

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

تخصص: ماجستير إدارة المشاريع

عنوان البحث

دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المشاريع الهندسية

المستدامة

إعداد الطالب: محمد علي عبد الله النمازي

الرقم الأكاديمي: 253000383

إشراف: د. فايز علي جراد

العام الدراسي:

2026

فهرس المحتويات

3	صفحة	مقدمة:
5	صفحة	مشكلة الدراسة
8	صفحة	أهمية الدراسة:
10	صفحة	أهداف الدراسة:
11	صفحة	تساؤلات الدراسة
13	صفحة	فروض الدراسة:
14	صفحة	الدراسات السابقة:
19	صفحة	الفجوة البحثية:
21	صفحة	المنطلقات النظرية للدراسة:
23	صفحة	المنهجية وطرق البحث:
24	صفحة	مجتمع وعينة الدراسة
26	صفحة	أداة الدراسة
28	صفحة	أساليب التحليل الإحصائي
29	صفحة	خامسًا: حدود الدراسة
30	صفحة	المراجع

مقدمة

يشهد العالم في القرن الحادي والعشرين تحولات جذرية على كافة الأصعدة الاقتصادية والبيئية والتكنولوجية ومع تفاقم التحديات المرتبطة بالتغير المناخي وندرة الموارد الطبيعية، برزت "الاستدامة" كضرورة حتمية وليست مجرد خيار استراتيجي للرفاهية. وفي قلب هذه التحولات، يبرز قطاع المشاريع الهندسية والإنشائية، ومشاريع البنية التحتية والاتصالات ، كواحد من أكثر القطاعات استهلاكاً للطاقة وتأثيراً على البيئة. إذ تشير تقارير وكالة الطاقة الدولية إلى أن قطاع المباني والإنشاءات مسؤول عن قرابة 36% من الاستهلاك العالمي للطاقة، و39% من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. هذا الواقع يفرض على مكاتب إدارة المشاريع إعادة النظر في المنهجيات التقليدية المتبعة في تخطيط وتنفيذ وإغلاق المشاريع، والتوجه نحو تبني ممارسات "إدارة المشاريع الخضراء والمستدامة".

في موازاة هذا التحدي البيئي، تعيش بيئة الأعمال ثورة تقنية غير مسبوقة تقودها تقنيات "الذكاء الاصطناعي" لقد تجاوز الذكاء الاصطناعي مرحلة التجريب ليصبح أداة تمكينية رئيسية في إدارة المشاريع المعقدة. من خلال دمج خوارزميات التعلم الآلي ، وإنترنت الأشياء ، والتحليل التنبؤي في النظم الهندسية، أصبح بإمكان مديري المشاريع تحليل كميات هائلة من البيانات في الوقت الفعلي.

هذه التقنيات تتيح قدرة فائقة على محاكاة سيناريوهات استهلاك الطاقة، واكتشاف أماكن الهدر قبل حدوثها والتحكم الذاتي في الأنظمة التشغيلية للمشروع لضمان الوصول إلى الكفاءة القصوى.

،على المستوى المحلي، تتماشى هذه التوجهات العالمية بشكل وثيق مع رؤية المملكة العربية السعودية 2030 وتحديداً مع مبادرة "السعودية الخضراء" التي تهدف إلى تقليل الانبعاثات الكربونية بمقدار 278 مليون طن سنوياً بحلول عام 2030. هذا الطموح الوطني يتطلب من كافة الشركات الهندسية ومكاتب إدارة المشاريع العاملة في المملكة تبني أحدث التقنيات لضمان التوافق مع معايير كفاءة الطاقة (مثل معايير ومعايير المركز السعودي لكفاءة الطاقة).

ورغم الفوائد النظرية الكبيرة لدمج الذكاء الاصطناعي في إدارة طاقة المشاريع، إلا أن التطبيق العملي لا يزال يواجه تحديات تنظيمية وتقنية وبشرية. فالانتقال من إدارة المشاريع التقليدية إلى الإدارة الذكية المستدامة يتطلب إعادة هيكلة النماذج التشغيلية لمكاتب الـ ، وتطوير قدرات ديناميكية جديدة للكوادر الهندسية والإدارية. ومن هنا تنطلق هذه الدراسة لاستكشاف وتقييم الدور المحوري الذي تلعبه تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة ضمن المشاريع الهندسية المستدامة، محاولة تقديم إطار عمل علمي وعملي يساهم في سد الفجوة بين الطموحات البيئية والإمكانات التقنية المتاحة.

مشكلة الدراسة

تنبثق مشكلة الدراسة من التناقض الملحوظ بين الحاجة المتزايدة لتنفيذ مشاريع هندسية ضخمة ومعقدة (لتلبية متطلبات التنمية الحضرية والاقتصادية) وبين الضغوط المتصاعدة لتقليل استهلاك الطاقة والالتزام بالمعايير "البيئية الصارمة". في الممارسات التقليدية لإدارة المشاريع، غالباً ما يتم التركيز على "التكلفة، والوقت، والنطاق" بينما يتم تهيمش "كفاءة الطاقة" كمتغير ثانوي، أو إدارتها باستخدام أدوات مراقبة رجعية تكفي برصد الاستهلاك بعد حدوثه وتسجيل الخسائر.

وقد أظهرت الممارسات الميدانية أن الاعتماد على العنصر البشري والأنظمة التقليدية في مراقبة وإدارة الأنظمة الهندسية (مثل أنظمة التكييف، والإضاءة، والشبكات الذكية) يؤدي إلى نسب هدر عالية تتجاوز 20% من إجمالي الطاقة المخصصة للمشروع. يرجع هذا الهدر إلى عدم القدرة على معالجة البيانات البيئية والتشغيلية المتغيرة لحظياً، وضعف التكامل بين مراحل التصميم الهندسي ومراحل التشغيل.

في المقابل، تقدم تقنيات الذكاء الاصطناعي حلولاً استباقية قادرة على سد هذه الفجوة. ومع ذلك، تُظهر المراجعة الأولية لواقع قطاع المشاريع في المملكة العربية السعودية أن هناك حالة من التردد أو البطء في تبني هذه التقنيات الذكية ضمن النماذج التشغيلية لمكاتب إدارة المشاريع هذا البطء يعود إلى ضبابية الرؤية حول الجدوى . الفعالية لهذه التقنيات، ونقص الكفاءات، وغياب الأطر المنهجية التي توجه مديري المشاريع حول كيفية الدمج

بناءً على ما تقدم، يمكن صياغة مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيسي التالي:

إلى أي مدى تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة وتقليل الهدر في المشاريع الهندسية المستدامة في المملكة العربية السعودية؟

ويتفرع من هذا التساؤل الرئيسي الأسئلة الفرعية التالية:

ما هو واقع استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي (مثل التحليل التنبؤي، وإنترنت الأشياء) في إدارة المشاريع الهندسية الحالية؟

ما هو أثر دمج النظم الذكية على كفاءة تخطيط وتوزيع الموارد لتقليل استهلاك الطاقة في دورة حياة المشروع؟

ما هي أبرز التحديات (التقنية، المالية، الإدارية) التي تحد من تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في المشاريع الخضراء؟

هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في مستويات كفاءة الطاقة تُعزى لدرجة النضج الرقمي لمكاتب إدارة المشاريع ؟

أهمية الدراسة

تكتسب هذه الدراسة أهميتها من خلال مساهمتها المزدوجة في شقين أساسيين :

الأهمية العلمية (النظرية)

سد الفجوة المعرفية: تعتبر هذه الدراسة من الدراسات الرائدة في البيئة العربية التي تربط بين متغيرات (الذكاء الاصطناعي) و(الاستدامة البيئية) تحت مظلة (إدارة المشاريع). معظم الدراسات السابقة تناولتها كمتغيرات منفصلة.

إثراء الأدبيات الأكاديمية: تقديم إطار نظري متكامل يستند إلى نظرية القدرات الديناميكية ونموذج قبول التكنولوجيا ليفسر آليات التحول نحو المشاريع المستدامة.

الأهمية العملية (التطبيقية)

تقديم حلول استراتيجية لمديري المشاريع: تزويد المهندسين ومديري المشاريع بأسس علمية لتقييم واختيار تقنيات الذكاء الاصطناعي المناسبة لخفض التكاليف التشغيلية للمشاريع.

دعم الرؤية الوطنية: تتوافق نتائج هذه الدراسة المنتظرة مع استراتيجيات مبادرة السعودية الخضراء ورؤية
حيث ستقدم توصيات عملية لصناع القرار في قطاع المقاولات والهندسة لتسريع التحول الرقمي البيئي، 2030.

أهداف الدراسة

تسعى هذه الدراسة بشكل رئيسي إلى استكشاف وتحليل دور تقنيات الذكاء الاصطناعي كأداة ممكنة لرفع كفاءة استهلاك الطاقة في المشاريع الهندسية. ولتحقيق هذا الهدف العام، تم صياغة الأهداف الفرعية التالية:

التعرف على أبرز وأحدث تطبيقات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في تصميم وتنفيذ وإدارة المشاريع الهندسية المستدامة.

قياس الأثر المباشر لاستخدام أدوات التحليل التنبؤي على تقليل معدلات الهدر المالي والبيئي خلال مرحلة التنفيذ.

استكشاف العوائق التنظيمية، والمالية، والبشرية التي تواجه مكاتب إدارة المشاريع عند محاولة الانتقال نحو نماذج التشغيل المعتمدة على الذكاء الاصطناعي.

تقديم إطار عمل مقترح يساعد المؤسسات الهندسية على دمج تقنيات كفاءة الطاقة الذكية ضمن منهجيات إدارة المشاريع لديها.

تساؤلات الدراسة

للموصول إلى تحقيق أهداف الدراسة المذكورة أعلاه، واستكمالاً لتحديد معالم المشكلة البحثية بدقة، تم صياغة تساؤل رئيسي شامل يتفرع منه مجموعة من التساؤلات التفصيلية التي ستسعى الدراسة الميدانية للإجابة عليها

التساؤل الرئيسي

إلى أي مدى يسهم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة وتقليل الهدر في المشاريع الهندسية المستدامة؟

التساؤلات الفرعية

، ما هو مستوى الوعي والتبني الفعلي لتقنيات الذكاء الاصطناعي (مثل: إنترنت الأشياء، خوارزميات التعلم الآلي والتحليل التنبؤي) لدى المهندسين ومديري المشاريع في قطاع المقاولات؟

كيف ينعكس استخدام أدوات التحليل التنبؤي الذكية على كفاءة التخطيط المسبق لتوزيع موارد الطاقة قبل البدء في مراحل التنفيذ الفعلي للمشروع؟

ما هو دور الأنظمة المستقلة الموجهة بالذكاء الاصطناعي في المراقبة اللحظية (الفورية) لمعدلات استهلاك الطاقة، وكيف تساهم في تقليل الهدر المالي والبيئي أثناء دورة حياة المشروع؟

ما هي أبرز التحديات (المالية، التنظيمية، والتقنية) التي تقف كعائق أمام مكاتب إدارة المشاريع عند محاولة دمج التكنولوجيا الذكية ضمن ممارسات الاستدامة البيئية؟

هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تصورات أفراد عينة الدراسة حول فعالية الذكاء الاصطناعي تعزى إلى متغيراتهم الديموغرافية والمهنية (سنوات الخبرة، المسمى الوظيفي، حجم المشروع) ؟

فروض الدراسة

استناداً إلى المراجعة المبدئية للأدبيات العلمية، وبناءً على التساؤلات المطروحة، تم صياغة الفرضيات التالية ليتم اختبارها إحصائياً الفرضية الرئيسية الأولى: "يوجد أثر إيجابي ذو دلالة إحصائية لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المشاريع الهندسية المستدامة". وينبثق من هذه الفرضية الرئيسية الفرضيات الفرعية التالية:

1- الفرضية الفرعية الأولى:

توجد علاقة ارتباطية ذات دلالة إحصائية بين استخدام "الأنظمة التنبؤية الذكية" وتقليل التكاليف التشغيلية للطاقة في المشاريع الهندسية. الفرضية "الفرعية الثانية: يسهم تطبيق "إنترنت الأشياء المعتمد على الذكاء الاصطناعي في تعزيز الرقابة الفورية على الموارد البيئية وتقليل نسبة الهدر في الطاقة.

2- الفرضية الفرعية الثانية:

دلالة إحصائية بين استجابات أفراد عينة الدراسة حول العوائق التي تواجه تبني الذكاء الاصطناعي في المشاريع الهندسية، تعزى لمتغيرات (الخبرة العملية، وطبيعة المشروع).

الدراسات السابقة

يعتبر استعراض الأدبيات والدراسات السابقة ركيزة أساسية لتأصيل البحث الحالي، حيث تم تصنيف الدراسات السابقة إلى محورين رئيسيين لضمان التغطية الشاملة لمتغيرات الدراسة

المحور الأول: دراسات تناولت الذكاء الاصطناعي في بيئة المشاريع الهندسية

دراسة (داركو وآخرون، 2020)

الهدف: هدفت الدراسة إلى استكشاف وتقييم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في صناعة الهندسة والبناء وإدارة المشاريع، وتحديد الفوائد والتحديات المرتبطة بها.

المنهجية والعينة: استخدم الباحثون المنهج الكمي من خلال التحليل البليومتري الشامل لأكثر من 300 بحث علمي نُشرت حول الموضوع.

النتائج: أظهرت النتائج أن الذكاء الاصطناعي أحدث ثورة في تحسين كفاءة إدارة الموارد والمخاطر. ومع ذلك، أبرزت الدراسة أن القطاع لا يزال يواجه تحديات جوهرية تتمثل في التكلفة الأولية العالية لتأسيس البنية التحتية التقنية، بالإضافة إلى النقص الحاد في الكوادر الهندسية المدربة على تحليل البيانات.

علاقة الدراسة بالبحث الحالي: تؤسس هذه الدراسة لفهم المتغير المستقل للبحث الحالي (الذكاء الاصطناعي) وتتقاطع مع بحثنا في تحديد العوائق التقنية والتنظيمية التي سيتم قياسها في الاستبيان.

دراسة (الشمري، 2023)

الهدف: دراسة أثر التحول الرقمي والتقنيات الناشئة على كفاءة إدارة المشروعات الهندسية في المملكة العربية السعودية في ضوء أهداف رؤية 2030.

المنهجية والعينة: المنهج الوصفي التحليلي، وطُبقت على عينة مكونة من 215 مهندساً ومدير مشروع في مدينة الرياض.

النتائج: أكدت النتائج وجود علاقة طردية قوية بين تبني أدوات التحول الرقمي وارتفاع مؤشرات نجاح المشاريع الهندسية. كما أوصت بضرورة دمج النظم الذكية في مراحل التخطيط المبكر لتقادي تجاوز الميزانيات.

علاقة الدراسة بالبحث الحالي: تعتبر هذه الدراسة حيوية جداً لبحثنا لأنها تعكس البيئة المحلية السعودية ونفس النطاق المكاني (منطقة الرياض)، مما يساعد في بناء أداة دراسة تتناسب مع الثقافة المؤسسية المحلية.

المحور الثاني: دراسات تناولت كفاءة الطاقة والاستدامة في المشاريع

دراسة (تشاو وآخرون، 2022)

الهدف: التقييم المنهجي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في تصميم وإدارة المباني والمشاريع الهندسية الموفرة للطاقة

المنهجية والعينة: المنهج الوصفي التحليلي لعدد من دراسات الحالة لمشاريع مستدامة كبرى في قارة آسيا

النتائج: أثبتت الدراسة أن استخدام الخوارزميات الذكية والأنظمة التنبؤية ساهم في خفض استهلاك الطاقة بنسب

تراوحت بين 15% إلى 30% مقارنة بالأنظمة التقليدية. وأشارت إلى أن التكيف اللحظي لأنظمة الإضاءة

والتكيف بناءً على كثافة الاستخدام هو العامل الأكبر في تحقيق هذا الوفرة.

علاقة الدراسة بالبحث الحالي: تربط هذه الدراسة مباشرة بين متغيرات بحثنا (الذكاء الاصطناعي وكفاءة الطاقة)

وتقدم أدلة رقمية تدعم الفرضيات التي نطمح لاختبارها في البيئة المحلية.

دراسة (العمودي، 2024):

الهدف: معرفة تأثير ضغط الجدول الزمني على أداء المشروع الإنشائي بالتطبيق على المشاريع الإنشائية في

منطقة الرياض.

المنهجية والعينة: المنهج الوصفي التحليلي، واستخدمت الاستبانة لجمع البيانات من عينة شملت 390 مهندساً وعاملاً في قطاع المقاولات.

النتائج: خلصت الدراسة إلى أن ضغوط الوقت تؤثر بشكل سلبي وذو دلالة إحصائية على كفاءة التكلفة والجودة، وتؤدي إلى انحرافات كبيرة عن الخطة الأساسية للمشروع إذا لم تتم إدارتها بأدوات فعالة.

علاقة الدراسة بالبحث الحالي: تُعد هذه الدراسة نقطة انطلاق جوهرية لبحثنا؛ فهي تثبت أن المشاريع في الرياض تعاني من اختلالات بسبب ضغوط الإدارة التقليدية. بحثنا يأتي ليكمل هذا الجهد بتقديم "الذكاء الاصطناعي" كحل استراتيجي لتخفيف هذه الضغوط وتقليل الهدر الناتج عن التسرع أو سوء التخطيط للموارد.

الفجوة البحثية

من خلال المراجعة النقدية المتعمقة للأدبيات والدراسات السابقة، تتضح المعالم الدقيقة للفجوة البحثية التي ينطلق منها هذا البحث. يمكن تلخيص الفجوة في النقاط التالية:

التركيز الجغرافي والبيئي: ركزت الغالبية العظمى من الدراسات التي بحثت في أثر الذكاء الاصطناعي على كفاءة الطاقة (مثل دراسة تشاو، وأبيوي) على بيئات غربية أو آسيوية تختلف جذرياً في مناخها وتشريعاتها البيئية وطبيعة استهلاكها للطاقة عن البيئة في المملكة العربية السعودية.

المنظور الإداري مقابل المنظور الهندسي: تناولت معظم الدراسات السابقة هذا الموضوع من زاوية هندسية وتقنية بحتة (تركز على آلية عمل الخوارزميات) في حين يعاني الحقل الأكاديمي العربي من ندرة ملحوظة في الدراسات التي تتناول التقنية من "منظور إداري استراتيجي" يخدم مكاتب إدارة المشاريع وصناع القرار

الربط بين المتغيرات: لا توجد - في حدود علم الباحث - دراسات محلية حديثة جمعت بين (الذكاء الاصطناعي) كمتغير مستقل، و(كفاءة استهلاك الطاقة في المشاريع) كمتغير تابع، مع التركيز على مرحلة التنفيذ الفعلي في قطاع المقاولات

لذلك، تأتي هذه الدراسة لتسد هذه الفجوة المعرفية من خلال تقديم إطار عمل متكامل يقيس الأثر الفعلي والعملي للتقنيات الذكية على تحقيق أهداف الاستدامة في المشاريع الهندسية داخل منطقة الرياض، لتكون مرجعاً رائداً للمؤسسات والباحثين في هذا المجال الدقيق.

المنطلقات النظرية للدراسة

لضمان متانة الأساس العلمي للبحث، تم تأطير هذه الدراسة وفقاً لنظريتين إداريتين وتقنيتين رائدتين، تسهمان في تفسير سلوك المؤسسات تجاه تبني التقنية لتحقيق الاستدامة:

1-نظرية الموارد والقدرات

تمثل هذه النظرية حجر الزاوية في الإدارة الاستراتيجية، حيث تفترض أن الأداء التنافسي المتميز والمستدام للمؤسسات لا يتحقق إلا من خلال امتلاكها لموارد وقدرات داخلية تتسم بأنها "قيمة، ونادرة، وعصية على التقليد

التطبيق على الدراسة: في سياق هذا البحث، لا يُنظر إلى تطبيقات الذكاء الاصطناعي مجرد أدوات حاسوبية عابرة، بل تُعتبر "مورداً استراتيجياً وقدرة ديناميكية" تمكن مكاتب إدارة المشاريع من التفوق في إدارة مواردها البيئية والمالية. من خلال دمج هذه التقنيات، تستطيع المشاريع الهندسية تحقيق استدامة في كفاءة الطاقة يصعب على المنافسين الذين يعتمدون على الأساليب التقليدية مجاراتها.

2- إطار التكنولوجيا والتنظيم والبيئة

يُعد هذا النموذج من أهم النماذج العلمية المستخدمة لتفسير تبني الابتكارات التكنولوجية على مستوى المؤسسات (وليس الأفراد فقط). ويفترض هذا الإطار أن قرار دمج التكنولوجيا المتطورة (مثل الذكاء الاصطناعي) يتأثر بثلاثة سياقات متداخلة:

السياق التكنولوجي: ويشمل مدى جاهزية البنية التحتية للمشروع، ومدى تعقيد التقنيات الذكية المقترحة لمراقبة الطاقة.

السياق التنظيمي: ويتعلق بحجم المؤسسة، ومدى دعم الإدارة العليا، وتوفر الكوادر الهندسية المؤهلة للتعامل مع البيانات الضخمة للمشاريع.

السياق البيئي: ويتعلق بالضغوط الخارجية، مثل القوانين والتشريعات البيئية (كالمعايير التي تفرضها الهيئة السعودية للمهندسين أو اشتراطات كفاءة الطاقة) والتي تجبر الشركات على تبني حلول مستدامة.

التطبيق على الدراسة: سيتم الاعتماد على هذا الإطار بشكل مباشر عند بناء أسئلة الاستبيان في المحور المخصص لقياس "التحديات والمعوقات"، مما يعطي أداة الدراسة موثوقية علمية ويجعل النتائج قابلة للتفسير وفق أسس منهجية رصينة.

المنهجية وطرق البحث

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن تساؤلاتها واختبار فرضياتها، سيتم الاعتماد على "المنهج الوصفي التحليلي (الكمي)". يُعد هذا المنهج من أنسب المناهج العلمية للدراسات الإدارية والهندسية التي تهدف إلى دراسة الظواهر في واقعها الحالي؛ حيث لا يقتصر دور هذا المنهج على مجرد جمع البيانات ووصف ظاهرة (استخدام الذكاء الاصطناعي في المشاريع) بل يتجاوز ذلك إلى التحليل العميق، والربط، والتفسير، واستخراج دلالات إحصائية تقيس حجم الأثر الفعلي لهذا الاستخدام على (كفاءة استهلاك الطاقة).

وسيتم تنفيذ هذا المنهج عبر مرحلتين أساسيتين:

المرحلة المكتبية (النظرية): وتتضمن المسح الشامل للأدبيات، والكتب، والمقالات العلمية، والتقارير الحكومية (مثل تقارير وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات، والمركز السعودي لكفاءة الطاقة) لبناء الإطار النظري وتأسيس متغيرات الدراسة.

المرحلة الميدانية (التطبيقية): وتتمثل في جمع البيانات الأولية من أرض الواقع (مكاتب إدارة المشاريع) عبر أداة قياس مقننة (الاستبانة)، ومن ثم تحويل هذه الاستجابات إلى بيانات رقمية قابلة للقياس والتحليل الإحصائي لاختبار صحة الفرضيات.

مجتمع وعينة الدراسة

1-مجتمع الدراسة

يتكون مجتمع الدراسة المستهدف من جميع الكوادر المهنية العاملة في مكاتب إدارة المشاريع (المهندسين، مديري المشاريع، مسؤولي الاستدامة، ومحلي البيانات) في كبرى الشركات الهندسية وشركات المقاولات المصنفة (درجة أولى) في منطقة الرياض بالمملكة العربية السعودية، والذين يعملون بشكل مباشر في تخطيط أو تنفيذ مشاريع بنية تحتية أو مشاريع إنشائية تتبنى معايير الاستدامة.

2-عينة الدراسة

نظراً لاتساع حجم مجتمع الدراسة وصعوبة الحصر الشامل لجميع المهندسين في منطقة الرياض، سيتم سحب عينة عشوائية طبقية لضمان تمثيل كافة الفئات الوظيفية المؤثرة في القرار الهندسي. وسيتم تحديد حجم العينة "الأمثل بالاعتماد على الجداول الإحصائية المعتمدة (مثل جدول كرجسي ومورجان) أو المعادلات الإحصائية الشهيرة (مثل معادلة ريتشارد جيجر) بحيث يُستهدف جمع بيانات صحيحة وقابلة للتحليل من (250 إلى مفردة 300).

وقد تم تحديد معيارين أساسيين لاختيار أفراد العينة (شروط التضمنين):

أن يمتلك المشارك خبرة عملية لا تقل عن (3) سنوات في إدارة أو تنفيذ المشاريع.

أن يكون قد شارك في مشروع هندسي يطبق معايير كفاءة الطاقة أو يعتمد على أنظمة تقنية حديثة.

أداة الدراسة

تعتبر أداة جمع البيانات الركيزة الأساسية لنجاح المنهج الكمي. وبناءً على طبيعة البيانات المطلوبة، سيتم تصميم "استبانة إلكترونية" كأداة رئيسية للبحث، نظراً لقدرتها على الوصول إلى شريحة واسعة من المهندسين وسرعة استجابتها، ودقتها في تفريغ البيانات.

سيتم بناء الاستبانة بالاستفادة من المقاييس المعتمدة في الدراسات السابقة (مثل مقاييس معهد إدارة المشاريع للتقنيات الناشئة) وستكون من أربعة أجزاء رئيسية:

الجزء الأول (البيانات الديموغرافية والوظيفية): ويشمل المتغيرات المستقلة التصنيفية (العمر، المؤهل العلمي، المسمى الوظيفي، سنوات الخبرة، وحجم المشروع الذي يعمل به المشارك).

الجزء الثاني (قياس المتغير المستقل): ويتضمن مجموعة من العبارات (تتراوح بين 10 إلى 12 عبارة) تقيس واقع تبني مكاتب إدارة المشاريع لتقنيات الذكاء الاصطناعي، مثل: الاعتماد على الأنظمة التنبؤية، استخدام مستشعرات إنترنت الأشياء، وأتمتة الجداول الزمنية.

الجزء الثالث (قياس المتغير التابع): ويتضمن مجموعة من العبارات (تتراوح بين 10 إلى 12 عبارة) تقيس

مستوى التحسن في كفاءة استهلاك الطاقة، مثل: انخفاض الهدر المالي، دقة التنبؤ بالاستهلاك، سرعة

الاستجابة للأعطال الطارئة.

الجزء الرابع (قياس التحديات والمعوقات): ويتضمن عبارات تقيس المعوقات (المالية، التقنية، والبشرية) التي تحد

من الاستفادة القصوى من التقنية.

،مقياس الاستجابة: سيتم استخدام مقياس (ليكرت) الخماسي المتدرج (موافق بشدة، موافق، محايد، غير موافق

غير موافق بشدة) لجميع عبارات أجزاء الاستبانة

أساليب التحليل الإحصائي

للوصول إلى نتائج دقيقة، سيتم استخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية لتحليل البيانات عبر

الأساليب التالية:

اختبارات الصدق والثبات: سيتم قياس "صدق المحكمين" لضمان ملاءمة أسئلة الاستبيان للمتغيرات، بالإضافة

إلى استخدام معامل "كرونباخ ألفا" للتأكد من الاتساق الداخلي وثبات أداة الدراسة قبل التوزيع النهائي.

الإحصاء الوصفي: استخدام التكرارات، والنسب المئوية، والمتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية لوصف

خصائص عينة الدراسة وتحديد مستويات الاستجابة لكل بُعد من أبعاد الاستبيان.

الإحصاء الاستدلالي (لاختبار الفرضيات):

معامل ارتباط بيرسون لقياس قوة واتجاه العلاقة بين (تقنيات الذكاء الاصطناعي) و(كفاءة استهلاك الطاقة).

تحليل الانحدار الخطي المتعدد لقياس الأثر الفعلي للمتغيرات المستقلة مجتمعة ومنفردة على المتغير التابع

والتنبؤ بقيمة التحسن المالي والبيئي.

اختبار تحليل التباين الأحادي (ANOVA) واختبار (T-test)

لتحديد ما إذا كانت هناك فروق ذات دلالة إحصائية في إجابات العينة تُعزى لمتغيراتهم الديموغرافية والوظيفية.

حدود الدراسة

تحدد أطر هذه الدراسة ونتائجها ضمن الحدود المنهجية التالية:

المجال البشري: تقتصر الدراسة على المتخصصين العاملين في البيئة الهندسية، وتحديداً (مديري

المشاريع، المهندسين المخططين، ومسؤولي الاستدامة والابتكار) في مكاتب إدارة المشاريع.

المجال المؤسسي والمكاني: تُطبق الدراسة على عينة من الشركات الصناعية والإنشائية الكبرى والمصنفة العاملة

في المنطقة الجغرافية للمملكة العربية السعودية (وتحديداً مناطق: الرياض، جدة، الدمام).

المجال الزمني: سيتم جمع البيانات الميدانية وتحليلها خلال فترة الدراسة الممتدة في العام الأكاديمي 2026م.

المجال الموضوعي: يقتصر البحث على دراسة دور تقنيات محددة من "الذكاء الاصطناعي" (مثل

"الأتمتة، وإنترنت الأشياء، والتحليل التنبؤي) في تحسين بُعد واحد من أبعاد الاستدامة وهو "كفاءة استهلاك الطاقة".

المراجع

تم توثيق المراجع العلمية المتنوعة والحديثة وفق نظام الجمعية الأمريكية لعلم النفس ، وهي كالتالي:

أولاً: المراجع باللغة العربية:

المركز السعودي لكفاءة الطاقة. (2025). الدليل الإرشادي المتقدم لإدارة الطاقة في المباني والمشاريع الكبرى الرياض، المملكة العربية السعودية.

وزارة الطاقة والصناعة والثروة المعدنية. (2022). التقرير السنوي للأداء البيئي للقطاع الصناعي. الرياض.

الهيئة السعودية للمهندسين. (2024). التقارير الذكية والمؤشرات لقطاع المشاريع الهندسية المستدامة. الرياض.

الشمري، خالد، والعتيبي، فهد. (2023). التحول الرقمي وأثره على إدارة المشروعات الهندسية في ضوء رؤية
مجلة الإدارة والهندسة، 15(2)، 45-66. 2030.

السالم، مؤيد. (2021). إدارة المشاريع المستدامة: المبادئ والتطبيقات الحديثة في العصر الرقمي. دار الإثراء
للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

التميمي، طارق. (2022). الذكاء الاصطناعي وتأثيره على كفاءة إدارة العمليات المؤسسية في مكاتب ادارة
المشاريع. مجلة الإدارة العامة، 60(2)، 112-140.

جامعة ميدأوشن. (2024). النموذج الإرشادي لكتابة أبحاث الماجستير. كلية الإدارة.

وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات. (2023). التقرير الوطني لتبني التقنيات الناشئة والذكاء الاصطناعي في
بيئة الأعمال السعودية. الرياض.

العمودي، علي عمر. (2024). تأثير ضغط الجدول الزمني على أداء المشروع بالتطبيق على المشاريع الإنشائية في منطقة الرياض. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الإدارة، جامعة ميدأوشن.

معهد إدارة المشاريع - فرع المملكة العربية السعودية. (2023). مستقبل إدارة المشاريع: الاستدامة والرقمنة
تقرير سنوي.

ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية

- Alshuwaikhat, H., & Abubakar, I. (2020). Sustainable development in Saudi Arabia: Current status and future perspectives. *Sustainability*, 12(5), 212–230. 12. Bocken, N., & Geradts, T. (2020). Barriers and drivers to sustainable business model innovation. *Journal of Cleaner Production*, 250, 120–135. 13. Abioye, S. O., Oyedele, L. O., Akanbi, L., & et al. (2021). Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges. *Journal of Building Engineering*, 44, 103346. 14. Darko, A., Chan, A. P., Adabre, M. A., & et al. (2020). Artificial intelligence in the AEC industry: Scientometric analysis and visualization of research activities. *Automation in Construction*, 112, 103081. 15. Darmont, J., & Wood, B. (2024). Artificial Intelligence and Project Management Office (PMO): Transforming Strategic Delivery. *Journal of Modern Project Management*, 12(1), 45–68. 16. Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and

implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25. 17. Project Management Institute (PMI). (2021). *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.). Newtown Square, PA: Project Management Institute. 18. Project Management Institute (PMI). (2023). *Maximizing the Benefits of AI in Project Management: Pulse of the Profession*. Newtown Square, PA. 19. Teece, D. J. (2018). *Dynamic capabilities and strategic management*. Oxford University Press. 20. Zhao, X., Zhang, Y., & Wang, L. (2022). Applications of Artificial Intelligence in Energy-Efficient Buildings: A Review. *Energy and Buildings*, 258, 111826.