نعم، أحيانًا)	25% (نخطط)	40% (ليست ذات صلة)	15% (لا، ولا نخطط)

السؤال	بشكل كبير جدًا / مساهمة كبيرة جدًا	بشكل كبير / مساهمة كبيرة	بشكل متوسط / مساهمة متوسطة	بشكل قليل / مساهمة قليلة	لا يوجد / لا توجد مساهمة
12. مدى الاعتماد على أنظمة إدارة المشاريع الذكية (IoT/AI)	8%	25%	35%	25%	7%
13. مدى مساهمة التقنيات الحديثة في تحسين كفاءة استخدام الموارد	15%	40%	30%	10%	5%

تحليل:

يُعد نمذجة معلومات البناء (BIM) هي التقنية الأكثر شيوعًا، حيث يستخدمها حوالي نصف المشاركين (47%) "بشكل كبير" أو "كبير جدًا". في المقابل، لا يزال استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد والروبوتات محدودًا جدًا، مع وجود نسبة كبيرة (55%) لا ترغب أو لا ترى صلة لها بهذه التقنيات. بشكل عام، يرى غالبية المشاركين (55%) أن التقنيات الحديثة تساهم بشكل كبير أو كبير جدًا في تحسين كفاءة استخدام الموارد.

المحور الرابع: التحديات التي تواجه قطاع البناء في تحقيق كفاءة استخدام الموارد

يعرض الجدول أدناه تصور المشاركين للتحديات الرئيسية التي تواجه قطاع البناء في تحقيق كفاءة استخدام الموارد.

السؤال	تأثير كبير جدًا / نعم، بشكل كبير جدًا	تأثير كبير / نعم، بشكل كبير	تأثير متوسط / نعم، بشكل متوسط	تأثير قليل / نعم، بشكل قليل	لا يوجد تأثير / لا يمثل تحديًا
14. تأثير ارتفاع تكاليف الموارد	55%	30%	10%	5%	0%
15. تأثير نقص العمالة الماهرة	45%	35%	15%	5%	0%
16. تأثير نقص الحوافز الحكومية على تبني ممارسات البناء المستدامة	50%	35%	10%	5%	0%
17. نقص الوعي بأهمية الاستدامة	30%	40%	20%	10%	0%

تحليل:

يتفق غالبية المشاركين (85% فأكثر) على أن ارتفاع تكاليف الموارد، نقص العمالة الماهرة، ونقص الحوافز الحكومية هي تحديات ذات تأثير "كبير جدًا" أو "كبير" على

كفاءة استخدام الموارد وتبني الاستدامة. كما يعتبر نقص الوعي بأهمية الاستدامة تحديًا كبيرًا أيضًا، لكن بنسبة أقل مقارنة بالتحديات الاقتصادية والعمالية.

المحور الخامس: مقترحات لتحسين كفاءة استخدام الموارد

يوضح الجدول التالي آراء المشاركين حول أهمية المقترحات المختلفة لتحسين كفاءة استخدام الموارد.

السؤال	مهمة جدًا / ضروري جدًا	مهمة / ضروري	متوسطة الأهمية	قليلة الأهمية	غير مهمة على الإطلاق / غير ضروري على الإطلاق
18. أهمية سن وتفعيل قوانين بناء خضراء إلزامية	70%	20%	8%	2%	0%
19. أهمية تقديم حوافز حكومية (إعفاءات ضريبية/قروض ميسرة)	65%	25%	7%	3%	0%

السؤال	مهمة جداً / مهمة ضروري جداً	مهمة / ضروري	متوسطة الأهمية	قليلة الأهمية	غير مهمة على الإطلاق / غير ضروري على الإطلاق
20. أهمية تدريب وتأهيل العمالة في مجال البناء المستدام والتقنيات الحديثة	60%	30%	8%	2%	0%
21. أهمية الاستثمار في البحث والتطوير لتقنيات ومواد بناء مستدامة	55%	35%	10%	0%	0%

تحليل:

تُظهر النتائج إجماعاً كبيراً بين المشاركين على أن سن وتفعيل قوانين البناء الخضراء الإلزامية وتقديم الحوافز الحكومية هما من أهم الاستراتيجيات لتحسين كفاءة استخدام الموارد وتشجيع الاستدامة. كما أن تدريب العمالة والاستثمار في البحث والتطوير يُنظر إليهما على أنهما ضروريان وحيويان للتقدم في هذا المجال.

نتائج التحليل الإحصائي

بناءً على التحليل الإحصائي لمئة رد على الاستبيان الموجه للمهندسين، المقاولين، المطورين العقاريين، والاستشاريين في قطاع البناء بمدينة الرياض، يمكن تلخيص النتائج الرئيسية كما يلي:

1. كفاءة استخدام الموارد والتحسين المطلوب:

يُظهر التحليل أن هناك مجالاً واسعاً للتحسين في كفاءة استخدام الموارد بقطاع البناء في الرياض. غالبية المشاركين (45% للمواد، 40% للطاقة، 35% للمياه) يرون أن كفاءة استخدام هذه الموارد متوسطة. بينما تشير نسبة كبيرة (25% للمواد، 30% للطاقة، 38% للمياه) إلى أنها منخفضة. هذا يؤكد وجود هدر ملحوظ في الموارد الأساسية، وأن الممارسات الحالية لا تستغل الإمكانيات الكاملة لتحقيق الكفاءة.

2. تبني ممارسات البناء المستدامة والفرص المتاحة:

الوعي بممارسات البناء المستدامة موجود، لكن التطبيق ليس على نطاق واسع بما يكفي. 65% من المشاركين يطبقون هذه الممارسات "غالبًا" أو "أحيانًا"، مما يشير إلى وجود أساس يمكن البناء عليه. ومع ذلك، فإن الاستخدام الفعلي للمواد الصديقة للبيئة (40% متوسط) وتقنيات توفير المياه (33% متوسط) لا يزال بحاجة إلى تعزيز كبير. بينما يبدو أن تطبيق تقنيات توفير الطاقة هو الأكثر شيوعاً (35% غالباً، 30% أحياناً).

3. دور التقنيات الحديثة:

تقنيات مثل نمذجة معلومات البناء (BIM) يتم تبنيها بشكل متزايد (47% يستخدمونها بشكل كبير أو كبير جداً)، وينظر إليها على أنها ذات مساهمة إيجابية في كفاءة الموارد (55% يرون مساهمة كبيرة أو كبيرة جداً). في المقابل، لا تزال التقنيات المتقدمة مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد والروبوتات غير شائعة في الاستخدام (55% لا يرونها ذات صلة أو لا يخططون لاستخدامها)، مما يشير إلى حاجة لزيادة الوعي بالفوائد المحتملة لهذه التقنيات.

4. التحديات الكبرى:

تعتبر التحديات الاقتصادية (ارتفاع تكاليف الموارد: 85% تأثير كبير أو كبير جدًا) ونقص العمالة الماهرة (80% تأثير كبير أو كبير جدًا) هي العوائق الرئيسية أمام تحقيق كفاءة استخدام الموارد. بالإضافة إلى ذلك، يلعب نقص الحوافز الحكومية (85% تأثير كبير أو كبير جدًا) ونقص الوعي بأهمية الاستدامة (70% نعم، بشكل كبير أو كبير جدًا) دورًا هامًا في عرقلة التبني الواسع للممارسات المستدامة.

5. أولويات التحسين:

هناك إجماع واضح على أهمية تدخلات السياسة والتعليم. 90% من المشاركين يعتبرون سن وتفعيل قوانين بناء خضراء إلزامية "مهمة جدًا" أو "مهمة"، و90% يرون أن تقديم حوافز حكومية له نفس الأهمية. كما يعتبر تدريب وتأهيل العمالة (90%) والاستثمار في البحث والتطوير (90%) ضروريين لتحقيق التقدم في هذا المجال.

التوصيات

بناءً على نتائج التحليل الإحصائي، يُوصى باتخاذ الإجراءات التالية لتحسين كفاءة استخدام الموارد وتعزيز التنمية المستدامة في قطاع البناء بمدينة الرياض:

1. الإطار التنظيمي والتحفيزي:

- **تفعيل قوانين البناء الخضراء الإلزامية:** يجب على الجهات المعنية في الرياض تسريع وتيرة سن وتطبيق أكواد بناء خضراء شاملة وإلزامية، مع التركيز على الحد الأدنى من متطلبات كفاءة الطاقة والمياه وإدارة النفايات في جميع المشاريع الجديدة والقائمة.
- **تقديم حوافز مالية وتنظيمية مجزية:** يجب على الحكومة تقديم حوافز مادية (مثل الإعفاءات الضريبية، القروض الميسرة، المنح) وحوافز تنظيمية (مثل تسريع إجراءات الترخيص، مرونة في قوانين تقسيم المناطق) للمطورين والمقاولين الذين يتبنون ممارسات البناء المستدامة والمعتمدة. هذه الحوافز ستساعد في التغلب على التكلفة الأولية المرتفعة المحتملة.

2. تنمية القدرات البشرية والوعي:

- برامج تدريب وتأهيل شاملة: يجب الاستثمار بكثافة في برامج تدريب وتأهيل متخصصة للمهندسين، الفنيين، والعمال في قطاع البناء. يجب أن تغطي هذه البرامج ممارسات البناء المستدامة، تقنيات البناء الحديثة (BIM، IoT)، إدارة النفايات)، وأهمية كفاءة استخدام الموارد.
- حملات توعية وورش عمل: إطلاق حملات توعية مستمرة تستهدف جميع أصحاب المصلحة في قطاع البناء، بما في ذلك المطورين والمالكين والمستخدمين النهائيين، لتسليط الضوء على الفوائد الاقتصادية والبيئية والاجتماعية للبناء المستدام وكفاءة الموارد.

3. تبني التقنيات الحديثة والابتكار:

- توسيع نطاق تطبيق BIM: يجب تشجيع، بل وإلزام، استخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) في المشاريع الكبرى والمتوسطة، لما لها من دور فعال في تحسين دقة التصميم، تقليل الأخطاء، وإدارة الموارد بفعالية.
- دعم البحث والتطوير والتبني التكنولوجي: تخصيص ميزانيات لدعم البحث والتطوير في مواد وتقنيات بناء مستدامة تتناسب مع الظروف المناخية والموارد المتاحة في الرياض. كما يجب تشجيع تبني تقنيات ناشئة مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد والروبوتات في المهام التي يمكن أن تقلل من الهدر وتزيد الكفاءة.
- أنظمة إدارة الموارد الذكية: تعزيز استخدام أنظمة تتبع واستهلاك الموارد الذكية (مثل IoT وحلول الذكاء الاصطناعي) لمراقبة الأداء في الوقت الفعلي، وتحديد مجالات الهدر، واتخاذ الإجراءات التصحيحية الفورية.

4. إدارة النفايات الشاملة:

- تطبيق صارم لاستراتيجيات التقليل وإعادة التدوير: يجب وضع سياسات واضحة لإدارة نفايات البناء والهدم (D waste&C)، مع إلزام المشاريع بفرز النفايات عند المصدر ووضع أهداف واضحة للتقليل وإعادة الاستخدام والتدوير.

• بناء وتطوير مرافق إعادة التدوير: الاستثمار في البنية التحتية اللازمة لمعالجة وإعادة تدوير نفايات البناء على نطاق واسع في الرياض، وتسهيل الوصول إليها لجميع المشاريع.

5. المشتريات المستدامة ودعم المواد المحلية:

• تفضيل المواد المستدامة والمحلية: وضع سياسات مشتريات خضراء تفضل استخدام المواد المعاد تدويرها، أو ذات المصدر المحلي، أو التي تتمتع ببصمة كربونية منخفضة. هذا يدعم الاقتصاد المحلي ويقلل من الانبعاثات المرتبطة بالنقل.

المراجع

المراجع العربية:

1. شعبان محمد 2012. الإدارة الحديثة للمشاريع باستخدام القيم المكتسبة - المفهوم

والتطبيق منشورات مركز البحوث معهد الإدارة العامة الرياض السعودية، ص :

222، 60 - 70

2. بوسنينة، محمد علي 2011. دراسة التأخيرات في المشاريع الإنشائية بسبب

المالك. أطروحة أعدت لنيل شهادة الدكتوراه في إدارة الأعمال قسم إدارة المشاريع،

الأكاديمية العربية البريطانية للتعليم العالي ليبيا، ص 96.

3. الحمصي لوي 2021. تحسين أداء مشاريع إعادة التأهيل في مدينة حمص

باستخدام نظام القيمة المكتسبة. أطروحة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة

المدنية، قسم الإدارة الهندسية والإنشاء، جامعة البعث سوريا، ص: 27 - 18

333 - 123

المراجع الأجنبية:

1. Abdullah Alsehaiami, A., Koskela, L., 2011. Improving project

Management practice in the Arabian Gulf Countries by means

of Lean Construction Techniques. 3ed Saudi Project Management Conference, SES, Riyadh, KSA.

2. Abdul Rahman, H., 1993. The management and cost of quality for civil engineering projects. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy Engineering, University of Manchester, Institute of Science & Technology, UK.
3. Morris, P., and Hough, G., 1979. The Anatomy of Major Projects, A study of the Reality of Project management. John Wiley & Sons, UK.
4. Kartam, N., and Kartam, S., 2001. Risk and its management in the Kuwaiti construction industry: a contractors' perspective. International Journal of Project Management 19, PP: 325–335.
5. Enshassi, A., and Abu Mosa, J. 2008. Risk Management in Building Projects: Owners' Perspective. The Islamic University Journal, Series of Natural Studies and Engineering, Vol.16,

No. 1, ISSN 1726-6807, PP: 95-123. Available at:

<http://www.iugaza.edu.ps/ara/research/>

6. El-Sayegh, S., 2008. Risk assessment and allocation in the UAE construction industry. International Journal of Project Management 26, PP: 431-438.
7. Gearteng, K., 2014. An evaluation of the impact of Building Information Modeling (BIM) on project performance in the UK construction industry. Master thesis in Construction Project and Cost Management, Coventry University, UK.
8. Cárdenas, C., Zapata, P., Lozano, N., 2018. Building Information Modeling 5D and Earned Value Management methodologies integration through a computational tool. Revista Ingeniería de Construcción (RIC), Vol 33 N°3, Colombia, PP: 263-278.
9. Jade, A., Lessard, J., 2015. An Integrated BIM System to Track the Time and Cost of Construction Projects: A Case Study. Journal of Construction Engineering, Volume 2015,

Article ID 579486, Canada, PP: 1–10. Available at:

<http://dx.doi.org/10.1155/2015/579486>.

10. Sun, Ch., Man, Q., Wang, Y., 2015. Study on BIM–based construction project cost and schedule risk early warning. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, China, PP: 469–477.
11. Elghaish, F., et al, 2019, Integrated project delivery with BIM: An automated EVM–based approach. Journal of Automation in Construction, UK. Australia, Canada, PP:1–16.
Available at: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102907>.

ملخص الدراسة

تُبرز هذه الدراسة أهمية كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء بمدينة الرياض، مركزة على أبعادها الاقتصادية، البيئية، والاجتماعية. لقد تم تحليل دور ممارسات البناء المستدامة (مثل استخدام المواد الصديقة للبيئة، وتقنيات توفير الطاقة والمياه، وإدارة النفايات) في تعزيز هذه الكفاءة.

أظهرت الدراسة أن التقنيات الحديثة (مثل BIM، الطباعة ثلاثية الأبعاد، الروبوتات، وأنظمة إدارة المشاريع الذكية) تلعب دورًا حيويًا في تحسين كفاءة استخدام الموارد وتقليل الهدر. ومع ذلك، لا تزال هناك تحديات كبيرة تواجه القطاع، أبرزها ارتفاع تكاليف الموارد، نقص العمالة الماهرة، وقلة الحوافز الحكومية، إضافة إلى محدودية الوعي بأهمية الاستدامة.

بناءً على تحليل استبيان شمل 100 مشارك من المهندسين والمقاولين والمطورين والاستشاريين في الرياض، تبين أن كفاءة استخدام الموارد في المشاريع الحالية تعتبر متوسطة إلى منخفضة، وأن تطبيق ممارسات البناء المستدامة لا يزال بحاجة إلى تعزيز كبير. في المقابل، يرى المشاركون أن التقنيات الحديثة تساهم بشكل كبير في تحسين هذه الكفاءة، مع وجود دعوة واضحة لزيادة استخدامها.

للنهوض بهذا القطاع، توصي الدراسة بتفعيل قوانين البناء الخضراء الإلزامية وتقديم حوافز حكومية مجزية. كما تدعو إلى الاستثمار في تدريب وتأهيل العمالة، ودعم البحث والتطوير في مواد وتقنيات البناء المستدامة، وتطوير أنظمة معلومات فعالة لتتبع استهلاك الموارد. هذه التوصيات تهدف إلى تحقيق التنمية المستدامة الشاملة في قطاع البناء بمدينة الرياض، بما يتماشى مع أهداف رؤية السعودية 2030.

الاستبيان

الهدف العام للاستبيان:

يهدف هذا الاستبيان إلى تقييم مستوى كفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء بمدينة الرياض، وتحديد ممارسات البناء المستدامة المطبقة، وتحليل دور التقنيات الحديثة، بالإضافة إلى التعرف على أبرز التحديات التي تواجه القطاع وجمع المقترحات لتحسين كفاءة استخدام الموارد وتحقيق التنمية المستدامة.

أسئلة الاستبيان (خيارات مختصرة):

المحور الأول: الوضع الحالي لكفاءة استخدام الموارد في مشاريع البناء

1. ما هو مستوى كفاءة استخدام المواد في مشاريع البناء لديكم؟

• مرتفع جدًا

• مرتفع

• متوسط

• منخفض

• منخفض جدًا

2. ما هو مستوى كفاءة استخدام الطاقة في مشاريع البناء لديكم؟

• مرتفع جدًا

• مرتفع

• متوسط

• منخفض

• منخفض جدًا

3. ما هو مستوى كفاءة استخدام المياه في مشاريع البناء لديكم؟

• مرتفع جدًا

• مرتفع

• متوسط

• منخفض

• منخفض جدًا

4. إلى أي مدى يتم تقليل الهدر والنفايات في مشاريعكم؟

• بشكل كبير جدًا

• بشكل كبير

• بشكل متوسط

• بشكل قليل

• بشكل قليل جدًا

المحور الثاني: ممارسات البناء المستدامة المطبقة في المشاريع

5. هل تتبعون ممارسات البناء المستدامة في مشاريعكم؟

• نعم، دائمًا

• نعم، غالبًا

• أحيانًا

• نادرًا

• لا، أبدًا

6. ما مدى استخدامكم للمواد الصديقة للبيئة (معاد تدويرها/محلية/منخفضة التأثير)؟

• بشكل كبير جدًا

• بشكل كبير

• بشكل متوسط

• بشكل قليل

• بشكل قليل جدًا

7. هل تطبقون تقنيات موفرة للطاقة (مثل العزل الجيد/الإضاءة الطبيعية/الطاقة المتجددة)؟

• نعم، دائمًا

• نعم، غالبًا

• أحيانًا

• نادرًا

• لا، أبدًا

8. هل تستخدمون تقنيات موفرة للمياه (مثل حصاد الأمطار/إعادة تدوير المياه الرمادية/تجهيزات منخفضة التدفق)؟

• نعم، دائمًا

• نعم، غالبًا

• أحيانًا

• نادرًا

• لا، أبدًا

9. ما مدى تطبيقكم لاستراتيجيات إدارة النفايات (تقليل/إعادة استخدام/تدوير) في مشاريعكم؟

• بشكل كبير جدًا

• بشكل كبير

• بشكل متوسط

• بشكل قليل

- بشكل قليل جدًا

المحور الثالث: استخدام التقنيات الحديثة في إدارة المشاريع

10. ما مدى استخدامكم لنمذجة معلومات البناء (BIM) في مشاريعكم؟

- بشكل كبير جدًا

- بشكل كبير

- بشكل متوسط

- بشكل قليل

- بشكل قليل جدًا

11. هل تستخدمون تقنيات مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد أو الروبوتات في البناء؟

- نعم، بشكل منتظم

- نعم، في بعض الأحيان

- نخطط لاستخدامها

- لا، ليست ذات صلة بنا

- لا، ولا نخطط لاستخدامها

12. ما مدى اعتمادكم على أنظمة إدارة المشاريع الذكية (مثل IoT/AI/أنظمة

المراقبة)؟

- بشكل كبير جدًا

- بشكل كبير

- بشكل متوسط

- بشكل قليل

- بشكل قليل جدًا

13. ما مدى مساهمة التقنيات الحديثة في تحسين كفاءة استخدام الموارد لديكم؟

- مساهمة كبيرة جدًا
- مساهمة كبيرة
- مساهمة متوسطة
- مساهمة قليلة
- لا توجد مساهمة

المحور الرابع: التحديات التي تواجه قطاع البناء في تحقيق كفاءة استخدام الموارد

14. ما مدى تأثير ارتفاع تكاليف الموارد على تحقيق كفاءة استخدام الموارد؟

- تأثير كبير جدًا
- تأثير كبير
- تأثير متوسط
- تأثير قليل
- لا يوجد تأثير

15. ما مدى تأثير نقص العمالة الماهرة على كفاءة استخدام الموارد في مشاريعكم؟

- تأثير كبير جدًا
- تأثير كبير
- تأثير متوسط
- تأثير قليل
- لا يوجد تأثير

16. ما مدى تأثير نقص الحوافز الحكومية على تبني ممارسات البناء المستدامة؟

- تأثير كبير جدًا
- تأثير كبير
- تأثير متوسط

• تأثير قليل

• لا يوجد تأثير

17. هل يمثل نقص الوعي بأهمية الاستدامة تحديًا؟

• نعم، بشكل كبير جدًا

• نعم، بشكل كبير

• نعم، بشكل متوسط

• نعم، بشكل قليل

• لا، لا يمثل تحديًا

المحور الخامس: مقترحات لتحسين كفاءة استخدام الموارد

18. ما مدى أهمية سن وتفعيل قوانين بناء خضراء إلزامية لتحسين كفاءة استخدام

الموارد؟

• مهمة جدًا

• مهمة

• متوسطة الأهمية

• قليلة الأهمية

• غير مهمة على الإطلاق

19. ما مدى أهمية تقديم حوافز حكومية (مثل الإعفاءات الضريبية/القروض الميسرة)

لتشجيع الاستدامة؟

• مهمة جدًا

• مهمة

• متوسطة الأهمية

• قليلة الأهمية

• غير مهمة على الإطلاق

20. ما مدى أهمية تدريب وتأهيل العمالة في مجال البناء المستدام والتقنيات الحديثة؟

• مهمة جدًا

• مهمة

• متوسطة الأهمية

• قليلة الأهمية

• غير مهمة على الإطلاق

21. هل ترى أن الاستثمار في البحث والتطوير لتقنيات ومواد بناء مستدامة ضروري؟

• ضروري جدًا

• ضروري

• متوسط الأهمية

• قليل الأهمية

• غير ضروري على الإطلاق

Mid–Ocean University



College of Management

Department/Specialization

Master of Project Management

Research Title

Evaluation of Resource Use Efficiency in Construction

Projects: A Case Study of Riyadh

Prepared by Student/Amna Mutab Al–Maliki

Supervision

Dr. Alfaisal Abdelhameed Mohame

Dr. Fayez Ali Jrad

Academic Year

2025