

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

ماجستير ادارة المشاريع



أثر استخدام تقنيات البناء الحديث (MMC) في تسريع تنفيذ مشاريع الطاقة
المتجددة في المملكة: دراسته تطبيقية على المشاريع الحكومية بمدينة الرياض

إعداد الطالب/

موسى محمد المالكي

251000487

إشراف/

د. الفيصل عبد الحميد محمد حسن

د. فايز جراد

العام الدراسي: 2025

3	.....	مقدمة:
3	.....	مشكلة الدراسة
5	.....	أهمية الدراسة:
6	.....	أهداف الدراسة:
8	.....	تساؤلات الدراسة
9	.....	فروض الدراسة:
10	.....	الدراسات السابقة:
18	.....	الفجوة البحثية:
19	.....	المنطلقات النظرية للدراسة:
23	.....	المنهجية وطرق البحث:
24	.....	مصادر جمع البيانات
25	.....	أدوات الدراسة:
27	.....	حدود الدراسة:
28	.....	المراجع:

مقدمة:

تشهد المباني السكنية في مختلف أنحاء العالم تحولاً جذرياً في طريقة تحديثها وصيانتها، نتيجة للتحديات البيئية المتزايدة وتنامي الحاجة إلى تحسين كفاءة استخدام الطاقة وتقليل الأثر الكربوني، ولقد أصبحت استدامة المباني إحدى الركائز الأساسية في سياسات التحديث الحضري، خاصة في الدول التي تعاني من ارتفاع استهلاك الطاقة في قطاع الإسكان، وهو ما يدفع إلى التفكير بشكل جاد في آليات التحديث المستدام للمباني القائمة بدلاً من استبدالها أو هدمها بالكامل، وتدل الإحصائيات العالمية على أن الأبنية تمثل نحو 40% من استهلاك الطاقة العالمي، الأمر الذي يجعلها هدفاً رئيسياً لجهود خفض الانبعاثات وتحديث البنية التحتية على أسس بيئية واقتصادية واجتماعية متكاملة (Szalay et al., 2023).

أن عمليات التحديث هذه لا تُعد سهلة أو مباشرة، بل ترتبط بجملة من القرارات المعقدة والمتشابكة التي تتداخل فيها اعتبارات تقنية ومالية واجتماعية في آن واحد، فعلى الرغم من توفر العديد من التقنيات الحديثة مثل المواد العازلة، وأنظمة التهوية الذكية، والطاقة المتجددة، فإن معدلات التحديث الشامل للمباني القديمة ما تزال دون المستوى المأمول، وهذا التراجع يُعزى جزئياً إلى غياب منظومات داعمة لاتخاذ القرار المستنير، وإلى عدم وجود سياسات تشاركية تُعطي أهمية لدور السكان والجهات المعنية منذ المراحل الأولى للمشروع. (Dąbrowski et al., 2023)

وتبرز مأساة "برج غرينفيل" في لندن عام 2017 كأحد أبرز الأمثلة على عواقب تجاهل التنظيم الدقيق وغياب الرؤية المستدامة عند تحديث المباني السكنية، حيث أودت الكارثة بحياة 72 شخصاً بسبب استخدام مواد غير آمنة في أعمال التجديد، وقد كشف التحقيق الرسمي أن السياسات الموجهة نحو "الابتكار بأي ثمن" تسببت في إهمال معايير السلامة والاستدامة طويلة الأجل. هذه الحادثة كانت

بمثابة جرس إنذار للعالم بأسره حول خطورة التوجهات التي ترى في التنظيم عائقًا أمام الابتكار، وتغفل عن مسؤولياتها الأخلاقية والاجتماعية. (Dainty et al., 2023)

و تظهر الحاجة الملحة إلى تطوير نظم دعم اتخاذ القرار تساعد الجهات المعنية في المفاضلة بين الخيارات المختلفة للتحديث، وتُمكن من دمج الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية في عملية تقييم جدوى التحديث، بدلاً من الاعتماد على المؤشرات المالية فقط، كما ينبغي أن تُراعى الخصوصية المحلية للسكان المستفيدين، بما في ذلك عاداتهم المعيشية، ومدى وعيهم البيئي، ودرجة تقبلهم للتقنيات الحديثة، وهو ما لا يمكن تجاهله عند رسم سيناريوهات تحديث شاملة وفعالة (Boeri et al., 2023).

ويُعد إشراك أصحاب المصلحة في مرحلة مبكرة من عملية التحديث من أبرز التوجهات الحديثة في سياسات تطوير المباني، حيث تشير الأبحاث إلى أن إقصاء المجتمع المحلي من قرارات التحديث يؤدي إلى ضعف الالتزام بالتحسينات، وارتفاع معدلات الإهمال أو التراجع في الأداء بعد انتهاء المشروع، وتبرز أهمية تبني نهج تشاركي يُوظف المعارف المحلية ويخلق حالة من التوافق المجتمعي حول أولويات التحديث المستدام. (Alajmi et al., 2022)

أما على مستوى أدوات التنفيذ، فقد أثبتت النماذج الحاسوبية وأنظمة دعم القرار الذكية كفاءتها في تقديم سيناريوهات تحديث متعددة تراعي القيود والموارد المتاحة، بما يسمح باتخاذ قرارات دقيقة تعتمد على تحليل البيانات الفعلية، ومع تطور خوارزميات الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الكبيرة، أصبحت هذه النماذج أكثر قدرة على التنبؤ بالمشكلات المحتملة، واقتراح الحلول الأكثر توافقًا مع أهداف الاستدامة دون التضحية بالجدوى الاقتصادية أو السلامة الهيكلية. (Di Giuseppe et al., 2023)

إن تصميم سياسات تحديث مستدامة للمباني السكنية لا بد أن ينبع من فهم شامل لتداخلات العوامل الفنية والاقتصادية والاجتماعية، مع ضرورة الابتعاد عن الحلول الجاهزة أو السياسات المستنسخة من تجارب دولية قد لا تتلاءم مع السياق المحلي، كما أن قياس النجاح في هذا السياق لا يجب أن يُختزل في مؤشرات الكفاءة الطاقية فحسب، بل يتعين أن يشمل مؤشرات الرضا المجتمعي، وتحسين جودة الحياة، وتقليل الأثر البيئي بشكل متكامل. (Badea et al., 2023)

مشكلة الدراسة

يشهد قطاع المباني السكنية في المملكة العربية السعودية نموًا متسارعًا نتيجةً للطلب المتزايد على الإسكان، في ظل الرؤية الوطنية 2030 التي تسعى إلى تحسين جودة الحياة وتحقيق التنمية الحضرية المستدامة، إلا أن هذا التوسع العمراني لا يزال يواجه تحديات كبيرة تتعلق بكفاءة الطاقة، والهدر المائي، والاستخدام غير الرشيد للموارد، ما يُلقي بظلاله على تحقيق مفاهيم الاستدامة البيئية والاجتماعية، وقد أظهرت تقارير وزارة الطاقة (2023) أن نحو 80% من استهلاك الطاقة في القطاع السكني يذهب إلى التكييف والإضاءة والتسخين، ما يؤكد الحاجة الملحة إلى تبني أساليب تحديث مستدامة للمباني القائمة.

وعلى الرغم من تزايد الاهتمام العالمي بتحديث المباني السكنية وفق مبادئ الاستدامة، إلا أن الأدبيات تشير إلى أن هذا المجال لا يزال يعاني من التشتت وضعف التنسيق بين الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية في ممارسات التحديث. (Bragança et al., 2021) كما أن العديد من المشاريع تركز على الجوانب التقنية دون النظر في القضايا المتعلقة بمشاركة أصحاب المصلحة، أو ضمان اتخاذ قرارات متوازنة تراعي كافة أبعاد الاستدامة. (Kaklauskas et al., 2022).

وتبرز في هذا السياق قضية غياب نظم دعم القرار الملائمة التي تساعد الملاك والمطورين على اختيار سيناريوهات تحديث فعالة ومستدامة، فبحسب دراسة (Aboelata, 2023) ، فإن ما نسبته 67% من ملاك الوحدات السكنية في الشرق الأوسط لا يمتلكون معلومات كافية حول فوائد التحديث المستدام أو طرقه، مما يؤدي إلى ترددهم في تبني مثل هذه الخيارات، ويُضاف إلى ذلك غياب الحوافز المالية والتشريعية الكافية لتشجيع تحديث المباني القديمة، وهو ما يُبقي معظم البنية السكنية خارج دائرة التطوير.

و تواجه الجهود المبذولة لتحديث المباني تحديات تتعلق بضعف الوعي الاجتماعي، وغياب مشاركة المستخدمين في مراحل التصميم واتخاذ القرار، الأمر الذي ينعكس على قابلية السكان لتبني الممارسات المستدامة. (Alwan & Jones, 2021) كما أن الدراسات تشير إلى وجود فجوة في الأطر البحثية التي تتناول تحديث المباني من منظور شمولي يجمع بين النواحي البيئية، والاقتصادية، والاجتماعية، ضمن نموذج متكامل يراعي ظروف المدن الخليجية، ومنها مدينة الرياض على وجه الخصوص.

بناءً على ما سبق، تتحدد مشكلة الدراسة في :ضعف التكامل بين الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية في تحديث المباني السكنية، وغياب الأدوات الداعمة لاتخاذ قرارات فعالة ومستدامة، مع ضعف مشاركة أصحاب المصلحة، مما يحدّ من كفاءة التحديث ويقلل من مساهمته في تحقيق أهداف التنمية المستدامة داخل مدينة الرياض.

أهمية الدراسة:

تعتمد أهمية هذه الدراسة على إسهاماتها النظرية والتطبيقية فيما يلي:

أولاً: الأهمية العلمية

- تسد فجوة بحثية في مجال تحديث المباني السكنية من منظور الاستدامة الشاملة، خاصة في البيئات الحضرية الخليجية التي تواجه تحديات في تكييف المباني القائمة مع متطلبات الاستدامة الحديثة.
- تدمج بين أبعاد متعددة للاستدامة (البيئي، الاقتصادي، الاجتماعي، ودعم اتخاذ القرار)، مما يعزز من شمولية التحليل ويوفر نموذجاً علمياً يمكن البناء عليه في دراسات مستقبلية.
- تسهم في تطوير الإطار النظري لبحوث الاستدامة في قطاع البناء، من خلال تقديم تصور متكامل حول آليات التحديث المستدام وأثرها على كفاءة المباني السكنية.
- تعزز البحوث متعددة التخصصات من خلال الربط بين مفاهيم الهندسة المعمارية، الإدارة، الاقتصاد، والاستدامة البيئية، مما يثري الحقل المعرفي ويدفع نحو تطوير دراسات عابرة للتخصصات.
- تُعتبر مرجعاً أكاديمياً حديثاً يمكن للباحثين والطلاب الاعتماد عليه في إعداد دراسات مستقبلية ذات صلة بالبناء المستدام أو التحديث الحضري.

ثانياً: الأهمية العملية

- تدعم صُنَاع القرار في الجهات الحكومية والخاصة من خلال توفير بيانات وتحليلات تساعد على وضع استراتيجيات أكثر كفاءة لتحديث المباني السكنية وفق معايير الاستدامة.
- توجه المطورين العقاريين والمهندسين نحو استخدام حلول مستدامة في مشاريع التحديث بدلاً من الاعتماد على المعايير التقليدية ذات الأثر البيئي السلبي.
- تساعد في تحسين جودة الحياة للسكان من خلال تقديم توصيات تساهم في تعزيز الراحة الحرارية، وتقليل استهلاك الطاقة، ورفع كفاءة استخدام الموارد في المباني السكنية.

- تساهم في تحقيق مستهدفات رؤية المملكة 2030 من خلال دعم توجهات التحول نحو مدن مستدامة ورفع كفاءة استخدام الموارد في قطاع الإسكان.
- توفر أدوات عملية لصياغة سياسات الإسكان المستدام والتجديد الحضري، بناءً على تحليل علمي ومعطيات ميدانية حول واقع المباني السكنية واحتياجاتها.
- تمكّن المؤسسات الهندسية والاستشارية من الاستفادة من نتائج الدراسة لتصميم خطط تحديث تراعي التوازن بين الكفاءة البيئية والتكلفة الاقتصادية.

أهداف الدراسة:

- تهدف الدراسة إلى التعرف على أثر تحديث المباني السكنية المستدام بأبعاده (البيئي، الاقتصادي، الاجتماعي، ودعم اتخاذ القرار) على تحقيق الاستدامة في تحديث المباني السكنية في المملكة العربية السعودية، وتتفرع منه عدة أهداف فرعية:
- التعرف على أثر البعد البيئي في تحديث المباني السكنية على تحقيق الاستدامة في التحديث في المملكة العربية السعودية.
 - التعرف على أثر البعد الاقتصادي في تحديث المباني السكنية على تحقيق الاستدامة في التحديث في المملكة العربية السعودية.
 - التعرف على أثر البعد الاجتماعي في تحديث المباني السكنية على تحقيق الاستدامة في التحديث في المملكة العربية السعودية.
 - التعرف على أثر دعم اتخاذ القرار في عمليات تحديث المباني السكنية على تحقيق الاستدامة في التحديث في المملكة العربية السعودية.

تساؤلات الدراسة

السؤال الرئيسي الأول: ما أثر تحديث المباني السكنية المستدام بأبعاده (البيئي، الاقتصادي، الاجتماعي، ودعم اتخاذ القرار) على تحقيق الاستدامة في تحديث المباني السكنية في المملكة العربية السعودية؟
وتتفرع منه عدة أسئلة فرعية كالتالي:

- ما أثر البعد البيئي في تحديث المباني السكنية على تحقيق الاستدامة في التحديث في المملكة العربية السعودية؟
- ما أثر البعد الاقتصادي في تحديث المباني السكنية على تحقيق الاستدامة في التحديث في المملكة العربية السعودية؟
- ما أثر البعد الاجتماعي في تحديث المباني السكنية على تحقيق الاستدامة في التحديث في المملكة العربية السعودية؟
- ما أثر دعم اتخاذ القرار في تحديث المباني السكنية على تحقيق الاستدامة في التحديث في المملكة العربية السعودية؟

فروض الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة على تساؤلاتها يمكن صياغة الفرضيات التالية:

الفرضية الرئيسية الأول: لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تحديث المباني السكنية المستدام بأبعاده (البيئي، الاقتصادي، الاجتماعي، ودعم اتخاذ القرار) وتحقيق الاستدامة في تحديث المباني السكنية في المملكة العربية السعودية.

الفرضيات الفرعية المنبثقة عن الفرضية الرئيسية:

- لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للبعد البيئي في تحديث المباني السكنية على تحقيق الاستدامة في التحديث في المملكة العربية السعودية .
- لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للبعد الاقتصادي في تحديث المباني السكنية على تحقيق الاستدامة في التحديث في المملكة العربية السعودية .
- لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للبعد الاجتماعي في تحديث المباني السكنية على تحقيق الاستدامة في التحديث في المملكة العربية السعودية .
- لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لبعد دعم اتخاذ القرار في تحديث المباني السكنية على تحقيق الاستدامة في التحديث في المملكة العربية السعودية .

الدراسات السابقة:

دراسة (Bucoń, 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على توجهات وتحديات تحديث المباني السكنية بطريقة مستدامة بأبعادها (البيئية، الاقتصادية، الاجتماعية، واتخاذ القرار) على تحقيق أهداف الاستدامة الشاملة في مشاريع التحديث العمراني، واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي المكتبي من خلال مراجعة الأدبيات والدراسات الحديثة المتعلقة بتحديث المباني السكنية القائمة، مع التركيز على أدوات دعم القرار والاستراتيجيات المتكاملة، وتكونت العينة من تحليل منهجي لمجالات البحث في تحديث المباني، ومراجعة نماذج دعم القرار الحديثة ومشاركة أصحاب المصلحة.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التحديث المستدام للمباني يتطلب نهجاً شاملاً يدمج الاعتبارات البيئية والاقتصادية والاجتماعية، وأن التحديات تشمل ارتفاع التكاليف، صعوبة اتخاذ القرار، وضعف مشاركة أصحاب المصلحة، إضافة إلى الحاجة لنماذج دعم قرار فعالة توازن بين الأهداف المتضاربة. وأوصت الدراسة ب تبني سيناريوهات تحديث متكاملة، وإشراك المعنيين في المراحل المبكرة، وتطوير أدوات ومنصات ذكية لدعم اتخاذ القرار تسهم في إزالة الحواجز وتسهيل إدارة المعرفة خلال عمليات التحديث المستدام للمباني السكنية.

دراسة (Green, 2022)

هدفت الدراسة إلى التعرف على تأثير السرديات السياسية الداعمة لأساليب البناء الحديثة (MMC) بأبعادها (التحيز نحو الابتكار، ضعف الرقابة، وتجاهل الدروس التاريخية) على سلامة البيئة العمرانية وثقة المجتمع المدني.

واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي النقدي للسياسات والخطابات المؤسسية، مع التركيز على دراسة حالة كارثة برج غرينفيل كمثال واقعي على فشل المنظومة التنظيمية في مواجهة مخاطر البناء الحديث غير المنضبط وتكوّنت العينة من مصادر سياسية وبحثية معاصرة تدعم الابتكار التكنولوجي دون اعتماد كافٍ على الأدلة السابقة أو تقييم المخاطر طويلة الأمد.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الاندفاع نحو الابتكار في سياسات البناء، دون اعتبار كافٍ للأدلة أو لمخاطر الماضي، قد يؤدي إلى نتائج كارثية كما حدث في غرينفيل، وأن السرديات المؤسسية الحالية تقتصر إلى التوازن بين الطموح التكنولوجي والحماية المجتمعية. وأوصت الدراسة ب إعادة صياغة الخطابات والسياسات الداعمة لـ MMC من منظور شامل يأخذ في

الاعتبار الأدلة التاريخية، وأهمية التنظيم الوقائي، وتعزيز البحث القائم على الأدلة كركيزة أساسية لتحقيق بيئة عمرانية آمنة ومستدامة..

دراسة (Pasupuleti, 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أحدث الأدوات والتقنيات المستخدمة في التصميم الصديق للبيئة بأبعادها (كفاءة الطاقة، الحفاظ على المياه، واستخدام المواد المستدامة) على تعزيز أداء المباني البيئي في سياق العمارة المستدامة ، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، مع توظيف دراسات حالة لمبانٍ عالية الأداء وتجمعات عمرانية مستدامة، إلى جانب تحليل أدوات حديثة مثل نمذجة معلومات البناء (BIM) ، وتقييم دورة الحياة (LCA) ، وأنظمة المباني الذكية، وتكوّنت العينة من نماذج معمارية ومشاريع عمرانية تم تحليلها لتقييم جدوى تطبيق مبادئ التصميم الأخضر والتقنيات المستدامة عمليًا.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن استخدام التقنيات المتقدمة يساهم في تحسين كفاءة الطاقة والمياه، وتقليل الأثر البيئي، مع تعزيز جودة التصميم المعماري، لكن التحديات لا تزال قائمة في تعميم ممارسات البناء الأخضر على نطاق واسع.

وأوصت الدراسة ب تشجيع تبني الحلول الذكية والبرمجيات المتقدمة في التصميم المعماري، وتحديث السياسات والمعايير لتسهيل الانتقال نحو العمارة المستدامة، ودعم البحوث المستقبلية التي تواكب الاتجاهات الحديثة في هذا المجال.

دراسة (Mat Saad, 2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على وجهات نظر القادة في قطاع البناء حول أثر الترتيبات التعاقدية بأبعادها (نوع العقد، آليات الدفع، استراتيجية الشراء، التعديلات التشريعية) على تسهيل أو إعاقة تطبيق أساليب

البناء الحديثة (MMC) واستخدمت الدراسة المنهج النوعي الاستكشافي، من خلال مقابلات معمقة مع 40 شخصية قيادية مؤثرة في شركات البناء الحديثة داخل المملكة المتحدة، شملت رؤساء تنفيذيين ومديرين عاملين ومديري مشاريع، وتكوّنت العينة من شركات متخصصة في تطبيق أساليب البناء الحديثة، لتقييم مدى توافق الترتيبات التعاقدية التقليدية مع متطلبات البناء خارج الموقع وتقنيات التصنيع المسبق، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن العقود المفضلة في سياق البناء الحديث تشمل عقود JCT، التصميم والبناء، والتعديلات الخاصة في آليات الدفع، وأن نجاح هذه الترتيبات مرهون بالمشاركة المبكرة والتعاون بين جميع أطراف سلسلة التوريد. وأوصت الدراسة بـ إعادة النظر في النماذج التعاقدية التقليدية وتكييفها لتتماشى مع متطلبات البناء الحديث، وضرورة تفعيل شراكات مبكرة بين الجهات المصممة والمنفذة لتقليل التحديات وتعزيز كفاءة التنفيذ.

(دراسة Josa & de la Fuente, 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على مستوى استدامة طرق البناء المختلفة بأبعادها (الاقتصادية، البيئية، الاجتماعية، والتكنولوجية) على أداء البناء المستدام للمنازل العائلية المفردة، مع مقارنة بين البناء التقليدي، المسبق الصنع، والتصنيع الإضافي (الطباعة ثلاثية الأبعاد)، واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي المقارن باستخدام مؤشر الاستدامة المركب، الذي يجمع بين المعايير البيئية والاقتصادية والاجتماعية والتكنولوجية، وتكوّنت العينة من نماذج بناء مفردة تم تقييمها عبر مؤشرات كمية ونوعية لكل أسلوب بناء.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد تُظهر جوانب واعدة من حيث تقليل الهدر، تخفيض التكاليف عند التوسع، تحسين المرونة في التصميم، وتوفير فرص عمل جديدة، لكنها لا تزال

تواجه تحديات بيئية ملحوظة، مثل انبعاثات الغازات الدفيئة، إضافة إلى محدودية توفر الموردين. وأوصت الدراسة ب ضرورة معالجة التحديات البيئية واللوجستية لتوسيع تطبيق التصنيع الإضافي في قطاع البناء، بما يعزز التحول نحو بناء أكثر استدامة من الناحية البيئية والاجتماعية والتكنولوجية...

دراسة (Öztürk & Sayın, 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر الإضافات المعمارية المعاصرة بأبعادها (المواد المستخدمة، التصميم الوظيفي، التوافق مع المناخ، وكفاءة الطاقة) على أداء الطاقة في المباني التاريخية. واستخدمت الدراسة المنهج التطبيقي التحليلي، من خلال نمذجة مبنى حمام سليمان باشا التاريخي باستخدام برنامج Design Builder ، ومقارنة الأداء الطاقوي بين الحالة الأصلية للمبنى (المبنى بالحجر) والحالة بعد إضافة ملحق زجاجي معاصر، وتكوّنت العينة من حالة دراسية واحدة، طُبِّقَتْ عليها محاكاة في ظروف مناخية متعددة لقياس التأثيرات الطاقية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الإضافات المعمارية المعاصرة - رغم صغر حجمها مقارنة بالبناء الأصلي - تؤدي إلى ارتفاع استهلاك الطاقة السنوي في جميع المناطق المناخية، مما يؤثر سلباً على الأداء البيئي للمبنى، وأوصت الدراسة بأهمية مراعاة كفاءة الطاقة في مرحلة تصميم الإضافات المعمارية للمباني التاريخية، واستخدام مواد وتقنيات بناء فعالة تتماشى مع مفهوم الاستدامة دون الإخلال بالطابع التاريخي...

دراسة (Yahya, 2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر تقنيات الحفاظ على الطاقة الحديثة بأبعادها (تقنيات التهوية والتبريد، الإضاءة الموفرة، الأنظمة الذكية، والتصميم البيئي) على تصميم المباني العالية وتوازنها بين الاستدامة البيئية والجمالية المعمارية، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي النوعي، من خلال تحليل عيّنة

مكوّنة من 15 مبنى مرتفعًا موفرًا للطاقة باستخدام استمارات ملاحظة بصرية ووصفية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن استخدام تقنيات ترشيد الطاقة في الأبراج يحقق مكاسب بيئية ملموسة، إلا أن بعض الحلول البيئية قد تؤثر سلبًا على الجمالية المعمارية للمباني المرتفعة، مما يفرض على المماريين تحديًا في التوفيق بين الوظيفة الجمالية ومتطلبات الاستدامة. وأوصت الدراسة ب ضرورة تطوير استراتيجيات تصميم تدمج بذكاء ما بين كفاءة الطاقة والجاذبية المعمارية، وتعزيز التعاون بين المماريين ومهندسي الطاقة لتحقيق مبانٍ شاهقة تتسم بالكفاءة والاستدامة دون الإخلال بالهوية الجمالية..

دراسة (Kovalchuk & Щербакова, 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الحلول التكنولوجية الحديثة بأبعادها (تقنيات التصميم السلبي، المواد العازلة المتقدمة، النوافذ عالية الأداء، أنظمة التشغيل الذكية، والطاقات المتجددة) في تحقيق كفاءة الطاقة وتقليل الأثر البيئي في المباني، واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي الوصفي مع تحليل دراسات حالة واقعية لتقييم مدى فاعلية التقنيات المستخدمة، وتكوّنت العينة من مشاريع بناء حديثة تم فيها تطبيق تقنيات متنوعة لتحسين كفاءة الطاقة والاعتماد على حلول تكنولوجية مبتكرة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الاعتماد على الحلول التكنولوجية المتقدمة يساهم بشكل فعال في تقليل استهلاك الطاقة في المباني، وتحقيق بيئات عمرانية أكثر استدامة، مع توفير راحة حرارية وتقليل التكاليف التشغيلية.

وأوصت الدراسة ب ضرورة تبني سياسات داعمة لاعتماد تقنيات كفاءة الطاقة، وتشجيع المهندسين

والمعماريين على تطبيق هذه الحلول في مراحل التصميم والتنفيذ، لما لها من أثر إيجابي في مواجهة تحديات التغير المناخي وتحقيق الاستدامة البيئية..

دراسة (Biloshytska et al., 2022)

هدفت الدراسة إلى التعرف على الأساليب الحديثة في مراقبة التشغيل الفني للمباني والمنشآت بأبعادها (الفحص الفني، التشخيص المبكر للأعطال، النمذجة الحاسوبية، ودورة حياة المبنى) على تحقيق السلامة التشغيلية ورفع كفاءة الأداء في المباني الصناعية، واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي التطبيقي، بالاعتماد على تحليل الأدبيات الحديثة وتطبيق تقنيات الفحص الفني المتقدمة، وتكوّنت العينة من مجموعة من المباني والمنشآت الصناعية التي خضعت لتقييم تقني باستخدام أدوات حديثة كالتحليل العددي والنمذجة الحاسوبية، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الأساليب الحديثة للفحص الفني تتيح تشخيص الأعطال مبكرًا دون التأثير على قدرة المبنى الإنشائية، مع تقليل التكاليف والجهد مقارنة بالطرق التقليدية، مما يسهم في إطالة عمر المبنى وتحقيق بيئة تشغيل أكثر أمانًا وكفاءة. وأوصت الدراسة بـ تعميم استخدام تقنيات الفحص الحديثة في جميع مراحل دورة حياة المباني، واعتماد النمذجة الحاسوبية كأداة أساسية في مراقبة كفاءة المنشآت وضمان سلامتها التشغيلية.

دراسة (Sima et al., 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور دمج العناصر المعمارية التقليدية المستدامة بأبعادها (الهوية التراثية، الراحة الحرارية، ومعايير المباني الخضراء) على تعزيز الاستدامة البيئية في المباني السكنية الحديثة بمدينة حلب، من خلال توظيف تقنيات نمذجة معلومات البناء (BIM) واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي التطبيقي، حيث تم اعتماد بيت "عجقباش" التراثي كنموذج للتحليل باستخدام برنامج Revit ومحاكاة الطاقة، وتكوّنت العينة من النموذج المعماري والإنشائي لبيت

عجقباش، مع توظيف أدوات المحاكاة البيئية لتحليل الأداء الحراري، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن العناصر المعمارية التقليدية، مثل الإيوان والفناء الداخلي، تساهم بفعالية في تحقيق الراحة الحرارية والاستدامة، وأن توظيف تقنيات BIM يُسهم في تحليل الأداء البيئي وتقديم حلول تصميمية تجمع بين الهوية التراثية والمعايير العالمية للاستدامة.

وأوصت الدراسة بـ تضمين عناصر العمارة التقليدية في تصاميم المباني السكنية الحديثة، وتوسيع استخدام تقنيات BIM كأداة تحليلية وتصميمية لدمج الاستدامة البيئية مع الحفاظ على الهوية الثقافية والمعمارية.

دراسة (Nahirniak & Ivanov–Kostetskyi, 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على تطور أساليب البناء السريع بأبعاده المتمثلة في (الكفاءة الاقتصادية، سرعة الإنجاز، الاستدامة البيئية، والتحول في استخدام المواد التقليدية) على تحقيق متطلبات البناء الحديث وتقليل الأثر البيئي في قطاع التشييد والبناء، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكوّنت العينة من دراسات أكاديمية سابقة وزيارات ميدانية لمواقع البناء الحديثة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن طرق البناء الحديثة القائمة على تقنيات تقليدية مطورة مثل الخرسانة مسبقة الصب، الألواح الخشبية الجاهزة، والطباعة ثلاثية الأبعاد، تسهم بشكل ملحوظ في تقليص زمن البناء والتكاليف، وتحقيق جودة أعلى واستدامة بيئية. وأوصت الدراسة بـ تعزيز استخدام التقنيات السريعة المعتمدة على المواد التقليدية المطورة، وتكثيف البحث العلمي والتدريب المهني في هذا المجال، بما يواكب التحول المعماري والتكنولوجي في صناعة البناء.

الفجوة البحثية:

تتفق الدراسة الحالية مع العديد من الدراسات السابقة، مثل دراسة (Bucoń, 2024) ودراسة (Pasupuleti, 2024) في التأكيد على أهمية تحديث المباني السكنية ضمن إطار الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية، مع دمج أدوات حديثة مثل تقييم دورة الحياة (LCA) ونمذجة معلومات البناء (BIM). كما تلتقي مع دراسة (Sima et al., 2024) التي تناولت دور العناصر المعمارية التقليدية في دعم الاستدامة، مما يؤكد الاهتمام المشترك بدمج الحلول التقليدية مع التقنيات الحديثة لتعزيز كفاءة الأداء البيئي للمباني.

ورغم هذا الاتفاق، تختلف الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة من حيث تركيزها الشامل على عملية تحديث المباني السكنية القائمة كمحور رئيس، في حين ركزت معظم الدراسات السابقة إما على جوانب تصميم المباني الجديدة (مثل دراسة Kovalchuk & Щербакوفا, 2024)، أو على تقييم سياسات البناء الحديثة (مثل Green, 2022). وبالتالي، فإن الدراسة الحالية تسد فجوة علمية من خلال تناول التحديث المستدام للمباني السكنية من منظور شمولي يجمع بين الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية ودعم اتخاذ القرار.

ومن الفروقات المهمة أيضاً، أن العديد من الدراسات، كدراسة (Josa & de la Fuente, 2024) و (Diloshytska et al., 2022)، اعتمدت على تحليل جزئي لبعد أو بعدين فقط ضمن إطار الاستدامة، دون أن تقدم نموذجاً متكاملاً يربط بين مختلف الأبعاد المؤثرة على استدامة تحديث المباني. بينما تسعى الدراسة الحالية إلى بناء إطار مفاهيمي متكامل يوضح العلاقات السببية بين أبعاد التحديث المستدام وتحقيق الاستدامة الفعلية في المشاريع السكنية.

تُظهر مراجعة الدراسات السابقة أن معظمها تم تطبيقه في بيئات دولية مثل المملكة المتحدة (Mat) (Saad, 2023)، أو أوروبا الشرقية (Öztürk & Sayın, 2024)، بينما تفتقر البيئة السعودية والخليجية عمومًا إلى دراسات تطبيقية تتناول تحديث المباني السكنية القائمة ضمن إطار الاستدامة المتكاملة. ومن هنا تبرز أهمية الدراسة الحالية في معالجة هذا القصور من خلال تطبيق النموذج في السياق السعودي، الذي يتميز بظروف مناخية واقتصادية وتشريعية مختلفة.

كما أن العديد من الدراسات السابقة لم تتناول بشكل مباشر أثر دعم اتخاذ القرار كأحد أبعاد التحديث المستدام، رغم ما أشارت إليه دراسة (Bucoń, 2024) من أهمية تطوير أدوات ذكية ونماذج مساعدة لصنّاع القرار. وتأتي الدراسة الحالية لتسد هذه الفجوة من خلال دمج بُعد دعم اتخاذ القرار ضمن نموذجها التحليلي كعنصر محوري يساهم في رفع كفاءة التحديث وتحقيق الأهداف المستدامة بشكل واقعي وفعال.

المنطلقات النظرية للدراسة:

شهد قطاع البناء في العقود الأخيرة تحولًا متسارعًا نحو ممارسات مستدامة، خاصة مع تصاعد التحديات البيئية والاقتصادية والاجتماعية الناتجة عن استهلاك الطاقة والموارد في الأبنية القائمة. وتعد عملية تحديث المباني السكنية القائمة من بين أبرز القضايا المطروحة في هذا السياق، نظرًا لحجمها الكبير وأثرها المباشر على الأفراد والمجتمعات. وتكمن أهمية التحديث المستدام في إعادة تأهيل المباني القديمة لتحقيق الكفاءة، والراحة، والجودة، مع الحفاظ على الموارد وتقليل الأثر البيئي.

وانطلاقاً من هذه الرؤية، يتناول هذا الإطار النظري المفاهيم المرتبطة بأربعة أبعاد رئيسية تؤثر على تحديث المباني السكنية بطريقة مستدامة، وهي: البُعد البيئي، والاقتصادي، والاجتماعي، ودعم اتخاذ القرار، وذلك لفهم العلاقة بين هذه الأبعاد وتحقيق الاستدامة في عمليات التحديث السكني.

أولاً: البُعد البيئي لتحديث المباني السكنية

يشكل الجانب البيئي حجر الزاوية في مفاهيم الاستدامة المعمارية، إذ يرتبط مباشرة بتقليل الأثر السلبي للمباني على البيئة من خلال تقليل الانبعاثات، وترشيد استهلاك الطاقة والمياه، وتحسين نوعية الهواء الداخلي والخارجي، وتشير الدراسات مثل (Kovalchuk & Щербакova, 2024) إلى أن تحديث المباني باستخدام حلول مثل العزل الحراري الفعّال، والنوافذ الموفرة للطاقة، وتطبيقات الطاقة الشمسية، يُعد من أهم المحركات لتحقيق الكفاءة البيئية.

و يُعد استخدام المواد الصديقة للبيئة، وإعادة تدوير الموارد، والتحكم في استهلاك الطاقة من خلال أنظمة التشغيل الذكية، من بين أبرز الاستراتيجيات الفعّالة. كما أن التقييم البيئي لأداء المباني باستخدام أدوات مثل (Life Cycle Assessment – LCA) يساعد في قياس مدى تقليل الأثر البيئي قبل وبعد التحديث.

وتؤكد الأدبيات على ضرورة دمج هذه المعايير البيئية في مرحلة التحديث وليس بعد إنجاز المشروع، حيث يتيح ذلك إعادة تصميم النظم الداخلية والخارجية للمبنى بما يتلاءم مع معايير البناء الأخضر، ويقلل من استهلاك الطاقة والانبعاثات الضارة، وهو ما يدعم تحقيق استدامة ملموسة على المدى الطويل.

ثانيًا: البُعد الاقتصادي لتحديث المباني السكنية

يرتبط البعد الاقتصادي بمدى الجدوى المالية والاستدامة الاقتصادية لعملية التحديث، من حيث كلفة التحديث، والعائد الاقتصادي المتوقع، وكفاءة إدارة الموارد، ووفقًا لدراسة (Josa & de la Fuente, 2024)، فإن أساليب البناء المستدام الحديثة، بما فيها تحديث المباني القائمة، تُحقق وفورات كبيرة على المدى الطويل عبر تقليل فواتير الطاقة والصيانة.

وتشمل الأبعاد الاقتصادية أيضًا مقارنة التكلفة المبدئية مع القيمة المستقبلية التي يضيفها التحديث للمبنى، مثل ارتفاع قيمة العقار، وزيادة الطلب عليه في السوق. بالإضافة إلى ذلك، فإن الاعتماد على تقنيات بناء مسبقة الصنع أو استخدام مواد محلية معاد تدويرها، يساهم في تقليل التكاليف الإجمالية مع الحفاظ على جودة البناء.

كما يشمل البعد الاقتصادي تقييم كفاءة التكاليف المرتبطة بتقنيات التحديث المختلفة، ومدى توفر التمويل المناسب سواء من الجهات الحكومية أو القطاع الخاص، ما يشكل رافعة حقيقية لتوسيع نطاق التحديث المستدام على مستوى الأحياء والمناطق.

ثالثًا: البُعد الاجتماعي لتحديث المباني السكنية

الاستدامة لا تكتمل بدون مراعاة البعد الاجتماعي، والذي يُعنى بتحسين جودة الحياة للسكان، وتوفير بيئة صحية وآمنة، وتعزيز العدالة الاجتماعية في توزيع فرص التحديث والاستفادة منها، ويرتبط هذا البعد أيضًا بإشراك السكان في عمليات اتخاذ القرار وتحقيق التوافق المجتمعي مع تغييرات التصميم أو الوظائف الداخلية للمبنى.

تشير دراسة (Bucoń, 2024) إلى أن التحديث المستدام لا ينبغي أن يقتصر على توفير الكفاءة الطاقة، بل يجب أن يحقق أيضًا الراحة الحرارية، وتقليل الضوضاء، وتحسين التهوية الطبيعية، وتوفير بيئة آمنة للفئات الضعيفة كالأطفال وكبار السن.

كما يشير البعد الاجتماعي إلى أهمية المحافظة على الهوية الثقافية والمعمارية، خاصة في المجتمعات ذات الخصوصية التاريخية أو التراثية. فدمج عناصر العمارة التقليدية) كما في دراسة Sima et al., (2024) يحقق توازنًا بين الحداثة والانتماء المحلي، ويعزز من قبول السكان للتحديثات المقترحة.

رابعًا: بُعد دعم اتخاذ القرار في التحديث المستدام

يمثل هذا البعد بُعدًا إداريًا واستراتيجيًا بالغ الأهمية، حيث أن عملية اتخاذ القرار في مشاريع تحديث المباني السكنية تتطلب التعامل مع متغيرات متداخلة وتقييمات متعددة المعايير، ويُشير عدد من الباحثين) مثل (Bucoń, 2024) إلى أن أدوات دعم اتخاذ القرار مثل برامج المحاكاة، ونماذج التقييم متعددة المعايير (MCDA)، تساعد صناع القرار في اختيار السيناريوهات الأكثر توازنًا بين الكلفة والفائدة.

ويكتسب هذا البعد أهمية مضاعفة في الدول التي تشهد توسعًا حضريًا متسارعًا أو تعاني من تفاوت في البنية التحتية، حيث يساهم دعم اتخاذ القرار في تحديد أولويات التحديث، وتوزيع الميزانيات، وتنسيق الجهود بين الجهات الحكومية والخاصة.

كما يضم هذا البعد الحاجة إلى تعزيز الحوكمة، وبناء قاعدة معرفية موحدة، وإشراك جميع أصحاب المصلحة من مراحل مبكرة، بما يضمن انسيابية التنفيذ، وتقليل المقاومة المجتمعية، ورفع مستوى رضا السكان والمستفيدين.

خامساً: تحقيق الاستدامة في تحديث المباني السكنية

يتجلى المتغير التابع في الدراسة في تحقيق الاستدامة في تحديث المباني السكنية، وهو مفهوم يُعبّر عن حالة تكامل الأبعاد البيئية، الاقتصادية، الاجتماعية، والإدارية ضمن عملية التحديث، بشكل يساهم في إطالة عمر المبنى، وتحسين وظيفته، وتقليل تكاليفه، وتعزيز راحة المستخدمين فيه.

وتتمثل مؤشرات تحقيق الاستدامة في التحديث في مجموعة من النتائج المترابطة مثل:

- انخفاض استهلاك الطاقة والمياه.
- تحسين الأداء البيئي للمبنى.
- تقليل الانبعاثات والاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة.
- تحسين جودة الحياة والراحة الحرارية.
- كفاءة إدارة الموارد والتمويل.
- رضا السكان وقبولهم للتحديث.

وبناءً على ما سبق، يمكن القول إن تحقيق الاستدامة في تحديث المباني السكنية هو الناتج النهائي لتكامل الأبعاد الأربعة، بحيث يُصبح المبنى أكثر كفاءة وفاعلية، وأقل كلفة وأثراً على البيئة، وأكثر انسجاماً مع تطلعات السكان والمجتمع.

المنهجية وطرق البحث:

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، الذي يُعد من أكثر المناهج ملائمةً لدراسة الظواهر الاجتماعية والعمرانية المعقدة ذات الأبعاد المتداخلة. ويقوم هذا المنهج على جمع البيانات من أفراد

العينة الميدانية، وتحليلها إحصائيًا بهدف توصيف واقع تحديث المباني السكنية في ضوء ممارسات الاستدامة، وتحليل العلاقة بين أبعاد التحديث (البيئي، الاقتصادي، الاجتماعي، ودعم اتخاذ القرار) وبين تحقيق الاستدامة في تحديث المباني السكنية.

مجتمع وعينة الدراسة

مجتمع الدراسة:

يتكوّن مجتمع الدراسة من جميع الأفراد المعنيين بعمليات تحديث المباني السكنية في المملكة العربية السعودية، ويشمل ذلك المهندسين المعماريين، والمخططين الحضريين، والمقاولين، والاستشاريين، ومديري المشاريع في القطاعين العام والخاص، بالإضافة إلى السكان المستفيدين من مشاريع التحديث السكني. وقد تم تحديد المجتمع المستهدف من خلال مراجعة قواعد بيانات الوزارات المعنية (مثل وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان)، والمؤسسات الهندسية، والشركات العقارية الكبرى في المملكة، ويُقدّر الحجم الإجمالي لمجتمع الدراسة بـ 4600 فردًا ممن تتوفر فيهم الشروط المهنية أو التجريبية المرتبطة بموضوع الدراسة.

عينة الدراسة:

تم استخدام الطريقة العشوائية الطبقية لاختيار عينة الدراسة، وذلك لضمان تمثيل متوازن لجميع الفئات المهنية ذات العلاقة. وبالاستناد إلى جدول كريجسي ومورغان (Krejcie & Morgan, 1970) لتحديد حجم العينة المناسب، تم حساب الحد الأدنى للعينة بـ 354 مفردة من مجتمع حجمه 4600. ولضمان أعلى درجات الدقة الإحصائية وتعويضًا عن الاستجابات غير الصالحة، تم توزيع الاستبانة على 400 مشارك، وتم استرداد 378 استبانة صالحة للتحليل الإحصائي، بنسبة استجابة بلغت 94.5%، مما يعكس جودة البيانات ومصادقية النتائج المتوقعة.

مصادر جمع البيانات

➤ **المصادر الثانوية:** تمثلت المصادر الثانوية في البيانات والمعلومات المستمدة من الكتب والمراجع العلمية، الرسائل الجامعية، أوراق العمل، المجلات والدوريات المحكمة، والمؤتمرات العلمية وورش العمل، بالإضافة إلى التقارير المنشورة وغير المنشورة ذات الصلة بموضوع الدراسة.

➤ **المصادر الأولية:** اعتمدت الدراسة على الاستبانة كأداة رئيسية في جمع البيانات من مصادرها والتي تم تصميمها خصيصاً لهذا الغرض على Google Forms وإرسال رابطها إلى مجتمع البحث.

أدوات الدراسة:

اعتمدت الدراسة على البيانات الأولية الميدانية بوصفها المصدر الأساس للتحليل، وتم جمعها من خلال استبانة إلكترونية أُعدت خصيصاً لتحقيق أهداف الدراسة. وقد تم تصميم الاستبانة باستخدام نموذج Google Forms، وتوزيعها إلكترونياً من خلال رابط مباشر أُرسِل إلى أفراد مجتمع الدراسة المستهدف.

أداة الدراسة

اعتمدت هذه الدراسة على الاستبانة كأداة رئيسية لجمع البيانات الأولية من أفراد عينة الدراسة، وقد تم تصميمها بما يتوافق مع أهداف الدراسة ومحاورها، وبالاستناد إلى الأدبيات النظرية والدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع تحديث المباني السكنية وتحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

وقد اشتملت الاستبانة على مجموعة من الفقرات المصاغة بدقة لقياس أبعاد المتغيرات، موزعة على محورين رئيسيين:

المحور الأول :يقيس أبعاد المتغير المستقل، والتي تشمل:

(1)الاستدامة البيئية

(2)الاستدامة الاقتصادية

(3)الاستدامة الاجتماعية

(4)دعم اتخاذ القرار.

• المحور الثاني :يقيس المتغير التابع (تحقيق الاستدامة في تحديث المباني السكنية) كمتغير

أحادي البعد، عبر مجموعة من الفقرات تعكس نتائج وتوجهات الأفراد تجاه فعالية تحديث

المباني في ضوء معايير الاستدامة.

وقد تم استخدام مقياس ليكرت الخماسي لقياس استجابات المشاركين، بدرجات تتراوح بين (1) لا أوافق

بشدة إلى (5) أوافق بشدة، وذلك لتمكين التحليل الإحصائي الكمي.

الأساليب الإحصائية المستخدمة

تم استخدام الأساليب الإحصائية التالية لتحقيق أهداف الدراسة:

– معامل " ألفا كرونباخ" لقياس ثبات أداة الدراسة ومعامل الارتباط بيرسون لقياس صدق أداة

الدراسة والعلاقة بين المتغيرات

– التكرارات والنسب المئوية والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري المتعلقة بمتغيرات

الدراسة ولجميع الاستجابات على فقرات الاستبيان.

– معامل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر كل بعد من أبعاد المتغير المستقل على المتغير التابع

حدود الدراسة:

- **حدود موضوعية:** تركز الدراسة على تحليل أثر تحديث المباني السكنية على تحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية، ولا تتناول أنواع المباني الأخرى مثل المباني التجارية أو الصناعية..
- **حدود مكانية:** تم تطبيق الدراسة على عينة من مالكي ومستخدمي المباني السكنية في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية.
- **حدود زمانية:** تم إعداد الدراسة في عام 2025.
- **حدود بشرية:** اعتمدت الدراسة على عينة من مالكو ومستخدمي المباني السكنية الذين سبق لهم خوض تجربة تحديث أو ترميم وحداتهم السكنية داخل مدينة الرياض، بالإضافة إلى بعض المتخصصين في مجال الاستدامة العمرانية أو تحديث المباني.

المراجع:

- Biloshytska, N., Tatarchenko, Z., Reveka, A., & Lobko, D. (2022). Analysis of modern methods for technical survey of buildings and structures. *Містобудування Та Територіальне Планування*, 79, 45–56. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2022.79.45-56>
- Bucoń, R. (2024). Trends and problems in the sustainable modernisation of residential buildings. *Archives of Civil Engineering*, 359. <https://doi.org/10.24425/ace.2024.151897>
- Green, S. (2022). Modern methods of construction: reflections on the current research agenda. *Buildings & Cities*, 3(1), 653–662. <https://doi.org/10.5334/bc.265>
- Josa, I., & de la Fuente, A. (2024). Traditional and modern methods of construction: Comparative study of the sustainability of single-family homes. *Structural Concrete*. <https://doi.org/10.1002/suco.202400802>
- Kovalchuk, N., & Щербаківа, І. В. (2024). Modern technological solutions for the construction of energy-efficient buildings. *E3S Web of Conferences*, 531, 01022. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202453101022>
- Mat Saad, A. (2023). Exploring the Contractual Arrangements Associated with the Adoption of the Modern Methods of Construction in the United

Kingdom. Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction, 15(4). <https://doi.org/10.1061/jladah.ladr-986>

- Nahirniak, V.–M., & Ivanov–Kostetskyi, S. (2024). Evolution of rapid construction methods. Visnik Nacìonal'nogo Unìversitetu "L'vìvs'ka Politehnika," 2024(2), 103–109. <https://doi.org/10.23939/sa2024.02.103>
- Öztürk, B., & Sayın, S. (2024). Examination of the Impact of Contemporary Additions on the Historical Building's Energy Performance. Gazi University Journal of Science. <https://doi.org/10.35378/gujs.1392528>
- Pasupuleti, M. K. (2024). Green Building and Sustainable Architecture: Cutting–Edge Tools for Eco–Friendly Design. 116–129. <https://doi.org/10.62311/nesx/932137>
- Sima, S., Olabi, S., & Aslan, H. (2024). Adapting Traditional Sustainable Architectural Elements in Modern Buildings Utilizing Modern BIM Technologies. International Journal of BIM & Engineering Science, 9(1), 45–66. <https://doi.org/10.54216/ijbes.090106>
- Yahya, L. M. (2023). Effect of Modern Technologies of Energy Conservation on Forming High–Rise Buildings. <https://doi.org/10.56578/jse020302>

Mid Ocean University

College of Management

Master of project management



**The effect of the use of modern construction technologies
(MMC) in accelerating the implementation of renewable energy
projects in the Kingdom: an application study on government
projects in Riyadh**

Prepared by:

Mousa Mohammed Almalki

251000487

Supervision:

Dr. Al-Faisal Abdelhamid Mohamed Hassan

Dr. Fayez Jarad

1447-2025