



جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

قسم / تخصص ماجستير إدارة مشاريع

تأثير الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية والحد من التأخيرات في مشاريع الإ
نشاء والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية

إعداد الطالب/

محمود طالب الاصبيعي

241002276

إشراف/

د. أسماء أبو عنزة

العام الدراسي:

2024

قائمة المحتويات:

3	مقدمة:
6	مشكلة الدراسة:
9	أهمية الدراسة:
12	اهداف الدراسة:
14	تساؤلات الدراسة:
15	فروض الدراسة:
17	الدراسات السابقة:
20	المنطلقات النظرية للدراسة:
23	المنهجية وطرق البحث:
25	أدوات الدراسة:
27	حدود الدراسة:
29	المراجع:

مقدمة:

تشكل صناعات البناء والبنية التحتية أهمية بالغة للتنمية الاقتصادية والتقدم في أي دولة، وفي المملكة العربية السعودية، تتمتع هذه القطاعات بأهمية خاصة لأنها مرتبطة بخطة رؤية المملكة الطموحة 2030. تهدف هذه الاستراتيجية إلى تنويع الاقتصاد وتقليل اعتماده على عائدات النفط ، وتحفيز الاستثمار الكبير في مشاريع البنية التحتية بما في ذلك المطارات والطرق والموانئ و المدن الكبرى مثل نيوم. ومع ذلك، من الصعب إدارة مشاريع البناء بكفاءة بسبب تعقيد الخدمات اللوجستية وإدارة العمالة وشراء المواد وعوامل مختلفة غير معروفة قد تساهم في التأخير وتجاوز التكاليف. إحدى القضايا الرئيسية التي تواجه مشاريع البناء والبنية التحتية دولياً، وخاصة في المملكة العربية السعودية، هي التنبؤ الصحيح بالجدول الزمنية والحد من التأخيرات (Albashrawi، 2022).

تقليدياً، اعتمدت مشاريع البناء على العمليات اليدوية والمهارات البشرية للتنبؤ بالمواعيد النهائية للمشروع وتوقع التأخيرات. ومع ذلك، تفتقر هذه المنهجيات عموماً إلى الدقة وتفشل في مراعاة العناصر الديناميكية المختلفة التي تؤثر على الجداول الزمنية للمشروع. لقد أحدث تطوير واستخدام الأنظمة الذكية - التي تحركها تقنيات مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، وتحليلات البيانات الضخمة، ونمذجة معلومات البناء - ثورة في الطريقة التي تدير بها صناعة البناء المشاريع. لا تعمل هذه التقنيات على زيادة دقة توقعات الوقت فحسب، بل تعمل أيضاً على القضاء على التأخير، وبالتالي تعظيم كفاءة المشروع وضمان نتائج متفوقة (Gurgun، 2022).

ترتبط الأنظمة الذكية بالعمليات التي تعتمد على التكنولوجيا والتي تشمل الأتمتة وتحليل البيانات والخوارزميات الذكية لزيادة مهارات صنع القرار والإدارة. في صناعات البناء والبنية التحتية، شهد نشر الأنظمة الذكية زيادة هائلة، حيث يمكن لهذه الأنظمة تحليل كميات هائلة من البيانات لاكتشاف الاتجاهات، وإجراء التوقعات، وتقديم ملاحظات في الوقت الفعلي. وهذا يؤدي إلى توقعات زمنية أكثر دقة، وإدارة المخاطر الاستباقية، والقدرة على تقليل التأخيرات قبل أن تصبح صعوبات شديدة (Baduge، 2022).

تتمثل إحدى الفوائد الرئيسية للأنظمة الذكية في قدرتها على تقديم تنبؤات زمنية دقيقة وجديدة

بالثقة بناءً على نهج قائم على البيانات. تعتمد التقنيات التقليدية للتنبؤ بالوقت بشكل متكرر على بيانات المشروع السابقة والمعرفة البشرية، والتي قد تكون عرضة للتحيزات أو الأخطاء. على النقيض من ذلك، تستخدم الأنظمة الذكية خوارزميات الذكاء الاصطناعي لفحص مجموعات البيانات الضخمة من المشاريع السابقة، بما في ذلك عناصر مثل أنماط الطقس وإنتاجية العمال وتوافر المواد. يتم دمج هذه الإحصائيات مع البيانات في الوقت الفعلي التي تم الحصول عليها من أجهزة إنترنت الأشياء المزروعة في معدات البناء والآلات وأنظمة المراقبة في مواقع المشاريع. يتيح هذا المزيج من البيانات التاريخية والوقت الفعلي للأنظمة الذكية تقديم توقعات دقيقة للغاية فيما يتعلق بجداول المشروع (Benti، 2023).

على سبيل المثال، قد تقوم برامج إدارة المشاريع القائمة على الذكاء الاصطناعي بتقييم عوامل مثل تخصيص الموارد ومعدلات إنتاجية الموظفين وجداول تسليم المواد والظروف البيئية. من خلال إعادة حساب وقت الإنجاز المتوقع باستمرار بناءً على متغيرات الوقت الفعلي، قد توفر هذه الأنظمة لمديري المشاريع تقديرات محدثة ودقيقة للغاية. يساعد هذا في تغيير الجداول الزمنية بشكل ديناميكي، مما يجعل من الأسهل إدارة الموارد بكفاءة والقضاء على الاختناقات التي قد تؤدي إلى التأخير (Nabeel، 2024).

إن المراقبة في الوقت الفعلي باستخدام أجهزة إنترنت الأشياء تمكن مديري المشاريع من متابعة تقدم عمليات البناء في الوقت الفعلي. على سبيل المثال، قد تحدد أجهزة الاستشعار المثبتة في معدات البناء مشاكل مثل التآكل أو عدم الكفاءة التشغيلية قبل أن تؤدي إلى الأعطال أو التأخير. من خلال الحصول على معلومات حول الصعوبات المحتملة مسبقًا، قد يتخذ مديرو المشاريع إجراءات وقائية، مثل جدولة الإصلاحات أو الاستعداد لمعدات احتياطية. وهذا يقلل من احتمالية التوقف غير المتوقع ويضمن تشغيل عمليات البناء دون تأخيرات كبيرة (Soori، 2023).

علاوة على ذلك، تعمل التقنيات الذكية على تعزيز التواصل والتنسيق بين العديد من الأطراف المشاركة في مشاريع البناء. يعد التواصل الفعال أمرًا حيويًا لإكمال المشروع في الوقت المناسب، لأنه يساعد في ضمان أن يكون كل من شارك، من المقاولين إلى الموردين إلى مديري المشاريع، على اطلاع دائم بتقدم المشروع وأي مخاطر. توفر الأنظمة الذكية تبادل البيانات والتعاون في الوقت الفعلي باستخدام منصات قائمة على السحابة، مما يمكن أصحاب المصلحة من عرض

أحدث تحديثات المشروع من أي مكان وفي أي وقت. يقلل هذا الانفتاح الأكبر من مخاطر سوء التفسير ويمكن من اتخاذ القرارات السريعة عند ظهور مواقف غير متوقعة (Minois، 2023).

يعزز دمج تقنية BIM مع التقنيات الذكية بشكل كبير القدرة على تقدير ومراقبة الأطر الزمنية للبناء. BIM هو تمثيل رقمي للعناصر المادية والوظيفية لمشروع مبنى أو بنية تحتية. إنه يساعد مديري المشاريع على محاكاة مراحل مختلفة من التطوير، وتوقع عدم التوافق المحتمل أو صعوبات الجدول الزمني، والاستعداد للخيارات البديلة. على سبيل المثال، باستخدام نموذج BIM ، قد يتمكن مديرو البناء من عرض تدفق العمليات في المشروع وتحديد أي مهام قد تتداخل أو تسبب تأخيرات. من خلال اكتشاف هذه الصراعات في وقت مبكر، قد يقوم مديرو المشاريع بتغيير الجدول الزمني بشكل مناسب، مما يقلل من تكاليف إعادة العمل ويضمن استمرار المشروع على المسار الصحيح (Wang، 2024).

علاوة على ذلك، قد تعمل BIM المقترنة بالتحليلات التنبؤية التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي على زيادة إدارة الموارد وتخطيط المشتريات. أحد الأسباب الأكثر شيوعاً لتأخير البناء هو التأخر في تسليم الإمدادات أو نقص الموارد الحيوية. من خلال تقييم البيانات حول اتجاهات سلسلة التوريد وأداء المشروع السابق، يمكن للأنظمة الذكية التنبؤ بموعد حدوث تأخيرات في تسليم المواد والتوصية بإمكانيات مصادر بديلة. تضمن هذه الاستراتيجية الاستباقية إمكانية الوصول إلى الإمدادات الأساسية عند الحاجة، مما يقلل من احتمالية حدوث تأخيرات ناجمة عن انقطاع سلسلة التوريد (Alsehaiami، 2024).

في سياق المملكة العربية السعودية، يكتسب استخدام التقنيات الذكية في مشاريع البناء والبنية التحتية سرعة، خاصة في مواجهة تطلعات رؤية 2030 النبيلة للبلاد. تستثمر الحكومة السعودية والقطاع الخاص بشكل كبير في إنشاء المدن الذكية والمشاريع الضخمة وتحسينات البنية التحتية. تحتاج هذه المشاريع إلى إدارة دقيقة للوقت والمال والموارد لضمان الانتهاء منها في الموعد المحدد وفي حدود الميزانية. من خلال استخدام الحلول الذكية، يمكن لمديري المشاريع في المملكة العربية السعودية التغلب على الصعوبات المعتادة لتأخير البناء، مثل نقص القوى العاملة، ومخاوف شراء المواد، وظروف الطقس غير المواتية (Frag، 2019).

بالإضافة إلى ذلك، توفر البيئة الصحراوية القاسية في المملكة العربية السعودية عقبات خاصة لمشاريع البناء، حيث قد تؤدي الحرارة المفرطة والعواصف الرملية إلى انقطاعات كبيرة في جداول المشروع. تمكن الأنظمة الذكية، وخاصة تلك المجهزة بقدرات مراقبة الطقس والتنبؤ به في الوقت الفعلي، مديري المشاريع من توقع التأخيرات المتعلقة بالطقس وتغيير الجداول الزمنية بشكل مناسب. على سبيل المثال، يمكن لأجهزة استشعار إنترنت الأشياء وخوارزميات التنبؤ بالطقس تحديد متى من المرجح أن تحدث أحداث الطقس الشديدة، مما يسمح لفرق البناء بالتخطيط حول هذه الانقطاعات ومنع التوقف المكلف (Mani, 2023).

يتمثل أحد المكونات الرئيسية الأخرى للأنظمة الذكية في مشاريع البناء السعودية في التركيز على الاستدامة وكفاءة الطاقة. يتم بناء العديد من مشاريع البنية التحتية في البلاد مع وضع الاستدامة في الاعتبار، بما يتماشى مع الجهود العالمية لمعايير البناء الأكثر خضرة. قد تساعد التقنيات الذكية في تحسين استخدام الطاقة في مواقع البناء من خلال مراقبة المعدات وضمان استخدام الموارد بشكل فعال. هذا لا يضيف فقط إلى الاستدامة البيئية، ولكنه يقلل أيضًا من نفقات التشغيل ويعزز كفاءة المشروع بشكل عام (Alotaibi, 2024).

وفي الختام، فإن تأثير التقنيات الذكية على تعزيز دقة توقعات الوقت وتقليل التأخير في مشاريع البناء والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية كبير. من خلال الاستفادة من الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء ونمذجة معلومات المباني وغيرها من التقنيات المتقدمة، توفر الأنظمة الذكية رؤى تعتمد على البيانات والمراقبة في الوقت الفعلي والتحليلات التنبؤية التي تزيد من مهارات إدارة المشاريع. توفر هذه الحلول تنبؤات زمنية أكثر دقة وإدارة مخاطر استباقية وتخصيص موارد محسّن، مما يؤدي إلى تقليل التأخيرات والمزيد من الكفاءة.

مشكلة الدراسة:

تعد صناعات البناء والبنية الأساسية محركات أساسية للنمو الاقتصادي، ولكنها تواجه عادة مشاكل كبيرة تتعلق بالإطار الزمني للمشروع. وفي المملكة العربية السعودية، حيث تعد مشاريع البنية الأساسية الطموحة حاسمة لجهود رؤية 2030، قد يؤدي التأخير في مشاريع البناء إلى خسائر مالية كبيرة ويعيق التقدم الاقتصادي. ومن العناصر الرئيسية التي تؤدي إلى هذه التأخيرات غياب التنبؤ الفعال بالوقت والتعامل غير الكافي مع الظروف غير المتوقعة. وعلى الرغم من الاستخدام المتزايد للتكنولوجيا في إدارة المشاريع، لا تزال العديد من مشاريع البناء تتعامل مع عدم الكفاءة، مما يؤدي إلى التأخير. وتحلل هذه الدراسة كيف يمكن للتقنيات الذكية حل هذه الصعوبات من خلال تعزيز دقة توقعات الوقت والحد من التأخير في مشاريع البناء والبنية الأساسية في المملكة العربية السعودية.

1. عدم التكامل الكامل للأنظمة الذكية في المشاريع

على الرغم من المزايا الواضحة للأنظمة الذكية، إلا أن هناك فجوة كبيرة بين إمكاناتها النظرية وتنفيذها العملي في العديد من مشاريع البنية التحتية السعودية. إن غياب التكامل الشامل للتقنيات مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء ونمذجة معلومات المباني عبر جميع مراحل المشروع يعيق فعاليتها. غالبًا ما يتم تقديم هذه التقنيات بمعزل عن بعضها البعض، وليس كجزء من نظام متكامل بالكامل. يؤدي هذا الافتقار إلى الاتصال السلس إلى فقدان إمكانيات مزامنة البيانات في الوقت الفعلي والتحليلات التنبؤية، والتي تعد ضرورية للتنبؤ الدقيق بالوقت. يصبح من الضروري فهم الأسباب وراء التكامل البطيء للتكنولوجيات الجديدة وكيف يؤثر ذلك على الأثر الزمنية للمشروع (Alajmi، 2023).

2. مقاومة التغيير التكنولوجي وحواجز التبني

تتمثل إحدى المشاكل الأساسية في تنفيذ التقنيات الذكية في معارضة التغيير من جانب الإدارة والعمالة. يعد البناء عادةً عملاً كثيف العمالة، حيث اعتاد العديد من المتخصصين على الأساليب اليدوية ويكافحون لقبول التكنولوجيا المتطورة. في المملكة العربية السعودية، قد تؤدي ثقافة الشركات المحافظة إلى تأخير تبني التكنولوجيا الجديدة. بالإضافة إلى ذلك، فإن غياب التدريب

المناسب والفهم حول مزايا الأنظمة الذكية يولد عقبات كبيرة في التبني. إن فهم كيفية تأثير مقاومة التغيير التكنولوجي على كفاءة الأنظمة الذكية في تقليل التأخيرات هو عنصر أساسي من البحث (Yap، 2022).

3. الخبرة الفنية المحدودة ومهارات القوى العاملة

يتطلب التبني الفعال للأنظمة الذكية موظفين متعلمين ومجهزين بالمهارات الفنية المناسبة لتشغيل وصيانة هذه التقنيات. ومع ذلك، هناك أحياناً فجوة في المهارات داخل قطاع البناء في المملكة العربية السعودية، حيث قد يفتقر العمال والمشرفون إلى المعرفة بالتقنيات الرقمية الجديدة. قد يحد هذا الندرة في الكفاءة الفنية من فعالية الأنظمة الذكية، مما يؤدي إلى أخطاء في إدخال البيانات أو سوء فهم التحليلات. يحتاج البحث إلى تحليل كيف يحد التوافر المحدود لأفراد المدربين من الاستخدام الكامل للتقنيات الذكية، مما يؤدي إلى توقعات خاطئة وزيادة التأخير (Babashahi، 2024).

4. التكاليف الأولية المرتفعة والقيود على الميزانية

في حين توفر الأنظمة الذكية وفورات طويلة الأجل من خلال تحسين كفاءة المشروع، فإن الاستثمار الأولي في مثل هذه التكنولوجيا قد يكون مكلفاً للغاية بالنسبة لبعض شركات البناء. إن تكاليف تبني البرمجيات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي وأجهزة إنترنت الأشياء وأنظمة BIM، إلى جانب متطلبات الصيانة والتدريب المستمر، تخلق أحياناً مشاكل مالية. في المملكة العربية السعودية، حيث العديد من شركات البناء صغيرة أو متوسطة الحجم، قد تعيق القيود المالية هذه المنظمات من تنفيذ التكنولوجيا الذكية، حتى عندما تكون المزايا المحتملة واضحة. سيحتاج البحث إلى التحقيق في كيفية تأثير القيود الميزانية على نشر الأجهزة الذكية وكيف يؤثر ذلك على التنبؤ بالوقت وتقليل التأخير (Nilimaa، 2023).

5. إدارة البيانات ومخاوف الأمن السيبراني

يعتمد دمج الأنظمة الذكية إلى حد كبير على جمع ومعالجة وتحليل كميات هائلة من البيانات من مصادر متعددة. تقدم هذه الاستراتيجية القائمة على البيانات توقعات زمنية أكثر دقة وإدارة فعالة

للمشروع. ومع ذلك، هناك مشاكل تتعلق بخصوصية البيانات والأمن السيبراني، وخاصة في المملكة العربية السعودية، حيث قد تصبح إدارة معلومات المشروع الحساسة خطراً. قد تؤدي إجراءات إدارة البيانات غير الفعالة أو الخروقات في الأمن السيبراني إلى انقطاعات تؤدي إلى تأخيرات. يعد التحقيق في كيفية تأثير أساليب إدارة البيانات ومخاوف الأمن السيبراني على فعالية الأنظمة الذكية أمراً بالغ الأهمية لفهم قضية البحث بأكملها (Ahmad، 2021).

6. المتغيرات البيئية والمحددة للمشروع

في حين تهدف التقنيات الذكية إلى تعزيز كفاءة المشروع، إلا أن أدائها قد يتأثر بالظروف الخارجية مثل الظروف الجوية القاسية، أو انقطاع سلسلة التوريد، أو التغييرات التنظيمية. على سبيل المثال، قد توفر البيئة الصحراوية في المملكة العربية السعودية عقبات معينة أمام تشغيل أجهزة إنترنت الأشياء أو استخدام النماذج التنبؤية. وقد تؤثر هذه العوامل البيئية والمحددة للمشروع على كفاءة الأنظمة الذكية في تقدير الوقت والتحكم في التأخيرات بشكل صحيح. يجب أن يحلل البحث كيف تؤثر هذه المتغيرات الخارجية على أداء الأنظمة الذكية في صناعة البناء السعودية، وما إذا كانت هناك استراتيجيات للحد من تأثيرها (Schuldt، 2021).

أهمية الدراسة:

إن البحث في تأثير التقنيات الذكية على زيادة دقة التنبؤات الزمنية وتقليل التأخيرات في مشاريع البناء والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية له أهمية كبيرة. فهو يضيف إلى كل من الجسم الأكاديمي للمعرفة والتطبيقات الصناعية الفعلية. وقد أكد النمو السريع لمشاريع البنية التحتية داخل المملكة كجزء من رؤية 2030 على ضرورة وجود أنظمة فعالة لإدارة المشاريع. توفر الحلول الذكية القدرة على تغيير عمليات البناء من خلال تعزيز الدقة والكفاءة. لذلك، فإن إدراك قيمتها من وجهتي نظر علمية وعملية أمر بالغ الأهمية لتعزيز نتائج المشروع.

• الأهمية العلمية

1. المساهمة في المعرفة حول التقنيات الذكية في البناء

تساهم الدراسة في تقديم رؤى حيوية لمجموعة متزايدة من الأبحاث حول نشر التكنولوجيا الذكية في البناء. في حين ركزت العديد من الدراسات على تركيب الأنظمة الذكية في الدول الصناعية، إلا أن هناك دراسة غير كافية فريدة من نوعها في المملكة العربية السعودية. يساعد هذا البحث في سد الفجوة من خلال تحليل كيفية تخصيص هذه التقنيات لتناسب المتطلبات و المشاكل الخاصة بصناعة البناء السعودية. ستؤدي النتائج إلى توسيع المعرفة العالمية بالتقنيات الذكية وأهميتها في التخفيف من تأخيرات البناء وصعوبات التنبؤ بالوقت (Ejidike، 2023).

2. تعزيز الأطر النظرية لإدارة المشاريع

تتيح هذه الدراسة فرصة لتعزيز الأطر النظرية المرتبطة بإدارة المشاريع في ظل التكنولوجيا المتطورة. من خلال تقييم كيفية تأثير التقنيات الذكية على إدارة الوقت وتخفيف التأخير، يقدم البحث فهماً أكثر دقة لوظيفتها في تخطيط وتنفيذ المشروع. يسمح دمج الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء ونمذجة معلومات البناء في مجال إدارة المشاريع بإنشاء نماذج ونظريات جديدة يمكن تقييمها وتنفيذها في مواقع أو صناعات أخرى (Watt، 2023).

3. تطوير نماذج التحليلات التنبؤية

من خلال تحليل كفاءة التقنيات الذكية، قد يؤدي البحث إلى إنشاء نماذج تحليلات تنبؤية أكثر تقدماً تلبي احتياجات قطاعي البناء والبنية التحتية. يمكن استخدام هذه النماذج ليس فقط في المملكة العربية السعودية، ولكن أيضاً في مواقع أخرى ذات قيود بناء مماثلة. تعمل الدراسة على توسيع نطاق العلم الكامن وراء النمذجة التنبؤية، وكشف رؤى جديدة حول كيفية استخدام الأنظمة الذكية للبيانات في الوقت الفعلي لإجراء تقديرات دقيقة للوقت (Aljohani، 2023).

4. المساهمة في ممارسات البناء المستدام

ترتبط الحلول الذكية غالباً بمفاهيم البناء المستدام من خلال تعزيز كفاءة الموارد وتقليل النفايات

وتحسين مواعيد المشروع. قد تسلط الدراسة الضوء على المزايا البيئية لتبني التكنولوجيا الذكية في مشاريع البناء، مما يضيف إلى الدراسات الأكبر حول التنمية المستدامة. وفي حالة المملكة العربية السعودية، يعد هذا أمرًا ضروريًا بشكل خاص حيث تسعى المملكة إلى التوفيق بين النمو السريع والاستدامة البيئية، وفقًا للاتجاهات العالمية (Bassey، 2023).

5. بيانات تجريبية لمزيد من البحث

تقدم الدراسة بيانات واقعية يمكن للباحثين الآخرين استخدامها لتحليل الموضوعات ذات الصلة، مثل التأثير الاقتصادي للأنظمة الذكية على قطاع البناء أو الآثار الطويلة الأجل للتكنولوجيا على إنتاجية العمل. تخلق هذه البيانات منصة للبحث الأكاديمي في المستقبل، وتعزز الدراسة العميقة لكيفية تحسين التكنولوجيا الذكية لإدارة المشاريع وتقليل التأخير وتعزيز الكفاءة عبر العديد من الصناعات.

● الأهمية العملية

1. تحسين كفاءة المشروع وخفض التكاليف

بالنسبة للممارسين في صناعات البناء والبنية التحتية، يقدم هذا البحث رؤى عملية حول كيفية تعزيز التكنولوجيا الذكية لكفاءة المشروع من خلال تقليل التأخير وتحسين توقعات الوقت. من خلال تبني التقنيات الذكية بكفاءة، قد تتمكن شركات البناء من تقليل إجمالي تكاليف المشروع من خلال القضاء على الانقطاعات غير المتوقعة وتعظيم الاستفادة من الموارد. وهذا له تداعيات مالية واضحة، وخاصة بالنسبة للمشاريع واسعة النطاق في إطار برامج رؤية المملكة العربية السعودية 2030 (Senjak، 2023).

2. دعم تحقيق أهداف رؤية 2030

ترتبط استنتاجات هذا البحث على وجه التحديد برؤية المملكة العربية السعودية 2030، التي تؤكد على تطوير البنية التحتية كركيزة أساسية للتنويع الاقتصادي. إن القدرة على تنفيذ مشاريع البنية التحتية في الموعد المحدد أمر حيوي لنجاح هذه البرامج. يقدم هذا التقرير أفكارًا عملية حول كيفية الاستفادة من التقنيات الذكية لضمان بقاء المشاريع في الموعد المحدد، وبالتالي

المساهمة في تحقيق أهداف رؤية 2030 في الوقت المناسب (Brahimi، 2024).

3. تحسين إدارة المخاطر في مشاريع البناء

تتمثل إحدى المزايا العملية الرئيسية للأنظمة الذكية في قدرتها على توقع المخاطر وإدارتها في الوقت الفعلي. ويؤكد هذا البحث على أهمية هذه الأنظمة في التحكم في المخاطر التي قد تساهم في تأخير المشروع، مثل نقص العمالة، أو أعطال المعدات، أو مخاوف تسليم الإمدادات. ومن خلال اتباع اقتراحات الدراسة، قد يعزز مديرو المشاريع قدرتهم على توقع المخاطر وحلها قبل أن تصبح كبيرة، مما يتيح تنفيذ المشروع بشكل أسهل (Alshehhi، 2024).

4. تحسين إنتاجية القوى العاملة والتدريب

يتطلب التنفيذ الفعلي للأنظمة الذكية أيضًا تثقيف القوى العاملة للعمل بشكل أكثر فعالية مع التكنولوجيا الحديثة. وقد يرشد هذا البحث منظمات البناء حول كيفية دمج الحلول الذكية في عملياتها مع رفع مهارات موظفيها في نفس الوقت. تقدم الدراسة نصائح عملية حول إدارة القوى العاملة والتدريب على التكنولوجيا، مما يضمن تجهيز الموظفين بشكل مناسب للتعامل مع التحول التكنولوجي. وهذا يؤدي إلى زيادة الإنتاجية وتحسين نتائج المشروع (Li، 2022).

5. تحسين تخصيص الموارد

تعد إدارة الموارد صعوبة رئيسية في مشاريع البناء الكبرى. يسلط هذا البحث الضوء على الكيفية التي قد تعمل بها التقنيات الذكية على تحسين تخصيص الموارد مثل العمالة والمواد والمعدات من خلال تقديم البيانات والتحليلات في الوقت الفعلي. وهذا يؤدي إلى تحسين التخطيط وتقليل التأخير وتقليل هدر الموارد، وهو أمر حيوي للمشاريع في المملكة العربية السعودية التي تتطلب توسعات كبيرة في البنية التحتية. قد تساعد النصائح العملية من هذه الدراسة منظمات البناء على تعزيز كفاءة مواردها، مما يساهم في نهاية المطاف في نجاح المشاريع المعقدة.

أهداف الدراسة:

• الهدف الرئيسي:

دراسة تأثير الأنظمة الذكية على زيادة دقة التنبؤات الزمنية وتقليل التأخير في مشاريع البناء و البنية التحتية في المملكة العربية السعودية.

• الأهداف الفرعية

1. تقييم فعالية الأنظمة الذكية في التنبؤ بالوقت

يمثل هذا الهدف تقييم كيفية زيادة دقة توقعات الوقت لمشاريع البناء من خلال التقنيات الذكية، وخاصة تلك التي تعمل بالذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء وغيرها من الخوارزميات المتطورة. وهذا يستلزم تحليل القدرات التنبؤية لهذه الحلول مقارنة بأساليب إدارة المشاريع القياسية. تهدف الأنظمة الذكية إلى تقديم بيانات وتحليلات في الوقت الفعلي تسمح بإجراء تعديلات ديناميكية في جدولة المشروع، مما قد يؤدي إلى تقديرات زمنية أكثر دقة. يحاول هذا الهدف الفرعي تحديد الدرجة التي تقلل بها هذه الحلول من عدم اليقين وتزيد من دقة التنبؤ، وبالتالي الاستفادة من تخطيط المشروع وتنفيذه (Long، 2023).

2. تحديد العوامل الرئيسية التي تساهم في تأخير المشروع

يهدف هذا الهدف إلى فحص وتحديد الأسباب الرئيسية للتأخير في مشاريع البناء والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية. من خلال دراسة المتغيرات الأساسية التي تساهم في انقطاع المشروع، مثل نقص الموارد، أو الظروف الجوية، أو التحديات اللوجستية، أو الظروف غير المتوقعة للموقع، يمكن للبحث تحليل كيفية تمكن التقنيات الذكية من إدارة هذه المخاطر. و الهدف هو دراسة ما إذا كانت الأنظمة الذكية قادرة على التنبؤ بأسباب التأخير أو الاستجابة لها بشكل أكثر فعالية من الطرق التقليدية، وتقديم رؤى حول كيفية تقليل المراقبة في الوقت الفعلي والتحليلات التنبؤية لتكرار وشدة التأخيرات (Latif، 2023).

3. فحص دور الأنظمة الذكية في تحسين كفاءة المشروع

يركز هذا الهدف على تحليل التأثير الأوسع للتكنولوجيات الذكية على كفاءة المشروع الإجمالية، بما يتجاوز مجرد إدارة الوقت. ويحاول تقييم كيف يعزز إدخال التكنولوجيا الذكية العمليات مثل تخصيص الموارد، وإدارة الموظفين، واستخدام المعدات، والتنسيق عبر مراحل المشروع المختلفة. من خلال الجمع بين البيانات في الوقت الفعلي وتقنيات الأتمتة، قد تعمل الأنظمة الذكية على تبسيط العديد من الأنشطة، وتقليل النفقات وتعزيز تنسيق المهام. يهدف هذا الهدف إلى تحليل ما إذا كانت مزايا الكفاءة هذه تترجم إلى تأخيرات أقل وإكمال أسرع للمشروع، مما يعود بالنفع على كل من الشركات المعنية وطموحات البنية التحتية الأوسع في المملكة العربية السعودية (Mercedes-Heredia، 2024).

4. تحليل تحديات تبني وتكامل الأنظمة الذكية

على الرغم من المزايا المحتملة للتكنولوجيا الذكية، فإن تنفيذها في صناعة البناء ليس خاليًا من العقبات. يهدف هذا الهدف إلى استكشاف العقبات التي تواجهها شركات البناء ومديري المشاريع عند السعي إلى دمج الأجهزة الذكية في عملياتهم. قد تشمل هذه العوائق النفور من التغيير التكنولوجي، ونقص التدريب أو الكفاءة الفنية، وتكاليف التنفيذ الأولية المرتفعة، والمخاوف بشأن الأمن السيبراني أو خصوصية البيانات. من خلال تحليل هذه القضايا، يهدف البحث إلى تقديم حلول عملية قد تسمح بتبني وتكامل أسرع للتكنولوجيا الذكية، وضمان تحقيق وعدها بتقليل التأخير وتعزيز التوقعات بشكل كامل (Farhadi، 2024).

5. تقديم توصيات لتحسين استخدام الأنظمة الذكية

بناءً على البحث والاستنتاجات من الدراسة، يهدف هذا الهدف إلى تقديم نصائح عملية قائمة على الأدلة لشركات البناء ومديري المشاريع وصناع السياسات في المملكة العربية السعودية حول كيفية تعظيم استخدام التكنولوجيا الذكية. وستركز هذه المقترحات على التكتيكات اللازمة للتنفيذ الناجح، مثل الاستثمار في تدريب القوى العاملة، والتغلب على القيود المالية والتكنولوجية، ودمج التقنيات الذكية مع تقنيات إدارة المشاريع الحالية. والهدف النهائي هو تقديم رؤى قابلة للتنفيذ تساعد في تحسين مزايا التقنيات الذكية، وزيادة دقة التنبؤات الزمنية، وتقليل التأخيرات، وتعزيز الأداء العام لمشاريع البناء والبنية التحتية في جميع أنحاء المملكة.

تساؤلات الدراسة:

• السؤال الرئيسي

كيف يمكن للأنظمة الذكية تحسين دقة التنبؤات الزمنية وتقليل التأخيرات في مشاريع البناء و البنية التحتية في المملكة العربية السعودية؟

• الأسئلة الفرعية

1. كيف يمكن للأنظمة الذكية زيادة دقة التنبؤات الزمنية في مشاريع البناء؟
2. كيف يمكن للأنظمة الذكية المساعدة في تخفيف الأسباب المؤدية إلى التأخيرات في مشاريع البناء والبنية التحتية؟
3. كيف يمكن للأنظمة الذكية تعزيز كفاءة المشروع بشكل عام، بما في ذلك إدارة الموارد و الجدولة؟
4. كيف تؤثر القضايا المرتبطة بتبني ودمج التقنيات الذكية على فعاليتها في تقليل التأخيرات؟
5. كيف يمكن لمنظمات البناء تعظيم استخدام التكنولوجيا الذكية لإنجاز المشاريع في الوقت المناسب؟

فروض الدراسة:

• الفرضية الرئيسية

إن تطبيق الأنظمة الذكية يحسن بشكل كبير من دقة التنبؤات الزمنية ويقلل من التأخيرات في مشاريع البناء والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية.

• الفرضيات الفرعية

1. استخدام التكنولوجيا الذكية يعزز من دقة التنبؤات الزمنية.

تقترح هذه الفرضية أن الأنظمة الذكية، من خلال تحليلات البيانات وقدرات المراقبة في الوقت الفعلي، قد تقدم تنبؤات زمنية أكثر دقة من الأساليب التقليدية. تعتمد إدارة المشاريع التقليدية عمومًا على البيانات التاريخية وإجراءات الجدولة الثابتة، والتي قد لا تأخذ في الاعتبار التغييرات الديناميكية في ظروف المشروع. في المقابل، تستخدم الأنظمة الذكية تكنولوجيا مثل الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي لتقييم البيانات في الوقت الفعلي من أنشطة المشروع المتعددة، مما يؤدي إلى تحسين دقة التنبؤ. من خلال تأكيد هذا المفهوم، يهدف البحث إلى إظهار أن الأنظمة الذكية قد تقلل إلى حد كبير من عدم اليقين في جدولة المشروع.

2. تؤدي الحلول الذكية إلى انخفاض كبير في وتيرة وطول التأخيرات في مشاريع البناء و البنية التحتية.

تزعم هذه الفرضية أن تركيب التكنولوجيا الذكية يؤدي إلى تقليل التأخيرات في مشاريع البناء. يمكن للأنظمة الذكية أن تتوقع بشكل استباقي المخاوف المحتملة، مثل انقطاع سلسلة التوريد أو نقص الموارد، وتسمح بالحلول في الوقت المناسب. على سبيل المثال، قد توفر أجهزة إنترنت الأشياء رؤية في الوقت الفعلي حول استخدام المعدات وظروف الموقع، مما يمكن مديري المشاريع من اتخاذ خيارات مدروسة لمنع التأخير. من خلال تأكيد هذه النظرية، يهدف البحث إلى إثبات كفاءة التقنيات الذكية في تسريع تنفيذ المشروع وتقليل وقت التوقف.

3. تعزيز دمج الأنظمة الذكية من كفاءة المشروع الإجمالية.

تركز هذه الفرضية على تحسينات الكفاءة التي تقدمها التكنولوجيا الذكية لإدارة المشاريع. من خلا ل الاستفادة من تحليلات البيانات والإجراءات الآلية، قد تعمل الأنظمة الذكية على تعظيم كيفية تخصيص الموارد (مثل الموظفين والمواد والمعدات) والتخطيط لها. على سبيل المثال، قد تساعد التحليلات التنبؤية المديرين في تحديد الأوقات المثالية لنشر الموارد اعتمادًا على متطلبات المشروع والمخاطر المحتملة. كما يعمل التعاون المحسن عبر مراحل المشروع المختلفة على توفير التأخير وتعزيز الإنتاجية الإجمالية. سيساعد اختبار هذه الفرضية في إثبات وجود ارتباط مباشر بين تبني التكنولوجيا الذكية وكفاءة المشروع بشكل أفضل.

4. الحواجز التي تحول دون نشر التقنيات الذكية تؤثر سلبيًا على فعاليتها في القضاء على تأخير المشاريع في صناعة البناء.

تؤكد هذه الفرضية أن الحواجز مثل الأسعار المرتفعة، والافتقار إلى المهارات الفنية، ومعارضة التغيير قد تحد من التبني الفعال للأنظمة الذكية. إذا واجهت منظمات البناء عوائق كبيرة، فقد لا تتحقق المزايا المحتملة للتقنيات الذكية في تقليل التأخير بشكل كامل. إن فهم هذه القيود أمر حيوي لابتكار طرق للتغلب عليها وضمان التكامل الفعال للتكنولوجيا. من خلال فحص هذه الفرضية، قد يقدم البحث رؤى حول المشاكل التي تحتاج الشركات إلى التغلب عليها لتحسين فعالية الأنظمة الذكية.

5. تعزيز التدريب والدعم الفعال لأعضاء القوى العاملة.

تؤكد هذه الفرضية الفرعية أن نجاح الأنظمة الذكية يعتمد بشكل كبير على قدرة القوى العاملة على التكيف مع هذه التقنيات واستغلالها. هناك حاجة إلى التدريب والمساعدة الكافية للموظفين لاستخدام التقنيات الذكية بنجاح واستغلال إمكانياتها. تهدف هذه الفرضية إلى دراسة العلاقة بين تدريب العمال والتبني الفعال للتقنيات الذكية. ومن خلال اختبار هذه الفرضية، قد يوضح البحث أن الاستثمار في تطوير الموظفين أمر بالغ الأهمية للوصول إلى الإمكانيات الكاملة للتكنولوجيات الذكية في تقليل تأخير المشاريع وزيادة دقة التنبؤ بالوقت.

الدراسات السابقة:

يواجه قطاع البناء في المملكة العربية السعودية مشاكل مختلفة، بما في ذلك تأخير المشاريع المتكرر والممتد، مما يعيق النمو. الهدف الأهداف المحددة لهذه الدراسة هي (1) تحليل العوامل التي تساهم في تأخير مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية، (2) تحديد مخاطر العوامل التي تساهم في تأخير مشاريع البناء، و (3) اقتراح استراتيجيات للحد من تأخير مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية. الطرق فحص البحث 16 ورقة لتحديد وتقديم علاجات لتأخير مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية. النتائج تم تحديد 140 عامل تأخير، سبعة منها تشكل مخاطر غير مقبولة، بما في ذلك تأخير تسليم المواد، والتأخير في الموافقة على التقديمات، ورسومات التصميم، ورسومات المتجر، و مواد العينة (اتخاذ القرارات)، والتأخيرات المتعلقة بعمل المقاولين من الباطن، والتضخم وارتفاع أسعار المواد (التغيرات في السعر)، وعدم التنسيق مع المقاولين، ونقص مواد البناء (عدم توفر المواد)، ونقص المعدات. لإنشاء نموذج جديد وأفضل، قد يستخدم تقييم المخاطر مخطط Bowtie، وتحليل السيناريو، وMRM، وMCS بمفردها أو بشكل مشترك. الاستنتاج: سيساعد هذا التقييم في وضع استراتيجيات لتحسين أداء مشاريع البناء الحالية والمستقبلية في المنطقة. وعلاوة على ذلك، قد يستخدم صناع القرار النتائج لتحسين تخصيص الموارد وزيادة نجاح مشاريع البناء (Alshammari، 2024).

تتأخر المشاريع نتيجة لممارسات إدارة مخاطر البناء غير الكافية. تؤثر متغيرات مخاطر البناء (مثل العمالة والمعدات والمواد والتصميم والمالية والإدارية) على المقاولين، مما يؤدي إلى تأخير الجدول الزمني وتجاوز التكاليف. تشمل المخاطر الرئيسية المرتبطة بمشاريع البناء في المملكة العربية السعودية جودة البناء غير الكافية والدون المستوى والريثة، والتغييرات في نطاق المشروع، والنزاعات والتخلي التام، وتجاوز التكاليف والوقت، والاختلافات غير الكافية من قبل العملاء، وافتقار المقاول إلى المهارة والخبرة لإدارة الموقع. هناك حاجة إلى مقياس صارم وموثوق به لمراجعة وتقييم مستوى إدارة المخاطر في صناعة البناء من أجل إدارة مخاطر البناء بشكل صحيح. تستخدم الدراسة الحالية إحصاءات وصفية لتقييم مستوى إدارة المخاطر في قطاع البناء بين أكبر 303 مقاولين (< 250 عاملا) في المملكة العربية السعودية. يستخدم هذا

البحث أخذ العينات العشوائية الأساسية باستخدام مقياس ليكرت من 5 نقاط. وكجزء من التحليل الأولي، تم استخدام اختبار التعدد الخطي، وتباين الطريقة المشتركة (CMV)، واختبارات التحيز غير الاستجابة. وتم اختيار مؤشرات مخاطر البناء باستخدام نهج مؤشر الأهمية النسبية (RII). وتظهر النتائج متوسط درجة إجمالي قدره 2.587 لإدارة مخاطر البناء في المملكة العربية السعودية، والتي تندرج ضمن الفئة المتوسطة. وأهم خمس متغيرات لإدارة مخاطر البناء هي عمليات التفتيش على السلامة، وتعديلات العقد بعد تقديم العطاءات، ونقل المواد، والخسائر النقدية، ومراقبة الجودة. ومن الناحية المنهجية، يعد هذا البحث هو الأول الذي يتحقق ويقيم ويحقق في مستوى إدارة المخاطر بين المقاولين في المملكة العربية السعودية. ويضع الإطار الحالي معايير لإدارة الأداء بناءً على مستوى إدارة مخاطر البناء بين المقاولين في المملكة العربية السعودية (Rehman, 2024).

تشهد المملكة العربية السعودية تأخيرات كبيرة في مشاريع التطوير. ولأن قطاع البناء في المملكة العربية السعودية قد تطور بشكل كبير على مدى العقود الثلاثة الماضية، فمن الأهمية بمكان إجراء تحقيق شامل في أسباب التأخيرات وإشراك خبراء الصناعة. تقدم هذه المقالة نظرة عامة على قطاع البناء بشكل عام، فضلاً عن صناعة البناء في المملكة العربية السعودية. بناءً على تحليل الأدبيات، تم تحديد الأسباب والعواقب الرئيسية لتأخيرات البناء. تشمل بعض العوامل الأكثر شيوعاً التخطيط غير الكافي، والقضايا الإدارية، والتحديات المالية، ونقص الموظفين الأكفاء، وضعف التواصل. يوصى بأن يستخدم المشاركون المهتمون في صناعة البناء التقنيات الصحيحة لبناء خطوات استباقية للحد من تداعيات مشاريع البناء (Alajmi A., 2020).

الهدف الأساسي من دراسة (Besr, 2024) هو دراسة تأثير استخدام مبادئ إدارة الجودة الشاملة على نجاح المشاريع الرقمية في المملكة العربية السعودية. الغرض من الدراسة هو فهم أفضل لكيفية إضافة إدارة الجودة الشاملة إلى نجاح المشاريع الرقمية وأدائها. استخدم البحث أسلوباً تحليلياً وصفيّاً، وتم استخدام استبيان لجمع البيانات. تسلط النتائج الضوء على أهمية دمج مفاهيم إدارة الجودة الشاملة في المشاريع الرقمية وتقديم المشورة بشأن المجالات التي قد تحتاج إلى مزيد من الاهتمام لتعزيز جودة السلع والخدمات الرقمية. وجد البحث أن استخدام مبادئ إدارة الجودة الشاملة يحسن بشكل كبير من جودة السلع والخدمات الرقمية ($R = 0.823$).

($R^2 = 0.677$). أكدت المقترحات على ضرورة: تعزيز ثقافة الجودة: يجب على المؤسسات في المملكة العربية السعودية تضمين ثقافة إدارة الجودة الشاملة في مبادراتها الرقمية، مع التركيز على تعزيز عمليات صنع القرار. أيضاً، الاستثمار في تنمية المهارات: تخصيص الموارد المناسبة لمساعدة فرق العمل على بناء قدراتهم في التقنيات الرقمية وإدارة الجودة.

لقد تم الإشادة بالبناء الذكي كطريقة مبتكرة لتحقيق خطة التنمية المستدامة لكل دولة من خلال بناء وتشغيل مشاريع البنية التحتية العامة مثل القطارات الخفيفة والمستشفيات والمدارس، و المطارات، ومراكز الترفيه، وغيرها. في عصر الثورة الصناعية الرابعة هذا، يستخدم البناء الذكي تكنولوجيا مبتكرة تعتمد على البيانات مثل أجهزة الاستشعار والتوائم الرقمية والذكاء الاصطناعي لزيادة الكفاءة التشغيلية وتقليل التأخير والتكاليف وضمان إكمال مشاريع البنية التحتية في الموعد المحدد. يساعد البناء الذكي أيضاً في ترقية البنية التحتية الحالية وجعلها أكثر قدرة على التكيف مع الظروف البيئية المتغيرة. يمكن مراقبة مشاريع البنية التحتية في الوقت الفعلي باستخدام أدوات التكنولوجيا الذكية والبيانات والتحليلات المتطورة لتحسين كفاءة العمليات و الموقع. يتيح هذا لمديري المشاريع اتخاذ خيارات مدروسة بسرعة وبشكل صحيح. علاوة على ذلك، توفر التقنيات الذكية نظرة ثاقبة طوال عمر مشاريع البنية التحتية بالكامل، من التصميم إلى البناء والصيانة والتشغيل. يسمح البناء الذكي لأصحاب المصلحة باتخاذ خيارات أفضل مستنيرة و البقاء على اطلاع دائم على تطوير المشروع من خلال معرفة كيفية ارتباط كل مرحلة وكيف تؤثر على البنية التحتية الإجمالية. لم تساهم الأدبيات الحالية إلا قليلاً في تطوير تقنيات البناء الذكية لمشاريع البنية التحتية العامة. إن التطبيق المحدود للتكنولوجيات ذات الأولوية العالية في تطوير البنية التحتية العامة، وخاصة في الجنوب العالمي، يتطلب دراسة مكثفة وحلول عملية لتحويل مشاريع البنية التحتية العامة الحالية إلى بنى تحتية أكثر قوة ومدفوعة بالتكنولوجيا. في هذا العدد الخاص، نطلب تقديم مخطوطات بحثية عالية الجودة وأصلية، تركز على تطبيق تقنيات البناء الذكية مثل الذكاء الاصطناعي ونمذجة معلومات البناء (BIM) وإنترنت الأشياء (IoT) والروبوتات والتوائم الرقمية والطائرات بدون طيار والتصوير المتقدم والتعاون القائم على السحابة والواقع المعزز (AR) والواقع الافتراضي (VR) وتكنولوجيا الجيل الخامس في فهم ونمذجة وتنفيذ البنية التحتية. مجالات البحث: تطوير البنية التحتية والذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي البناء الذكي. نمذجة معلومات البناء (BIM) إنترنت الأشياء (IoT) التوائم الرقمية الروبوتات

والطائرات بدون طيار والتصوير المتطور. التعاون القائم على السحابة والواقع المعزز (AR) و الواقع الافتراضي (VR) وتقنيات الجيل الخامس ومشاريع البنية التحتية للشراكة بين القطاعين العام والخاص (Akomea-Frimpong، 2024).

في السنوات الأخيرة، كان تقييم استدامة البنية التحتية للنقل في المملكة العربية السعودية من الأولويات. والهدف من هذه الدراسة هو تقييم استدامة مشاريع البنية التحتية للنقل في المملكة العربية السعودية. ويتمثل هدفها بشكل خاص في دراسة عواقب هذه الأنشطة على البيئة و المجتمع والاقتصاد، مع التركيز على فوائدها وعيوبها، فضلاً عن مجالات التحسين المحتملة. و الهدف الأساسي من هذه المراجعة هو تقديم تحليل وتوصيات جادة لتعزيز تطوير البنية التحتية للنقل في المملكة العربية السعودية. استخدم البحث استبياناً بمقياس ليكرت ل- 197 محترفاً سعودياً. تم استخدام اختبار ألفا كرونباخ لتحديد مدى صحة المسح. وعلاوة على ذلك، تم إجراء التحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS 25 واختبار ارتباط سبيرمان لتقييم سلوك المستجيبين للاستطلاع. يوفر التحليل منصة لتطوير الاستراتيجيات والسياسات لتشجيع ممارسات النقل المستدامة في المملكة العربية السعودية. قد تفيد نتائج الدراسة التخطيط الناجح والسياسات التي تعزز الاستدامة والحفاظ على البيئة والدعم العام. قد يساعد التركيز على هذه الأهداف في تحسين شبكات النقل وتقليل التأثيرات البيئية وتحسين إجراءات البناء وضمان سلامة العمال والعامّة. ومن خلال اعتماد البنية التحتية للنقل المستدام وإعطاء الأولوية للنتائج المرجوة، قد تستفيد الأجيال الحالية والمستقبلية في المملكة العربية السعودية من نظام نقل طويل الأمد وفعال وحساس للبيئة (Alghuson، 2023).

المنطلقات النظرية للدراسة:

إن الأسس النظرية لهذا البحث تعطي إطاراً لتحليل العلاقة بين التقنيات الذكية وتأثيرها على التنبؤ بالوقت وتأخير المشروع في مشاريع البناء والبنية التحتية. يحلّل هذا القسم العديد من الأفكار والمفاهيم التي تدفع البحث، مع التركيز على كيفية ارتباطها بدمج التكنولوجيا في إدارة المشاريع. من خلال دراسة وجهات النظر النظرية هذه، يهدف البحث إلى تطوير فهم كامل للعمليات التي تعمل من خلالها التقنيات الذكية على تعزيز كفاءة المشروع وتحسين دقة التنبؤ وتقليل التأخير في صناعة البناء. تركز النقاط التالية على الموضوعات النظرية المهمة المتعلقة

بهذه الدراسة.

• نظرية إدارة المشاريع

تتكون نظرية إدارة المشاريع من العديد من الأساليب والأطر المستخدمة لتصميم وتنفيذ والإشراف على المشاريع بكفاءة. تؤكد هذه النظرية على الحاجة إلى إجراءات وأدوات واستراتيجيات منظمة لإنجاز أهداف المشروع ضمن حدود الوقت والمال والجودة. يرتبط تكامل الأنظمة الذكية بنظرية إدارة المشاريع من خلال تقديم حلول إبداعية تعمل على تعزيز الأساليب الحالية. من خلال تبني التكنولوجيا الذكية، يمكن لمديري المشاريع الاستفادة من البيانات والتحليلات والأتمتة في الوقت الفعلي لتعزيز عملية اتخاذ القرار وتخصيص الموارد وإدارة المخاطر. يوضح هذا النهج النظري كيف يمكن للتكنولوجيا الذكية أن تحدث ثورة في أساليب إدارة المشاريع وتساعد في تحقيق نتائج أفضل في مشاريع البناء.

• نموذج قبول التكنولوجيا (TAM)

نموذج قبول التكنولوجيا (TAM) هو مفهوم شائع الاستخدام يصف كيف يتعلم الناس قبول واستخدام التكنولوجيا الجديدة. يقترح أن سهولة الاستخدام المتصورة والفائدة المتصورة تؤثر بشكل كبير على اختيارات الناس لاحتضان التكنولوجيا. في سياق هذا البحث، قد يساعد نموذج قبول التكنولوجيا في فحص المتغيرات التي تؤثر على تبني التقنيات الذكية في قطاع البناء. من خلال فهم كيفية إدراك عمال البناء لمزايا وقابلية استخدام التكنولوجيا الذكية، قد تصمم الشركات أساليب لتعزيز القبول وتشجيع التنفيذ الأوسع. يقدم هذا الأساس النظري نظرة ثاقبة للمشاكل والإمكانات المرتبطة بدمج التكنولوجيا في إدارة المشاريع.

• نظرية الأنظمة

تركز نظرية الأنظمة على فهم التفاعلات المعقدة داخل النظام، مع التأكيد على الترابط بين المكونات المتنوعة. في سياق مشاريع البناء، تسلط نظرية الأنظمة الضوء على أهمية تنسيق جوانب المشروع المتعددة، مثل الموارد وأصحاب المصلحة والإجراءات، لخلق نتائج فعالة. يمكن اعتبار الأنظمة الذكية أداة للجمع بين المكونات المختلفة وتحسينها، وتعزيز التواصل والتعاون بين فرق المشروع. من خلال الاستفادة من نظرية الأنظمة، يوضح البحث كيف يمكن للتكنولوجيا الذكية أن تفيد إدارة المشاريع من خلال تقديم منظور شامل لديناميكيات المشروع، وتعزيز الكفاءة الشاملة، وتقليل التأخيرات.

• نظرية القرار

تبحث نظرية القرار في كيفية اتخاذ الأشخاص والمنظمات للقرارات في سياقات الغموض. في إدارة مشاريع البناء، يعد اتخاذ القرار أمرًا بالغ الأهمية، حيث يجب على مديري المشاريع اجتياز العديد من المخاطر والصعوبات التي قد تؤثر على المواعيد النهائية والنتائج. توفر الأنظمة الذكية أدوات مهمة لاتخاذ القرارات القائمة على البيانات، مما يسمح لمديري المشاريع بفحص كميات هائلة من المعلومات وتطوير رؤى تشكل قراراتهم. من خلال دمج نظرية القرار في الدراسة، قد يحلل البحث كيف تزيد التقنيات الذكية من عمليات اتخاذ القرار، مما يؤدي في النهاية إلى توقعات زمنية أكثر دقة وتأخيرات أقل في المشروع.

• نظرية إدارة المخاطر

تنطوي نظرية إدارة المخاطر على تحديد وتقييم وتخفيف المخاطر داخل المشاريع. في قطاع البناء، غالبًا ما تحدث التأخيرات نتيجة لمخاطر غير متوقعة، مثل تجاوز الميزانية، أو نقص الموارد، أو مشاكل السلامة. قد تزيد التقنيات الذكية بشكل كبير من أساليب إدارة المخاطر من خلال تقديم مراقبة في الوقت الفعلي وتحليلات تنبؤية تساعد مديري المشاريع على توقع وحل المخاوف المحتملة قبل ظهورها. يتيح هذا الإطار النظري تحليل الدراسة لكيفية دمج التكنولوجيا الذكية في إدارة المشاريع مما قد يؤدي إلى تكتيكات إدارة مخاطر أكثر استباقية، مما يؤدي إلى مواعيد نهائية ونتائج أفضل للمشروع.

• نظرية أنظمة المعلومات

تبحث نظرية أنظمة المعلومات في كيفية تطبيق تكنولوجيا المعلومات لدعم أهداف الشركات وتعزيز الكفاءة. في مجال البناء، يعد الاستخدام السليم لتكنولوجيا المعلومات أمراً حيوياً لإدارة بيانات المشروع، والاتصال، والتعاون بين أصحاب المصلحة. تمثل الأنظمة الذكية تطوراً في تكنولوجيا المعلومات، حيث توفر قدرات متزايدة لدمج البيانات وتحليلها وتصورها. من خلال الاستفادة من نظرية أنظمة المعلومات، قد يحل البحث كيف يعمل نشر التكنولوجيا الذكية على تعديل ممارسات إدارة المعلومات في مشاريع البناء، مما يؤدي إلى تحسين التنبؤ بالوقت، وزيادة تنسيق المشروع، وتقليل التأخيرات.

المنهجية وطرق البحث:

يوضح هذا القسم نهج الدراسة والمنهجيات المتبعة لفحص تأثير التقنيات الذكية على تحسين التنبؤات الزمنية وتقليل التأخيرات في مشاريع البناء والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية. سيتم استخدام منهجية كاملة تتضمن منهجيات البحث الكمية والنوعية لضمان قوة الدراسة وصلاحيتها.

• الاستبيانات

سيتم إنشاء الاستبيانات كأداة رئيسية لجمع البيانات لهذا المشروع. سيتم تطويرها للحصول على بيانات كمية من المشاركين، بما في ذلك مديري المشاريع والمهندسين وأصحاب المصلحة الآخرين في قطاع البناء. سيتكون الاستبيان من أسئلة منظمة تقيس تصورات الأنظمة الذكية وفعاليتها في تحسين تقديرات الوقت ومشاركتها في تقليل التأخيرات. ستغطي الأسئلة مجالات مختلفة، مثل تكرار استخدام النظام الذكي والمزايا الملموسة لهذه التقنيات والمشاكل التي واجهتها أثناء النشر. من خلال استخدام مقاييس ليكرت وأشكال الاختيار من متعدد، سييسر الاستبيان جمع البيانات القابلة للقياس والتي يمكن فحصها إحصائياً.

• تحليل البيانات الكمية

سيتم فحص البيانات الكمية التي تم الحصول عليها من المسوحات باستخدام التقنيات الإحصائية. سيتم تطبيق الإحصاءات الوصفية لوصف المعلومات الديموغرافية للمستجيبين وانطباعاتهم العامة عن الأنظمة الذكية. سيتم استخدام الإحصاءات الاستدلالية، مثل اختبارات t أو تحليل التباين، لتحليل الاختلافات في التصورات اعتماداً على الخصائص بما في ذلك مستوى الخبرة وحجم المشروع ونوع التكنولوجيا المستخدمة. بالإضافة إلى ذلك، سيحلل تحليل الارتباط الارتباطات بين نشر التكنولوجيا الذكية والدقة في التنبؤ بالوقت ومعدل تأخير المشروع. سيوفر هذا التحليل الكمي فهماً كاملاً للاتجاهات والأنماط المرتبطة بأهداف الدراسة.

• نمذجة البيانات

سيتم تطبيق نمذجة البيانات لإنتاج تمثيل منظم للمتغيرات المشاركة في التحقيق. ستستلزم هذه الطريقة تحديد الارتباطات بين المتغير المستقل (الأنظمة الذكية) والمتغيرات التابعة (دقة التنبؤ بالوقت وتأخير المشروع). سيتم تطبيق أدوات النمذجة المختلفة، مثل تحليل الانحدار، لتحليل كيفية تأثير الأنظمة الذكية على هذه النتائج. من خلال بناء نماذج تنبؤية، يمكن للبحث قياس تأثير التقنيات الذكية المختلفة على معايير أداء المشروع. يمكن أن تساعد نمذجة البيانات أيضاً في الكشف عن الجوانب الحاسمة التي تساهم في التنفيذ الفعال والنتائج، مما يوفر رؤى مفيدة لمحترفي البناء.

• التحليل الفعال

سوف يستلزم التحليل الفعال تقييماً شاملاً للبيانات التي تم جمعها والاستنتاجات التي تم الحصول عليها من الاختبارات والنماذج الإحصائية. سوف يستلزم هذا النهج تفسير النتائج فيما يتعلق بأسئلة الدراسة والفرضيات. بالإضافة إلى ذلك، سوف يستلزم التحليل الناجح اكتشاف الاتجاهات والأنماط والارتباطات الرئيسية داخل البيانات. سيتم وضع النتائج في سياق الأدبيات الحالية حول الأنظمة الذكية وإدارة البناء، مما يسمح بمقارنة النتائج بالدراسات السابقة. سيساعد هذا التحليل الشامل في تأكيد افتراضات الدراسة وإعطاء اقتراحات ذات مغزى للممارسين في قطاع البناء.

• التحليل المتعدد المتغيرات

سيتم إجراء التحليل المتعدد المتغيرات لدراسة الارتباطات بين العديد من المتغيرات في وقت واحد. ستمكن هذه التقنية البحث من تحليل عدد المتغيرات، مثل نوع التكنولوجيا الذكية المستخدمة، وتعقيد المشروع، وخبرة الفريق، التي تؤثر بشكل مشترك على دقة التنبؤ بالوقت وتأخير المشروع. سيتم تطبيق تقنيات مثل تحليل العوامل ونمذجة المعادلات البنيوية (SEM) للعثور على الارتباطات والأنماط الأساسية داخل البيانات. من خلال تطبيق التحليل المتعدد المتغيرات، يهدف البحث إلى تقديم معرفة شاملة بالعناصر التي تحدد نجاح التقنيات الذكية في إدارة مشاريع البناء، ودعم اتخاذ القرارات المستنيرة بشكل أفضل لأصحاب المصلحة في الصناعة.

أدوات الدراسة:

يغطي هذا القسم تقنيات البحث التي سيتم نشرها لجمع البيانات لفحص تأثير الأنظمة الذكية على تحسين التنبؤات الزمنية وتقليل التأخيرات في مشاريع البناء والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية. سيتم تطبيق مزيج من الاستبيانات والمقابلات الشخصية وتحليل الوثائق لضمان جمع البيانات بالكامل وتأكيد النتائج.

• الاستبيانات

ستعمل الاستبيانات كطريقة رئيسية لجمع البيانات الكمية في هذا المشروع. سيتم تنظيمها لجمع المدخلات من مجموعة واسعة من المشاركين، بما في ذلك مديري المشاريع والمهندسين ومتخصصي البناء. سيتكون الاستبيان من أجزاء متعددة تهدف إلى فحص معرفة المستجيبين بالأنظمة الذكية ومزاياها المتصورة والمشاكل التي واجهتهم أثناء النشر. سيتم تقديم الأسئلة باستخدام مقاييس ليكرت لتقييم وجهات النظر والآراء كمياً، جنباً إلى جنب مع أسئلة الاختيار من متعدد للحصول على معلومات ديموغرافية معينة. من خلال نشر الاستطلاعات عبر الإنترنت وفي المطبوعات، يهدف المشروع إلى زيادة معدلات الاستجابة والحصول على عينة متنوعة من الأفكار ، مما يسمح بتحليل إحصائي قوي.

● المقابلات الشخصية

ستتم المقابلات الشخصية لجمع رؤى نوعية حول تجارب ومواقف المهنيين في مجال البناء فيما يتعلق بالأنظمة الذكية. ستمكن هذه المقابلات شبه المنظمة المشاركين من التعبير عن أفكارهم بمزيد من التفصيل، وإضافة السياق والدقة التي قد لا تنقلها البيانات الكمية وحدها. ستتناول المقابلات قضايا مثل العقبات الخاصة التي واجهتها أثناء تركيب التقنيات الذكية، وقصص النجاح، والتأثير الإجمالي على نتائج المشروع. من خلال تبني الأسئلة المفتوحة، ستمكن المقابلات المشاركين من التعليق على تجاربهم وإعطاء بيانات وصفية غنية. ستكمل هذه الطريقة النوعية البيانات الكمية من المسوحات، مما يعزز الفهم العام لقضية البحث.

● تحليل المستندات

سيتم تطبيق تحليل المستندات لتحليل المستندات والمواد الموجودة المرتبطة بمشاريع البناء التي تبنت التكنولوجيا الذكية. قد يشمل هذا تقارير المشروع، وبيانات الأداء، وأوراق العقد، والاتصالات الداخلية. من خلال تقييم هذه الأوراق، قد يحصل البحث على بيانات موضوعية حول جداول المشروع، والالتزام بالميزانية، وتنفيذ التكنولوجيا الذكية في الممارسة العملية. يمكن أن يساعد هذا البحث في اكتشاف الأنماط والصلات بين تبني التقنيات الذكية ومقاييس نجاح المشروع، مما يوفر منظوراً تاريخياً حول فائدتها. كما سيساعد تحليل المستندات في تحديد البيانات من المسوحات والمقابلات، مما يوفر معرفة شاملة بتأثير التقنيات الذكية على مشاريع البناء.

حدود الدراسة:

● الحدود البشرية

تركز الحدود البشرية لهذه الدراسة على الأشخاص المشاركين في التحقيق. ويتألف السوق المستهدف من مديري المشاريع والمهندسين والمعماريين وغيرهم من المهنيين الذين يعملون بنشاط في قطاعي البناء والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية. وسوف يركز معيار الاختيار على أولئك الذين لديهم خبرة مباشرة في تطوير أو الاستفادة من التقنيات الذكية في مبادراتهم. وهذا يشمل كل من مؤسسات القطاع الخاص والمؤسسات الحكومية، مما يوفر طيفاً

متنوعاً من الآراء. ومن خلال تقييد مجموعة المشاركين بالأشخاص المشاركين بشكل مباشر في المشاريع ذات الصلة، يهدف البحث إلى جمع رؤى مستنيرة حول فعالية التقنيات الذكية وتأثيراتها المتصورة على التنبؤ بالوقت وتأخير المشروع.

• الحدود الزمنية

تتعلق الحدود الزمنية للبحث بالنطاق الزمني الدقيق الذي سيتم خلاله جمع البيانات وتقييمها. وسترکز الدراسة على المشاريع التي تم إطلاقها أو الانتهاء منها خلال السنوات الخمس السابقة، مما يضمن أن تمثل النتائج أحدث التقنيات والتكنولوجيا في قطاع البناء. ويسمح هذا النطاق الزمني بتحليل الاختراقات الحالية في التكنولوجيا الذكية وقبولها في صناعة البناء السعودية. بالإضافة إلى ذلك، سوف يقوم البحث بتحليل تأثير العديد من المتغيرات الخارجية، مثل الظروف الاقتصادية، والاختراقات التكنولوجية، والتغيرات التنظيمية، التي ربما أثرت على نتائج المشروع خلال هذه الحقبة. من خلال تحديد حدود زمنية دقيقة، يسعى البحث إلى الحفاظ على الصلة و الصواب السياقي في نتائجه.

• الحدود المكانية

يتم تحديد الحدود المادية للبحث من خلال التركيز الجغرافي على المملكة العربية السعودية. وهذا يشمل العديد من المواقع في جميع أنحاء البلاد، والتي تمتد إلى مشاريع البناء الحضرية و الريفية. ستحاول الدراسة تغطية مجموعة واسعة من أنواع المباني، مثل المشاريع السكنية و التجارية والبنية التحتية، لضمان المعرفة الكاملة بتنفيذات النظام الذكي عبر سياقات متعددة. من خلال التركيز على الصعوبات والإمكانيات الخاصة المتأصلة في قطاع البناء السعودي، يعتزم البحث تقديم استنتاجات قابلة للتطبيق بشكل فريد على المنطقة. بالإضافة إلى ذلك، سيتم تقييم أي اختلافات في تبني التقنيات الذكية اعتماداً على الاعتبارات الجغرافية، مثل الموقع والموارد المتاحة، لتقديم تقييم شامل لتأثيرها على إدارة المشاريع في المملكة العربية السعودية.

1. Ahmad, T. (2021). Using the internet of things in smart energy systems and networks. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670721000755>
2. Akomea-Frimpong, I. (2024). Smart Construction in Infrastructure Project Development. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/378936153_Smart_Construction_in_Infrastructure_Project_Development
3. Alajmi, A. M. (2020). A Review on Significant Factors Causing Delays in Saudi Arabia Construction Projects. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/364706658_A_Review_on_Significant_Factors_Causing_Delays_in_Saudi_Arabia_Construction_Projects
4. Alajmi, M. (2023). The determinants of smart government systems adoption by public sector organizations in Saudi Arabia. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/374126902_The_determinants_of_smart_government_systems_adoption_by_public_sector_organizations_in_Saudi_Arabia
5. Albashrawi, S. (2022). Quality Infrastructure of Saudi Arabia and Its Importance for Vision 2030. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/358041640_Quality_Infrastructure_of_Saudi_Arabia_and_Its_Importance_for_Vision_2030
6. Alghuson, M. (2023). Exploring the Transport Infrastructure Sustainability Performance: An Investigation of the Transportation Projects in Saudi Arabia. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/374219951_Exploring_the_Transport_Infrastructure_Sustainability_Performance_An_Investigation_of_the_Transportation_Projects_in_Saudi_Arabia
7. Aljohani, A. a. (2023). Predictive Analytics and Machine Learning for Real-Time Supply Chain Risk Mitigation and Agility. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/374849416_Predictive_Analytics_and_Machine_Learning_for_Real-Time_Supply_Chain_Risk_Mitigation_and_Agility
8. Alotaibi, B. S. (2024). Enhancing Najran's sustainable smart city development in the face of urbanization challenges in Saudi- Arabia. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/381399865_Enhancing_Najran's_sustainable_smart_city_development_in_the_face_of_urbanization_challenges_in_Saudi-Arabia
9. Alsehaimi, A. (2024). Building a sustainable future: BIM's role in construction, logistics, and supply chain management. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447924004842>
10. Alshammari, A. (2024). A Comprehensive Review of the Factors and Strategies to Mitigate Construction Projects Delays in Saudi Arabia. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/383481401_A_Comprehensive_Review_of_the_Factors_and_Strategies_to_Mitigate_Construction_Projects_Delays_in_Saudi_Arabia

11. Alshehhi, H. S. (2024). The Impact Of Risk Management On The Performance Of Construction Projects. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/380678836_The_Impact_Of_Risk_Management_On_The_Performance_Of_Construction_Projects
12. Babashahi, L. (2024). AI in the Workplace: A Systematic Review of Skill Transformation in the Industry. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2076-3387/14/6/127>
13. Baduge, S. K. (2022). Artificial intelligence and smart vision for building and construction 4.0: Machine and deep learning methods and applications. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580522003132>
14. Bassey, L. (2023). Sustainable Materials and Construction Practices in Industrial Buildings. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/375495465_Sustainable_Materials_and_Construction_Practices_in_Industrial_Buildings
15. Benti, N. E. (2023). Forecasting Renewable Energy Generation with Machine Learning and Deep Learning: Current Advances and Future Prospects. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/9/7087>
16. Besr, R. (2024). The Impact of Total Quality Management on Digital Projects in the Kingdom of Saudi Arabia. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/383203223_The_Impact_of_Total_Quality_Management_on_Digital_Projects_in_the_Kingdom_of_Saudi_Arabia
17. Brahimi, T. (2024). Innovation, Leadership, and Education: How Effat University is Paving the Way for Vision 2030. Retrieved from <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/978-1-83753-536-120241011/full/html>
18. Ejidike, C. C. (2023). Benefits of adopting smart building technologies in building construction of developing countries: review of literature. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/366984732_Benefits_of_adopting_smart_building_technologies_in_building_construction_of_developing_countries_review_of_literature
19. Farag, A. A. (2019). Smart city vision and practices across the Kingdom of Saudi Arabia—a review. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/333973427_Smart_city_vision_and_practices_across_the_Kingdom_of_Saudi_Arabia-a_review
20. Farhadi, F. (2024). Challenges and Solutions in Smart Construction Adaptation; 2024 Review. Retrieved from <https://neuroject.com/challenges-and-solutions-in-smart-construction/>
21. Gurgun, A. P. (2022). Exploring the adoption of technology against delays in construction projects. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/365442584_Exploring_the_adoption_of_technology_against_delays_in_construction_projects

22. Latif, M. (2023). Analyzing the Key Factors Contributing to Project Delays in the Construction Industry: A Comprehensive Study. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/374423989_Analyzing_the_Key_Factors_Contributing_to_Project_Delays_in_the_Construction_Industry_A_Comprehensive_Study
23. Li, L. (2022). Reskilling and Upskilling the Future-ready Workforce for Industry 4.0 and Beyond. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9278314/>
24. Long, L. D. (2023). An AI-driven model for predicting and optimizing energy-efficient building envelopes. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016823007251>
25. Mani, Z. A. (2023). Adapting Disaster Preparedness Strategies to Changing Climate Patterns in Saudi Arabia: A Rapid Review. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/19/14279>
26. Mercedes-Heredia, M. (2024). How Does Smart Technology Improve Energy Efficiency and Control? Retrieved from <https://www.glaciergrid.com/resources/technical-guides/smart-technology>
27. Minois, N. (2023). The Importance of Communication in Project Management. Retrieved from <https://instituteprojectmanagement.com/blog/the-crucial-role-of-communication-in-project-management/>
28. Nabeel, M. Z. (2024). AI-Enhanced Project Management Systems for Optimizing Resource Allocation and Risk Mitigation: Leveraging Big Data Analysis to Predict Project Outcomes and Improve Decision-Making Processes in Complex Projects. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/384799510_AI-Enhanced_Project_Management_Systems_for_Optimizing_Resource_Allocation_and_Risk_Mitigation_Leveraging_Big_Data_Analysis_to_Predict_Project_Outcomes_and_Improve_Decision-Making_Processes_in_Complex
29. Nilimaa, J. (2023). Smart materials and technologies for sustainable concrete construction. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666165923000595>
30. Rehman, M. A. (2024). Risk-Level Assessment of Construction Risk Management Among the Kingdom of Saudi Arabia Contractors. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/377045833_Risk-Level_Assessment_of_Construction_Risk_Management_Among_the_Kingdom_of_Saudi_Arabia_Contractors
31. Schuldt, S. J. (2021). Weather-Related Construction Delays in a Changing Climate: A Systematic State-of-the-Art Review. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/5/2861>
32. Senjak, M. (2023). https://www.researchgate.net/publication/375495465_Sustainable_Materials_and_Cons

truction_Practices_in_Industrial_Buildings. Retrieved from
[https://www.researchgate.net/publication/372328117_IMPROVING_CONSTRUCTION_P
ROJECTS_AND_REDUCING_RISK_BY_USING_ARTIFICIAL_INTELLIGENCE](https://www.researchgate.net/publication/372328117_IMPROVING_CONSTRUCTION_PROJECTS_AND_REDUCING_RISK_BY_USING_ARTIFICIAL_INTELLIGENCE)

33. Soori, M. (2023). Internet of things for smart factories in industry 4.0, a review. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667345223000275>
34. Wang, Y. (2024). A hybrid building information modeling and collaboration platform for automation system in smart construction. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016824000115>
35. Watt, A. (2023). Framework for Project Management. Retrieved from <https://opentextbc.ca/projectmanagement/chapter/chapter-4-framework-for-project-management-project-management/>
36. Yap, J. B. (2022). Barriers to the adoption of new safety technologies in construction: a developing country context. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/357843015_BARRIERS_TO_THE_ADOPTION_
OF_NEW_SAFETY_TECHNOLOGIES_IN_CONSTRUCTION_A_DEVELOPING_COUNTRY_CO
NTEXT](https://www.researchgate.net/publication/357843015_BARRIERS_TO_THE_ADOPTION_OF_NEW_SAFETY_TECHNOLOGIES_IN_CONSTRUCTION_A_DEVELOPING_COUNTRY_CONTEXT)

**Midocean University
Management College
Specialization master of
Project Management**



**The impact of smart systems on improving the accuracy of time
forecasts and reducing delays in construction and infrastructure projects
in the Kingdom of Saudi Arabia**

Student preparation/

**Mahmoud Taleb Alesabei
241002276**

Supervisor/

Dr.Asma Abuanzeh

**Year:
2024**