

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

إعداد الطالب/

محمود طالب حسن الإصبيعي

إشراف/

المشرف الأول /

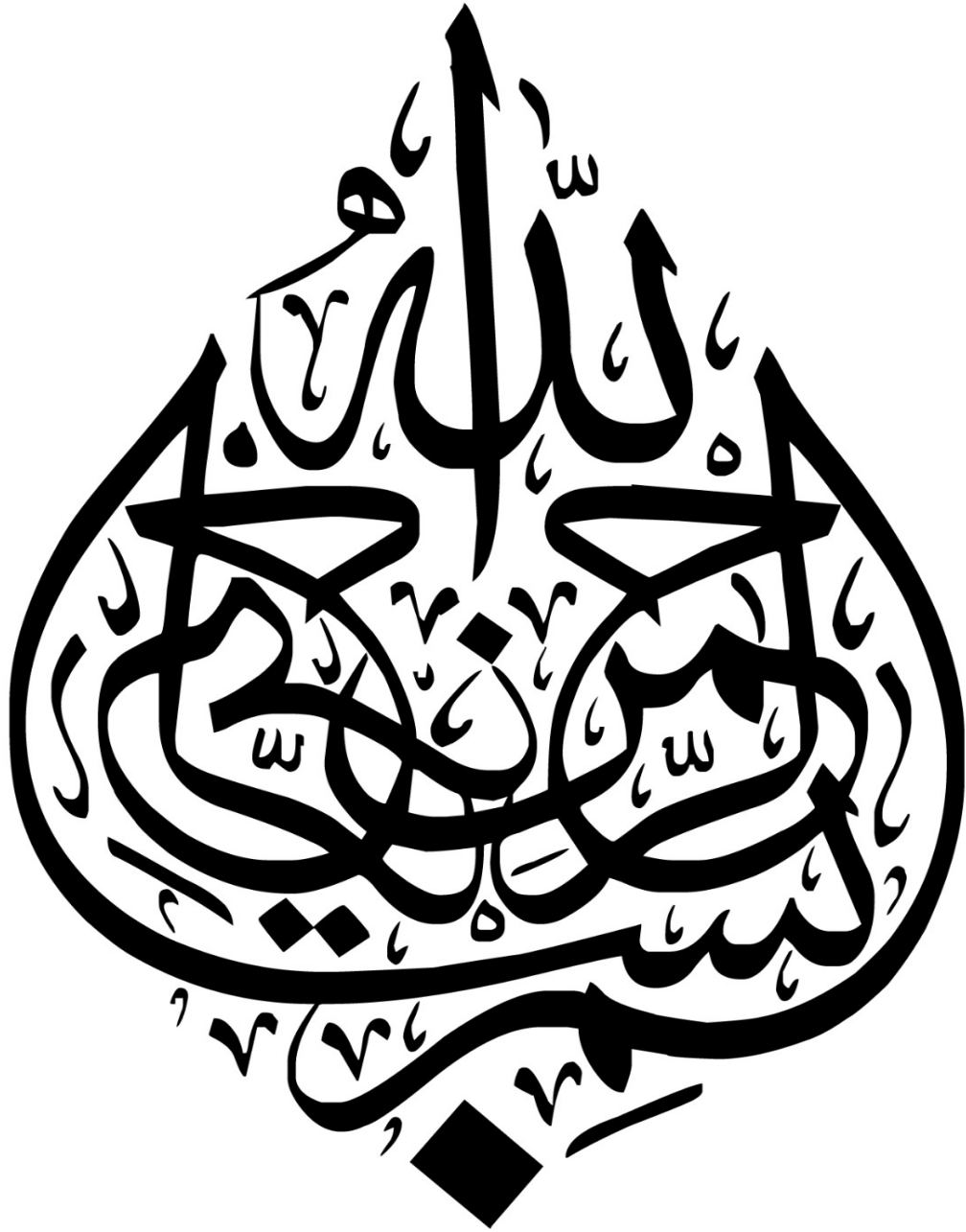
د. أسماء أبو عنزة

المشرف الثاني /

د. هدى متولي رمضان

العام الدراسي:

2024



قائمة المحتويات:

3	قائمة المحتويات:
4	قائمة الجداول:
5	قائمة الاشكال:
6	المستخلص:
7	الفصل الأول
8	المقدمة:
12	مشكلة الدراسة:
14	أهداف الدراسة:
16	أهمية الدراسة:
20	تساؤلات الدراسة:
20	فرضيات الدراسة:
22	النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث
25	الفصل الثاني: دراسات السابقة
26	المقدمة
27	متغيرات الدراسة
28	الدراسات السابقة
366	الإطار النظري
38	الفصل الثالث: منهجية الدراسة
39	المقدمة
40	المنهجية وطرق البحث:
41	مجتمع البحث:
42	خطوات جمع البيانات:
44	حدود البحث
455	الفصل الرابع: نتائج الدراسة
46	المقدمة
47	نتائج الدراسة:
79	التوصيات
81	المراجع
85	الملاحق
866	الاستبانة
87	Abstract

قائمة الجداول:

49	جدول 1: الوصف الإحصائي للبيانات
50	جدول 2: الوصف الاحصائي للعمر
51	جدول 3: الوصف الاحصائي للجنس
52	جدول 4: الوصف الاحصائي للدرجة العلمية للمشاركين في التجربة
53	جدول 5: الوصف الاحصائي لتعتمد شركتنا على الأنظمة الذكية لتحسين إدارة المشاريع
54	جدول 6: الوصف الاحصائي ليتم استخدام التقنيات الذكية لتتبع تقدم العمل وجدولة المهام
55	جدول 7: الوصف الاحصائي لتساهم الأنظمة الذكية في تحسين دقة التوقعات الزمنية للمشاريع
56	جدول 8: الوصف الاحصائي لتحرص الشركة على توفير الموارد التقنية اللازمة لتطبيق الأنظمة الذكية في المشاريع
57	جدول 9: الوصف الاحصائي لتساعد الأنظمة الذكية في وضع توقعات زمنية دقيقة لكل مرحلة من مراحل المشروع
58	جدول 10: الوصف الاحصائي لتمكننا التقنيات الذكية من تحديث التوقعات الزمنية بشكل مستمر وفعال
59	جدول 11: الوصف الاحصائي ليؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين دقة تقدير فترات تنفيذ المشروع
60	جدول 12: الوصف الاحصائي لتساهم الأنظمة الذكية في تحديد نقاط التأخير المحتملة والتعامل معها مسبقاً
61	جدول 13: الوصف الاحصائي لتساعد الأنظمة الذكية في تقليل التأخيرات الناتجة عن أخطاء في الجدولة
62	جدول 14: تسهم تقنيات الذكاء الصناعي في تحسين إدارة الموارد وتقليل الفجوات الزمنية
63	جدول 15: الوصف الاحصائي لتعمل الأنظمة الذكية على تحليل البيانات بسرعة لتجنب التأخيرات
64	جدول 16: المثل البياني ليؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين استجابة الفريق لتحديات المشروع وتقليل التأخيرات
65	جدول 17: الوصف الاحصائي لتواجه الشركة تحديات في دمج الأنظمة الذكية مع الأنظمة التقليدية المستخدمة
66	جدول 18: الوصف الاحصائي لاحتاج الأنظمة الذكية إلى تكلفة عالية في التطبيق والصيانة
67	جدول 19: الوصف الاحصائي لقد يكون هناك مقاومة داخل الفريق لتبني الأنظمة الذكية في تنفيذ المشاريع
68	جدول 20: يمكن أن تؤثر التعقيدات التقنية للأنظمة الذكية على سهولة استخدامها بفعالية
70	جدول 21: ملخص معالجة القضية
70	جدول 22: تحليل الموثوقية والمصادقية
73	جدول 23: اختبار كاي اسكوير لدور الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية في تحسين دقة توقعات المشروع
75	جدول 24: اختبار كاي اسكوير لدور الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية في تقليل الأخطاء البشرية للمشروع
77	جدول 25: اختبار كاي اسكوير لدور الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية في تحليل بيانات المشاريع

قائمة الاشكال:

- رسم توضيحي 1: الإطار النظري للدراسة..... 36
- رسم توضيحي 2: التمثيل البياني للعمر..... 50
- رسم توضيحي 3: التمثيل البياني للجنس..... 51
- رسم توضيحي 4: التمثيل البياني للدرجة العلمية للمشاركين في التجربة..... 52
- رسم توضيحي 5: التمثيل البياني لتعتمد شركتنا على الأنظمة الذكية لتحسين إدارة المشاريع..... 53
- رسم توضيحي 6: التمثيل البياني ليتم استخدام التقنيات الذكية لتتبع تقدم العمل وجدولة المهام..... 54
- رسم توضيحي 7: التمثيل البياني لتساهم الأنظمة الذكية في تحسين دقة التوقعات الزمنية للمشاريع..... 55
- رسم توضيحي 8: التمثيل البياني لتحرص الشركة على توفير الموارد التقنية اللازمة لتطبيق الأنظمة الذكية في المشاريع..... 56
- رسم توضيحي 9: التمثيل البياني لتساعد الأنظمة الذكية في وضع توقعات زمنية دقيقة لكل مرحلة من مراحل المشروع..... 57
- رسم توضيحي 10: التمثيل البياني لتمكننا التقنيات الذكية من تحديث التوقعات الزمنية بشكل مستمر وفعال..... 58
- رسم توضيحي 11: التمثيل البياني ليؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين دقة تقدير فترات تنفيذ المشروع..... 59
- رسم توضيحي 12: التمثيل البياني لتساهم الأنظمة الذكية في تحديد نقاط التأخير المحتملة والتعامل معها مسبقاً..... 60
- رسم توضيحي 13: التمثيل البياني لتساعد الأنظمة الذكية في تقليل التأخيرات الناتجة عن أخطاء في الجدولة..... 61
- رسم توضيحي 14: التمثيل البياني تسهم تقنيات الذكاء الصناعي في تحسين إدارة الموارد وتقليل الفجوات الزمنية..... 62
- رسم توضيحي 15: التمثيل البياني لتعمل الأنظمة الذكية على تحليل البيانات بسرعة لتجنب التأخيرات..... 63
- رسم توضيحي 16: التمثيل البياني ليؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين استجابة الفريق لتحديات المشروع وتقليل التأخيرات..... 64
- رسم توضيحي 17: التمثيل البياني لتواجه الشركة تحديات في دمج الأنظمة الذكية مع الأنظمة التقليدية المستخدمة..... 65
- رسم توضيحي 18: التمثيل البياني لحتاج الأنظمة الذكية إلى تكلفة عالية في التطبيق والصيانة..... 66
- رسم توضيحي 19: التمثيل البياني لقد يكون هناك مقاومة داخل الفريق لتبني الأنظمة الذكية في تنفيذ المشاريع..... 67
- رسم توضيحي 20: التمثيل البياني ليتمكن أن تؤثر التعقيدات التقنية للأنظمة الذكية على سهولة استخدامها بفعالية..... 68
- رسم توضيحي 21: متغيرات الدراسة..... 71
- رسم توضيحي 22: دور الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية في تحسين دقة توقعات المشروع..... 73
- رسم توضيحي 23: دور الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية في تقليل الأخطاء البشرية للمشروع..... 75
- رسم توضيحي 24: دور الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية في تحليل بيانات المشاريع..... 78

المستخلص

في المملكة العربية السعودية، تبحث هذه الدراسة في "تأثير الأنظمة الذكية على تحسين دقة التنبؤات الزمنية والحد من التأخيرات في مشاريع البناء والبنية التحتية". وقد تم استخدام عينة من 142 فردًا يمثلون مجموعة من أصحاب المصلحة في صناعة البناء في الدراسة. تهدف الدراسة إلى التحقيق في كيفية قدرة الأنظمة الذكية، مثل أدوات تحليل البيانات وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، على تقليل التأخيرات وزيادة دقة تقديرات الوقت. نظرًا لأن التقنيات الذكية تقلل من الخطأ البشري من خلال تقديم معلومات صحيحة وتحليل شامل للبيانات، فقد أظهرت النتائج وجود ارتباط إيجابي كبير بين استخدامها وتحسين دقة التنبؤ بالوقت. بالإضافة إلى ذلك، تم إثبات أن الأنظمة الذكية تعمل على تحسين التواصل بين الفريق، مما يسهل اتخاذ القرارات السريعة والمستنيرة. بناءً على هذه النتائج، تقدم الدراسة اقتراحات لتعزيز استخدام الأنظمة الذكية في مشاريع البنية التحتية والبناء في محاولة لتعزيز الكفاءة والحد من التأخيرات، مما يساعد المملكة العربية السعودية على تحقيق أهدافها الاستراتيجية وتعزيز النمو المستدام.

الفصل الأول

المقدمة:

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 والمدن 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 دوليًا، وخاصة في المملكة العربية السعودية، هي التنبؤ الصحيح بالجدول الزمنية والحد من التأخيرات (Albashrawi, 2022).

تقليديًا، اعتمدت مشاريع البناء على العمليات اليدوية والمهارات البشرية للتنبؤ بالمواعيد النهائية للمشروع وتوقع التأخيرات. ومع ذلك، تفتقر هذه المنهجيات عمومًا 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 أيضًا 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 وجديرة 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 بجدول المشروع (Benti، 2023).

على سبيل المثال، قد تقوم برامج إدارة المشاريع القائمة على الذكاء الاصطناعي بتقييم عوامل مثل تخصيص الموارد ومعدلات إنتاجية الموظفين وجدول 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 شيوعًا 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 (Alsehami، 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 (Farag، 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:

تُعد صناعات البناء والبنية الأساسية محركات أساسية للنمو الاقتصادي، ولكنها تواجه عادةً مشاكل كبيرة تتعلق بالإطار الزمني للمشروع. وفي المملكة العربية السعودية، حيث تُعد 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 الأطر 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 للأفراد 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).

أهداف الدراسة:

• الهدف الرئيسي:

دراسة تأثير الأنظمة الذكية على زيادة دقة التنبؤات الزمنية وتقليل التأخير في مشاريع البناء والبنية 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. والهدف 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.

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 والمشاكل 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 غالبًا 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.

تساؤلات الدراسة:

• السؤال الرئيسي

كيف يمكن للأنظمة الذكية تحسين دقة التنبؤات الزمنية وتقليل التأخيرات في مشاريع البناء والبنية 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 والجدولة؟
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؟

فرضيات 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 التغيرات 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 والبنية التحتية.

تزعّم 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 خلال الاستفادة من تحليلات البيانات والإجراءات الآلية، قد تعمل الأنظمة الذكية على تعظيم كفاءة 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 سلباً 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.

النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث

• 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 (Team Asana, 2024).

• 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 والإمكانيات المرتبطة بدمج التكنولوجيا في إدارة المشاريع (Marikyan, 2023).

• 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 (Münch, 2022).

• 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 (R., 2013).

• 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 أخطار 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 أمرًا حيويًا 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 يحلل 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.

الفصل الثاني: دراسات السابقة

المقدمة

تعتبر مشاريع البناء والبنية التحتية من العناصر الحيوية التي تؤثر على التنمية الاقتصادية والاجتماعية لأي دولة، وخاصة في المملكة العربية السعودية، حيث تشهد البلاد نموًا غير عادي في هذا القطاع بسبب الطلب المتزايد على مشاريع البناء. ومع ذلك، تواجه هذه المشاريع عقبات كبيرة في شكل زيادة النفقات، وتأخير الوقت، وضعف جودة التنفيذ، مما يؤثر بشدة على الجدول الزمني المتوقع والميزانية المخصصة. لذلك، تطورت ضرورة استخدام الأنظمة الذكية كأداة لزيادة دقة توقعات الوقت والقضاء على هذه التأخيرات.

تظهر الدراسات السابقة أن نشر الأنظمة الذكية، بما في ذلك الذكاء الاصطناعي وتقنيات تحليل البيانات الضخمة، قد يلعب دورًا حاسمًا في تعزيز عملية التخطيط والتنفيذ لمشاريع البناء. وقد أثبتت الأبحاث أن استخدام هذه الأنظمة يساهم في تعزيز دقة توقعات الوقت من خلال فحص البيانات السابقة والتنبؤ بالاتجاهات المستقبلية. على سبيل المثال، تتبنى العديد من المنظمات بالفعل أدوات تحليل البيانات للكشف عن العوامل التي تؤثر على تطوير المشروع، مما يساعدها على اتخاذ قرارات أفضل تعليمًا.

كما يقترح البحث أن التقنيات الذكية تساعد على تحسين كفاءة العمليات من خلال أتمتة العمليات المنتظمة وتقليل الأخطاء البشرية مما يقلل من احتمالية التأخير. وفي دراسة حديثة ثبت أن استخدام التقنيات الذكية في إدارة المشاريع أدى إلى انخفاض كبير في التأخير مما يساهم في تسريع معدلات الإنجاز وتعزيز جودة المخرجات النهائية.

في الإطار النظري لهذه الدراسة سنعتمد على نظرية إدارة المشاريع المعاصرة التي تؤكد على ضرورة دمج التكنولوجيا في جميع مراحل المشروع من التخطيط إلى التنفيذ والمراقبة. كما سنعتمد على نماذج شائعة مثل نموذج بطاقة الأداء المتوازن الذي يوفر تقييمًا شاملاً للأداء يشمل جوانب الوقت والتكلفة والجودة. ويشمل ذلك أيضًا تحليل العديد من المتغيرات مثل تأثير الأنظمة الذكية على دقة التوقعات وتكاليف المشروع ومدة التنفيذ.

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تسليط الضوء على كيفية مساهمة الأنظمة الذكية في تحقيق تحسينات كبيرة في مشاريع البناء والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية مما يعزز قدرة البلاد على تحقيق التنمية المستدامة ويعكس الاتجاهات الحديثة في استخدام التكنولوجيا في القطاعات الحيوية

متغيرات الدراسة

• المتغير التابع:

❖ تأثير الأنظمة الذكية على تحسين دقة التنبؤات الزمنية

هذا المتغير هو النتيجة أو التأثير الناتج عن تطبيق التكنولوجيا الذكية في إدارة مشاريع البناء والبنية التحتية. يتم قياس هذا التأثير من خلال تقييم دقة توقعات الوقت التي تم الحصول عليها بواسطة الأنظمة الذكية مقارنة بالطرق التقليدية. بعبارة أخرى، كيف يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي وأدوات تحليل البيانات أن تساعد في تقليل الفجوة بين التنبؤات الزمنية والواقع الفعلي. إن تحسين دقة تقديرات الوقت يعزز القدرة على إدارة المشاريع بكفاءة أكبر، مما يضيف إلى خفض التكاليف والوقت الضائع.

• المتغيرات المستقلة:

✓ تحسين دقة التوقعات: يتعلق هذا المتغير بقدرة الأنظمة الذكية على تقديم تنبؤات زمنية أكثر دقة للمراحل المختلفة للمشروع. يتضمن هذا استخدام خوارزميات التعلم الآلي ونماذج التنبؤ التي تعتمد على البيانات السابقة والحالية، مما يساعد في تحديد المواعيد النهائية بدقة أكبر. إن تحسين دقة التوقعات يعني أن أصحاب المشاريع والمستثمرين قد يتخذون أحكامًا أفضل ويرتبون الموارد بشكل أكثر فعالية.

✓ تقليل الخطأ البشري: يوضح هذا المتغير القدرة على تقليل الأخطاء الناتجة عن التفاعل البشري في إدارة المشاريع. قد تتسبب الأخطاء البشرية في تأخيرات شديدة في المشاريع، مثل سوء تقدير الوقت اللازم لأداء المهام أو ضعف التعاون بين الفرق المختلفة. باستخدام التقنيات الذكية، يمكن أتمتة العديد من الإجراءات، مما يقلل من احتمالات الخطأ البشري ويعزز كفاءة تنفيذ المشروع. وهذا بدوره يؤدي إلى تحسين الدقة في تقديرات الوقت.

✓ تحليل البيانات: يتعلق هذا المتغير بكيفية استخدام البيانات المتاحة، سواء كانت تاريخية أو حديثة، لاتخاذ خيارات متعلقة بالمشروع. يمكن أن يستلزم تحليل البيانات استخدام أدوات مثل تحليل البيانات الضخمة والذكاء

الاصطناعي لاستخلاص رؤى ذات مغزى من البيانات المتاحة. من خلال تقييم البيانات بنجاح، قد يجد مديرو المشاريع أنماطاً واتجاهات تؤثر على تطوير المشروع، مما يساعد في تحسين توقعات الوقت وتقليل الأخطاء المحتملة.

• العلاقة بين المتغيرات:

يمكن وصف العلاقة بين المتغيرات على النحو التالي: تعمل الأنظمة الذكية على زيادة دقة التنبؤات الزمنية من خلال تعزيز دقة التنبؤات، والقضاء على الأخطاء البشرية، وتقييم البيانات. تعمل هذه العوامل المختلفة بطريقة متكاملة لتعزيز قدرة الأنظمة الذكية على إنتاج تقديرات زمنية أكثر دقة وجدارة بالثقة، مما يساهم في تقليل التأخير وتعزيز فعالية مشاريع البناء والبنية التحتية.

الدراسات السابقة

في البلدان سريعة النمو مثل المملكة العربية السعودية، حيث يعد تشييد المباني والبنية الأساسية الداعمة أمراً بالغ الأهمية لتحقيق المعالم التنموية الاستراتيجية، فإن التأخير في المشاريع الرأسمالية يمكن أن يعرقل قطاعات أخرى من الاقتصاد وقد يعرقل جدول أعمال رؤية 2030. وقد بُذلت محاولات على مر السنين لدراسة أسباب تأخير مشاريع البناء، بما في ذلك تلك الموجودة في المملكة العربية السعودية. العديد من هذه الدراسات إما قديمة، أو صغيرة النطاق، أو تميل إلى استخدام البيانات النوعية في المقام الأول، ولم يركز الكثير منها على أسباب التأخير المتعلقة بالعملاء والتي تؤثر على المشاريع الحاسمة لرؤية 2030. تستكشف هذه الدراسة عوامل التأخير المتعلقة بالعملاء من حيث ارتباطها بجوانب مهمة من مشاريع البناء المكتملة مؤخراً في المملكة العربية السعودية. تطلب هذا الغرض الاستفادة من البيانات التاريخية؛ وبالتالي، تم إجراء دراسة أرشيفية لـ 37 مشروعاً عبر ثلاث وزارات منفصلة في القطاع العام. خضعت البيانات للاستخراج اليدوي والتحليل الإحصائي الوصفي واستخدام النماذج المعمول بها مثل مؤشر أداء الجدول الزمني (SPI) ومؤشر أداء التكلفة (CPI) والاستدلال (الارتباط) في الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) باستخدام معامل الارتباط التسلسلي النقطي (rpb، حيث $p > 0.05$) لاستكشاف ارتباط وتأثير خصائص المشروع على أنفسهم وعلى أسباب التأخير المرتبطة بالعميل. كشفت النتائج عن ثمانية أسباب فريدة للتأخير مرتبطة بالعميل، مع قيم SPI من 0.71 إلى 0.82، بالإضافة إلى قيم CPI تتراوح من 0.84 إلى 0.89، مما يشير إلى ضعف أداء الوقت والتكلفة في جميع المشاريع، بالإضافة إلى حجم ارتباط خصائص المشروع الرئيسية (التكلفة والمدة والوقت الإضافي

والتكلفة الإضافية) مع أسباب التأخير الثمانية المرتبطة بالعمل. إن النتائج يمكن أن تساعد العمل (السلطات) على فهم والحد من التأخيرات التي ترجع إلى صنعهم الخاص، ومن المستحسن أن يتم تطوير عوامل التأخير هذه، التي تم تحديد احتمالاتها الآن ويمكن قياس تأثيرها المحتمل مقابل خصائص المشروع الرئيسية، إلى أداة لتأثير أخطار التأخير. يمكن للمشاريع المشتركة الدولية أن تساهم بالمهارات الفنية لرؤية 2030، لكنها لا تستطيع التخفيف من التأخيرات بسبب السياسات الحكومية (Alenazi, 2022).

إن تأخيرات البناء هي مشكلة متكررة على المستوى الدولي، والمملكة العربية السعودية على بعد مسافة قصيرة من هذه التجربة. وعلى الرغم من ازدهار قطاع البناء السعودي بسبب رؤية 2030، فقد لوحظت تأخيرات كبيرة في مشاريع بناء مختلفة، مما أدى إلى نفقات مفرطة وتجاوزات للجدول الزمني. وقد توسعت الدراسات حول نمذجة معلومات البناء (BIM) مؤخرًا بسبب أهميتها الحيوية في إدارة مشاريع البناء. ومع ذلك، هناك حاجة إلى بذل المزيد من الجهود لتحديد قيمة تأثير تبني BIM باستخدام منهجيات متطورة مثل ديناميكيات النظام (SD). كما تحاول توضيح آثار BIM على المستوى الدولي لتشجيع استخدام مثل هذا النظام. استكشفت مقالات محدودة تأثير BIM بعمق باستخدام منهجيات متطورة مثل SD. وبالتالي، تم إصدار استبانة لتسعة وخمسين متخصصًا لتحديد مقدار تأثير BIM على المعلومات العشر التي تحدد أوقات تأخير المشروع الموجودة في الأدبيات. تم استخدام نتائج التحليل الإحصائي لتوليد مؤشر الأهمية النسبية لكل عامل (RII)، ومقارنتها بالنتائج التي تم الحصول عليها دون استخدام BIM، وحساب الفرق النسبي لكل عامل. تم أخذ هذه الاختلافات النسبية في الاعتبار في SD المحدث. تم استخدام الانحراف المعياري المعدل لدراسة حالة تصور مبنى أكاديمي في حرم جامعة الملك سعود. أظهرت الدراسة الرئيسية أن BIM قلل من تأخيرات مشروع البناء بنسبة 14.55٪. بالإضافة إلى ذلك، أشارت هذه الدراسة إلى أن BIM له تأثير كبير على الإدارة والإشراف غير الكافيين للموقع من قبل المقاولين، بنسبة انخفاض بلغت 17.65٪، وتأثير ضئيل على نقص خبرة المقاول والقدرات الإدارية، بنسبة 11.76٪. أشارت نتائج تحليل الانحراف المعياري إلى أن BIM له تأثير كبير على تقليل تأخيرات مشروع البناء (Antucheviciene, 2023).

إن التحدي الأساسي في مشاريع البناء هو حدوث تأخيرات زمنية، والتي لها عواقب وخيمة على كل من موقع البناء وأصحاب المصلحة فيه. تشكل هذه التأخيرات أخطارًا، مما يؤدي إلى تجاوز قيود الوقت والنفقات، وإثارة التناقض والخلافات، وحتى

التخلي عن المشاريع. لذلك، من الضروري إجراء تحليل ودراسة شاملة لتحديد الأسباب الرئيسية للتأخير في مواقع البناء. يسعى هذا البحث إلى استكشاف جميع عوامل التأخير في البناء، وجمع الأفكار من العديد من أنواع البناء الموصوفة في الأدبيات، عبر أوقات مختلفة، وفحص أسباب التأخير المتميزة والمجموعات التي شوهدت في دول مختلفة. من خلال مقابلات متعددة واستطلاعات الرأي، يسعى هذا البحث إلى تطوير قائمة كاملة من سبعين سببًا للتأخير. تم إجراء استبيانات لاستنباط وجهات نظر من لاعبي البناء، مثل مهندسي الموقع / التصميم والمقاولين والاستشاريين والمالكين، وتصنيف التأخيرات الأكثر احتمالية التي تحدث طوال مرحلة البناء في المشاريع المصرية. ثم تم استخدام الردود المجمعة لإجراء مقارنات ثنائية بين متغيرات تأخير البناء. تم تطبيق الأساليب الإحصائية، ولا سيما الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) وعملية التسلسل الهرمي التحليلي (AHP) لتصنيف احتمالية حدوث التأخير وتوحيد تقديرات عدم اليقين. بعد ذلك، تم بناء نموذج تطبيق برمجي مقترح لتقدير تأخيرات مشاريع البناء قبل التنفيذ، والاستفادة من دراسات حالة متعددة لمشاريع البناء المكتملة والمتأخرة في مصر. يخدم البرنامج المقترح غرضين أساسيين: أولاً، يتنبأ بالتأخير الزمني لمشروع معين بناءً على تحليل استبانة مسح باستخدام منهجية "SPSS & AHP". ثانياً، يدرس الأسباب المؤدية إلى تأخيرات مشاريع البناء لاكتشاف المدة الحقيقية الجديدة المتوقعة للمشروع قيد المراجعة. تم تحليل دراسات الحالة ومقارنتها بعناية، ومواءمة التأخير الفعلي مع الأسباب الفعلية مقابل النتائج المقابلة الناتجة عن دراسة نموذج البرنامج. تكشف البيانات أن غياب خبرة المالك في مواقع البناء يحتل المرتبة الأولى من حيث احتمالية الحدوث الأكثر شيوعاً لمشاريع البناء. ومن ثم فإن القضايا الأساسية التي تساهم في هذه التأخيرات تشمل الخبرة غير الكافية للمقاول مما يؤدي إلى أخطاء في العمل، وعدم وجود مهارات كافية لدى موظفي الاستشاريين في مواقع البناء، وكذلك المشاكل في التدفقات النقدية في عملية البناء من قبل المقاول (Aboelmagd, 2023).

غالبًا ما تكون المشاريع في قطاع النفط والغاز مصحوبة بتأخيرات في الجدول الزمني وتجاوز التكاليف واستياء المالكين. يعد تأخير المواد أحد العوامل التي تؤدي إلى تجاوز تكاليف المشروع والتأخير وانخفاض الإنتاجية وتدهور الجودة. يركز هذا البحث على العوامل التي تؤثر على توفر المواد للمشاريع الرأسمالية. تم اكتشاف ثلاثة وعشرين متغيراً من الأدبيات والخبراء. تم ذكر هذه المتغيرات في استطلاع رأي تم إجراؤه للخبراء في المملكة العربية السعودية في قطاع النفط والغاز. تم إجراء تصنيفين: الأول يعتمد على تأثير السبب، والثاني يعتمد على تكرار حدوث السبب المكتشف. تم تحليل الردود المجمعة باستخدام المتوسط والانحراف المعياري ومؤشر الأهمية النسبية ومؤشر التردد ومؤشر الأهمية المعدل بالتردد ومصفوفة المخاطر. أشارت

الإحصائيات إلى أن أكبر ثلاثة أسباب من حيث التكرار والأهمية هي العيوب في التصميم والوثائق التعاقدية والتقدير السيئ وتضخم أسعار المواد. تشير هذه النتائج إلى أن أصحاب المصلحة يجب أن يركزوا أكثر على إنشاء تصاميم وعقود تعاقدية عالية الجودة. علاوة على ذلك، يتم حث المقاولين على زيادة منهجيات تقدير تكاليف المواد الخاصة بهم وفحص التضخم في تكاليف المواد والتباين في تكاليف المواد بشكل جدي أثناء تطوير أسعار عطاءاتهم (Shash, 2021).

نحقق في أسباب التأخير في مشاريع تطوير الطرق في المملكة العربية السعودية. يحدد البحث أربعة أنواع رئيسية من أسباب التأخير: المتغيرات الخارجية، والعوامل المتعلقة بالمقاول، وعوامل إدارة المشروع، والعوامل البيئية. تشمل القضايا الخارجية التغيرات في القواعد والتأخير في الحصول على التراخيص والموافقات. تشمل القضايا المتعلقة بالمقاول الموارد المحدودة وتخطيط المشروع السيئ. تشمل عوامل إدارة المشروع الاتصال غير الفعال وضعف التعاون بين أصحاب المصلحة. تشمل الاعتبارات البيئية الظروف الجوية السيئة والصعوبات غير المتوقعة في الموقع. تقدم الورقة استراتيجيات مثل تحسين التنسيق، وزيادة إدارة العقود، ونهج إدارة المشاريع المتقدمة للتخفيف من أسباب التأخير هذه. تقدم النتائج رؤى مهمة للأطراف المشاركة في تطوير البنية التحتية للطرق في المملكة العربية السعودية، مما يمكنهم من تطبيق استراتيجيات لتسليم المشروع في الوقت المناسب وتحسين أداء المشروع (Abolmagd, 2023).

تعتمد المملكة العربية السعودية بشكل كبير على صناعة البناء الخاصة بها لتطوير البنية التحتية، ولكن حاجتها إلى البنية التحتية مقيدة بمستويات الإنتاجية المنخفضة وتجاوز التكاليف بسبب التأخير في إكمال المشاريع. يعد التأخير في مشاريع البناء مشكلة عالمية، حيث إن الأسباب المتعلقة بالعملاء متوطنة في مشاريع القطاع العام في المملكة العربية السعودية. لمعالجة هذه الفجوة البحثية، تدرس هذه الدراسة نهجًا جديدًا للحد من وإدارة التأخير في مشاريع البناء من خلال نمذجة معلومات البناء (BIM)، وخاصة فيما يتعلق بالقضاء على تحيز التفاؤل والحد من العواقب المترتبة على مثل هذه التأخيرات على مشاريع القطاع العام السعودي. تم تبني نهج نوعي لجمع البيانات باستخدام دراسات حالة متعددة من ثلاث منظمات في القطاع العام في المملكة العربية السعودية: وزارة التعليم (MOE)، ووزارة الصحة (MOH)، ووزارة الشؤون البلدية والقروية (MOMRA). أجريت مقابلات شبه منظمة مع 18 خبيرًا مشاركًا في هذه المشاريع للحصول على أفكارهم وتصوراتهم الحالية حول استخدام BIM لإدارة التأخير. تم وضع ست مقترحات لتوجيه البحث ونتائجه، مما يوضح الميزة التي يتمتع بها BIM على الطرق التقليدية

لإدارة التأخير في مشاريع البناء. تم تحديد خمسة عوامل تأخير حرجية مرتبطة مباشرة بعميل القطاع العام السعودي (أي الحكومة) كمرشحين يمكنهم الاستفادة بشكل مباشر من قدرات BIM: التخطيط غير الفعال وجدولة المشروع، والتغييرات أثناء البناء من قبل العميل، والتأخير في دفع التقدم، والبطء في اتخاذ القرار من قبل العميل، وضعف التواصل بين العملاء وأصحاب المصلحة الآخرين. كان من الممكن استخدام منصات التعاون القائمة على السحابة بشكل أفضل لإدارة هذه القضايا (Alenazi E. O., 2018).

على الرغم من الطفرة التي يشهدها قطاع البناء في المملكة العربية السعودية، إلا أنه لم ينفذ بعد نمذجة معلومات البناء (BIM) بشكل كامل، والتي حظيت باهتمام كبير في صناعات البناء في الولايات المتحدة والمملكة المتحدة وأستراليا. وبالتالي، فإن هدف هذا البحث هو تقديم أحدث التطورات في تنفيذ BIM في المملكة العربية السعودية، بالإضافة إلى الفوائد والقيود الملموسة من خلال دراسة حالة. تم تقديم نظرة عامة واسعة النطاق على BIM وقطاع البناء في المملكة العربية السعودية والبحث وتطبيق BIM في المملكة العربية السعودية في هذه الورقة. كما أثبت البحث الفوائد والقيود الملموسة لنشر BIM من خلال دراسة حالة لشركة AEC محلية. تم إجراء استبانة لاكتساب الدروس المستفادة من فريق BIM للمشروع التجريبي وتم فحصه بعد ذلك باستخدام تقنية RII. تشمل استنتاجات الدراسة غياب التدابير التنظيمية في المملكة العربية السعودية لفرض BIM في قطاع البناء، فضلاً عن الافتقار إلى البحوث المهمة في مجال BIM في المملكة العربية السعودية. وعلاوة على ذلك، كشفت دراسة الحالة أيضاً أن أهم فائدة لتبني BIM هي "اكتشاف المتعارضات بين التخصصات في الرسومات لتقليل الخطأ والحفاظ على نية التصميم ومراقبة الجودة وتسريع الاتصال"، في حين أن الحاجز الأكثر أهمية هو "الحاجة إلى إعادة هندسة العديد من مشاريع البناء للانتقال الناجح نحو BIM". توفر الدراسة أساساً لمزيد من البحث نحو نشر BIM في المملكة العربية السعودية وتسليط الضوء أيضاً على المزايا والتحديات المحتملة في تنفيذ BIM (Al-Yami, 2019).

تعد صناعة البناء في المملكة العربية السعودية من أهم الأعمال في الشرق الأوسط، حيث يصل الإنفاق السنوي إلى 120 مليار دولار أمريكي. وتوظف هذه الصناعة 15% من القوى العاملة وتستخدم أكثر من 14% من موارد الطاقة في البلاد. وعلى الرغم من التوسع الكبير في قطاع البناء السعودي، إلا أنه يواجه العديد من العقبات بسبب التقديم السريع للمشاريع الضخمة، مثل مشروع الخط المتضمن في مشروع نيوم، فضلاً عن مشاريع جديدة أخرى كجزء من رؤية السعودية 2030. ويمكن أن

تقتصر العقبات على ندرة العمال المدربين، وزيادة النفقات، وصراعات البناء، ونقص المواد. تهدف هذه الدراسة إلى تحليل عمليات إدارة المطالبات في ظل الممارسة القياسية ومقارنتها بحزمة BIM المقترحة كطريقة بديلة للتخفيف من صراعات البناء. والغرض من الدراسة هو تقليل الوقت اللازم لتقييم المطالبات مقابل درجة دقة قيم المطالبات. يعمل نموذج BIM المقترح على تعزيز وتبسيط عملية المطالبات من خلال الأتمتة. تقدم هذه الدراسة منهجيات مستقبلية ورجعية في تحليل التأخير في ظل مخطط معترف به. تم إجراء استبانة، ومن إجمالي 123 ممارسًا، أجاب 79. توضح البيانات الموجودة في الجداول في هذه المقالة أن هناك احتياجات وفهمًا متزايدًا لـ BIM في قطاع البناء في المملكة العربية السعودية. تشير النتائج إلى أن BIM يمكن أن يساعد في تجنب الخلافات المحتملة وكذلك خفض إجمالي تجاوزات تكلفة المشروع (Abougamil, 2024).

تقدم أنظمة التنقل الذكية حلولاً للازدحام المروري وإدارة النقل والطوارئ وسلامة الطرق. ومع ذلك، فإن نجاح التنقل الذكي يتوقف على توفر البنية التحتية للنقل الذكي. وقد حلت هذه المقالة أنظمة التنقل الذكي في ثلاث دول في منطقة آسيا والمحيط الهادئ (كوريا الجنوبية وسنغافورة واليابان) لتسليط الضوء على الأساليب الأساسية التي تقود مسارها الناجح إلى أن تصبح مدناً ذكية للدول الطموحة، مثل المملكة العربية السعودية. وقد تم تصميم إطار شامل لتقييم أنظمة التنقل الذكي في الدول الثلاث والمملكة العربية السعودية بناءً على المؤشرات الناتجة عن نظام التنقل الذكي وثلاث فئات رئيسية من خدمات النقل (الخاصة والعامة والطوارئ). وقد تم تحديد ستين مؤشرًا لأنظمة النقل الذكية من خلال مراجعة دقيقة للأدبيات وغيرها من المصادر الثانوية. شكلت الروبوتات والطائرات بدون طيار وإنترنت الأشياء وشبكة الجيل الخامس وأنفاق هايب لوب وتقنيات القيادة الذاتية جزءًا من المؤشرات في تلك الدول. يوضح التحليل أن الدول الثلاث في منطقة آسيا والمحيط الهادئ تتحرك وجهًا لوجه من حيث تطوير التنقل الذكي. وقد تنضم المملكة العربية السعودية إلى هذه الدول الأكثر ذكاءً من خلال التنمية الشاملة، والتوحيد القياسي، والسياسات التي تحركها السياسات مع الالتزامات الصريحة بالتعاون العام والتجاري والبحثي في تطوير نظام النقل الذكي الخاص بها. وعلاوة على ذلك، يجب التعامل مع الأمن السيبراني بعناية لأن معظم أنظمة التنقل الذكية تستخدم تقنيات لاسلكية وإنترنت الأشياء، والتي قد تكون عرضة للاختراق، وبالتالي تضعف سلامة النظام. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يتضمن نظام التنقل الذكي تحليلات البيانات والتعلم الآلي والذكاء الاصطناعي في تصميم ومراقبة التقييم من حيث تجربة المستخدم والقدرة على التكيف في المستقبل (Alanazi, 2023).

تهدف دراسة (Uraif, 2024) إلى تقييم المشاكل والإمكانيات المرتبطة بتوسيع البنية التحتية للرعاية الصحية في المملكة العربية السعودية من خلال تبني التكنولوجيا الذكية. تشهد صناعة الرعاية الصحية في المملكة العربية السعودية تحولات كبيرة، ويمتلك دمج التكنولوجيا الذكية القدرة على إحداث ثورة في تقديم الرعاية الصحية، وتحسين نتائج المرضى، وتعزيز تجربة الرعاية الصحية بالكامل. ومع ذلك، هناك مشاكل معينة يجب التغلب عليها من أجل الاستفادة بشكل فعال من فوائد التكنولوجيا الذكية في تطوير البنية التحتية للرعاية الصحية. تحدد هذه الورقة وتفحص هذه المشاكل مع التأكيد أيضًا على الإمكانيات التي تنتج عن نشر التكنولوجيا الذكية في قطاع الرعاية الصحية في المملكة العربية السعودية. تضيف النتائج إلى المعرفة بالحالة الحالية للبنية التحتية للرعاية الصحية في المملكة العربية السعودية وتعطي رؤى حول الاستراتيجيات والسياسات اللازمة للتغلب على العقبات وتعظيم مزايا التكنولوجيا الذكية في الرعاية الصحية.

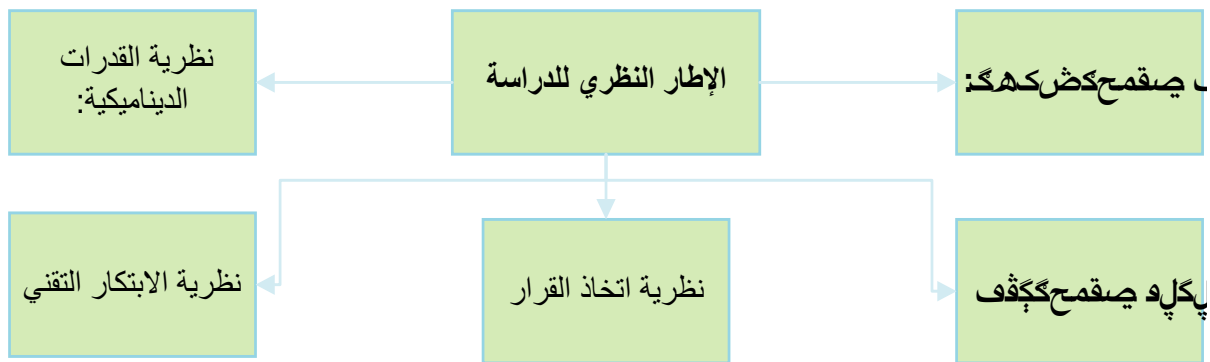
إن تقييم المخاطر أمر بالغ الأهمية للتنفيذ الفعال لمشاريع خطوط الأنابيب. في المملكة العربية السعودية، تواجه مشاريع تطوير خطوط الأنابيب بشكل روتيني تأخيرات وتجاوزات في التكاليف. تسعى هذه الدراسة إلى الكشف عن متغيرات المخاطر هذه. وبالتالي، تم جمع عوامل الخطر من الأدبيات وعرضها على أربعة متخصصين لتحديد أكثر 26 خطرًا انتشارًا لبناء خطوط الأنابيب في المملكة العربية السعودية. ثم تم فحص عوامل الخطر باستخدام استبانة لقياس درجة تأثير العوامل الستة والعشرين من قبل 135 فردًا. تم تطبيق نهج نموذج المعادلة الهيكلية الجزئية الأقل مربعا (PLS-SEM) ومؤشر الأهمية النسبية (RII) لتصنيف المكونات ذات الصلة بعد إجراء موثوقية وصلاحية تمييز بيانات الاستبانة. تشير النتائج إلى أن المتغيرات الخمسة الأولى بناءً على نموذج PLS-SEM كانت عدم التوافق بين احتياجات التنفيذ والمواصفات، والفشل المالي / الإفلاس، وانخفاض جودة مواد خطوط الأنابيب، وتسليم مواد غير صالحة، والقدرة المحدودة على التعرف على المخاطر ومراقبتها. يختلف ترتيب المكونات باستخدام نموذج PLS-SEM في تقنية RII. يرجع هذا التناقض إلى استخدام صيغة ألفا كرونباخ في التقنيتين. تحسب PLS-SEM معاملات المجموعات، بينما تحسب RII معاملات جميع المكونات. يمكن أن تساعد نتائج البحث مديري مشاريع خطوط الأنابيب في تحديد وتصنيف متغيرات المخاطر للاستفادة المثلى من الموارد المالية والبشرية المحدودة المتاحة لإدارة المخاطر (Ozmen, 2023).

إن التغيرات الفعلية في التكاليف في مشاريع البناء أمر شائع في قطاع البناء، بما في ذلك المملكة العربية السعودية. والغرض من هذه الدراسة هو بناء نموذج محاكاة للتنبؤ باختلافات تكاليف المشاريع السعودية والتي سيتم استخدامها لتقدير التكلفة الحقيقية التي تم إنفاقها عند انتهاء المشروع. كما تكشف الدراسة عما إذا كانت هناك تجاوزات في التكاليف أو وفورات من خلال فحص 10 متغيرات معترف بها لتأثير التكلفة والمخاطر. وتتضمن الدراسة نهجاً منهجياً متكاملًا لتوليد ديناميكيات النظام (SD) لتمثيل عوامل تأثير تجاوز التكاليف العشرة (COICs) في قطاع البناء في المملكة العربية السعودية. وبالتالي، يساعد نهج مختبر تجربة اتخاذ القرار والتقييم (DEMATEL) في إنشاء مخطط حلقة سببية (CLD) في مراحل نمذجة SD. بعد تنفيذ اختبارات الاتساق والاختبارات المتطرفة، يتم تأكيد النموذج من خلال نشره في دراساتي حالة (مبنى أكاديمي ومشروع بنية تحتية) في مدينة الرياض، المملكة العربية السعودية. وتوضح النتائج الرئيسية أن النموذج أنتج تخفيضات في التكاليف لدراساتي الحالة الأولى والثانية بنسبة 4.8٪ و 3.76٪ على التوالي. وقد قام العديد من المتخصصين بفحص النظام الديناميكي الذي تم إنشاؤه. ووفقاً للخبراء الذين يؤيدون النموذج القائم، فإن النهج مناسب إذا كان لدى المفاوض هامش ربح معقول. وعلى النقيض من ذلك، ذكر خبراء المعارضين أن النظام لا يزال يخلق هامش ربح على الرغم من أوامر التعديل وتأخير المشروع. والاستنتاج الرئيسي الذي أقر به الخبراء هو أن الاستراتيجية أخذت بنجاح في الاعتبار الروابط بين المكونات المساهمة. ويمكن استخدام النتائج لإنشاء إطار مفاهيمي متكامل لإدارة البناء، مما قد يؤدي إلى إطلاق مشروع سريع ومربح (AM, 2024).

يشهد قطاع البناء تحولاً جذرياً نتيجة للثورة الصناعية الرابعة (IR 4.0). ومع ذلك، فإن تطبيق تكنولوجيا IR4.0 ضروري في الاقتصادات النامية مثل المملكة العربية السعودية. لذلك، فإن هدف هذه المقالة هو إجراء تقييم للفوائد والعقبات وعوامل النجاح الحاسمة لتطبيق IR4.0 في قطاع البناء في المملكة العربية السعودية. تتألف التقنية من فحص شامل للأدبيات الموجودة والتفاعل مع خبراء البناء ذوي الخبرة في المملكة العربية السعودية باستخدام استبيانات الاستبانة. تم تقييم البيانات التي تم جمعها لاحقاً باستخدام تقنية مؤشر الأهمية النسبية وتحليل العوامل التأكيدية. كانت أهم الفوائد والعقبات ومعايير النجاح الحاسمة التي اكتشفتها هذه الدراسة هي "تحسين الاتصال والتنسيق" و "تكلفة التنفيذ (الاستثمار الأولي والصيانة)" و "الأهداف والغايات الواضحة" على التوالي. أنشأ تحليل العوامل التأكيدية نموذجاً نظرياً ليكون بمثابة منصة لتطبيق IR4.0 في قطاع البناء السعودي. يمكن تفسير القيود من حيث البيئة المحلية للبحث، وكذلك حجم العينة. وهذا يحد من إمكانية تعميم نتائج الدراسة. وهي مفيدة عملياً لقطاع البناء السعودي في المساعدة على التطبيق الناجح للتكنولوجيا من خلال اللوائح

والمبادئ التوجيهية وتوصيات أفضل الممارسات. وتزيد الدراسة من الفهم النظري لتطبيق التكنولوجيا في قطاع البناء. وستجد الاقتصادات الناشئة مثل المملكة العربية السعودية التي تسعى إلى الاستفادة من إمكانيات التكنولوجيا الرقمية أن نتائج هذا الأمر ذات أهمية بالغة (Owaimer, 2024)

الإطار النظري



رسم توضيحي 1: الإطار النظري للدراسة

• نظرية إدارة المشاريع:

تؤكد هذه النظرية على ضرورة التخطيط والتنفيذ والمراقبة الدقيقة لإدارة المشاريع بنجاح. تعتمد إدارة المشاريع الحديثة على مناهج تكنولوجية دقيقة لحساب الفترة الزمنية والموارد اللازمة، والتي تدعمها الأنظمة الذكية بنجاح. من خلال تطبيق التقنيات الذكية في إدارة المشاريع، يمكن تحقيق مكاسب كبيرة في جدولة المهام وتقليل الفجوات بين توقعات الوقت والتنفيذ الفعلي. تؤكد هذه النظرية على ضرورة الأنظمة الذكية كعنصر مهم في إجراءات إدارة المشاريع لتعزيز دقة تقديرات الوقت وتحديد الأولويات وفقاً لتغيرات المشروع ومتطلباته (Barcaui, 2023).

• نظرية الأنظمة المعقدة

تستند نظرية الأنظمة المعقدة إلى مفهوم مفاده أن المشاريع الضخمة، مثل مشاريع البناء والبنية الأساسية، تتكون من مكونات وجوانب مختلفة تتفاعل بطريقة معقدة. تشرح هذه الفكرة كيف يمكن للأنظمة الذكية أن تلعب دوراً أساسياً في فهم والتحكم

في هذه الروابط المعقدة بين الجوانب المتنوعة داخل المشروع. باستخدام تحليل البيانات الذكي، يمكن للأنظمة الذكية أن تقدم رؤى حول كيفية تداخل العمليات المتنوعة وتفاعلها، مما يزيد من دقة التنبؤات وتقليل الأخطاء البشرية من خلال التنبؤ الدقيق بالقضايا المستقبلية.

• نظرية اتخاذ القرار

تؤكد نظرية اتخاذ القرار أن جودة القرارات مرتبطة بتوفر المعلومات وتحليلها. وبفضل التقنيات الذكية، يمكن تعزيز عملية اتخاذ القرار في المشاريع من خلال تقديم بيانات دقيقة وتحليل متطور، مما يؤدي إلى تقدير أكثر فعالية لتوقعات الوقت. تشجع هذه الفكرة استخدام الذكاء الاصطناعي والأدوات التحليلية لتحسين قرارات إدارة المشاريع والحد من المخاطر المحتملة، حيث قد تساعد الأنظمة الذكية في اتخاذ قرارات استباقية بناءً على تحليل البيانات الصحيح، مما يقلل من التأخيرات المحتملة (Papagiannidis, 2023).

• نظرية الابتكار التقني

تركز هذه النظرية على فكرة أن الابتكار التقني يساهم في تحسين الأداء وتحقيق الكفاءة في العديد من الصناعات، بما في ذلك قطاعي البناء والبنية التحتية. تظهر أهمية الأنظمة الذكية كتكنولوجيا مبتكرة قد تؤدي إلى مكاسب واضحة في تقدير الوقت والتخطيط. بفضل تقنيات الذكاء الاصطناعي، يتم الجمع بين التحليل التنبئي والتقنيات الذكية لإنشاء تقديرات الوقت بشكل صحيح. وفقًا لهذه الفرضية، يساعد الابتكار التكنولوجي في تعزيز القدرة التنافسية وتقليل التكاليف والتأخير من خلال تطبيق الأنظمة الذكية في إدارة المشاريع.

• نظرية القدرات الديناميكية:

تدعم هذه النظرية الفرضية القائلة بأن الشركات الناجحة هي تلك القادرة على خلق قدرات ديناميكية تمكنها من الاستجابة للتغيرات والاضطرابات في بيئة الأعمال. تساعد الأنظمة الذكية في تعزيز هذه المهارات من خلال تقديم الأدوات اللازمة للتكيف مع التغييرات المتوقعة في جدول المشروع، مما يساعد على تقليل التأخيرات. وفقًا لهذه النظرية، يمكن للأنظمة الذكية أن تدعم المنظمات في تطوير قدر أكبر من المرونة للتكيف مع المتغيرات وظروف الطوارئ من خلال استغلال البيانات التنبؤية وتحليل الأنماط، مما يزيد من قدرة المشاريع على تلبية المواعيد النهائية ويقلل التكلفة الناتجة عن التأخيرات (Dubey, 2024).

الفصل الثالث: منهجية الدراسة

المقدمة

من أجل الحصول على فهم شامل لكيفية تأثير الأنظمة الذكية على تطور عملية إدارة المشاريع الكبيرة وتحقيق أقصى استفادة من الجداول الزمنية المخصصة، فإن منهجية البحث المستخدمة في دراسة "تأثير الأنظمة الذكية على تحسين دقة التنبؤات الزمنية وتقليل التأخيرات في مشاريع البناء والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية" تهدف إلى تحسين دقة التخطيط الزمني مع خفض نسبة التأخيرات والتكاليف المرتبطة بها. ومن المكونات الرئيسية التي تسهل التحليل الشامل للبيانات واتخاذ القرارات المستنيرة استخدام التقنيات الذكية، مثل الذكاء الاصطناعي والتحليل التنبؤي. وهذا يحسن التخطيط الزمني وكفاءة تنفيذ مرحلة المشروع.

تم استخدام المنهج التحليلي الوصفي، الذي يربط بين دور الأنظمة الذكية وتأثيرها على عملية إدارة الوقت والمخاطر، في هذه الدراسة للمساعدة في تحديد وتحليل العوامل الأساسية التي تساهم في تحسين دقة التنبؤات الزمنية وتسهيل التحكم فيها في مشاريع البنية التحتية. ومن أجل تحقيق أهداف الدراسة، سيتم استخدام مجموعة متنوعة من أدوات البحث لجمع البيانات، بما في ذلك الاستبيانات المرسلة إلى المشرفين والموظفين في صناعات مشاريع البناء والهندسة، فضلاً عن المقابلات المتعمقة مع المتخصصين في تكنولوجيا الأنظمة الذكية وإدارة المشاريع. وستسفر هذه الأساليب عن بيانات نوعية وكمية من شأنها أن تزيد من موثوقية النتائج.

ستسلط الدراسة الضوء على العلاقة بين الأنظمة الذكية وقدرتها على زيادة دقة التنبؤ بالوقت وتقليل التأخيرات من خلال تحليل البيانات باستخدام أدوات التحليل الإحصائي. تتضمن هذه الأنظمة الذكية حلولاً متطورة مثل التحليل التنبؤي والخوارزميات التي تحلل بيانات المشروع من الماضي والحاضر، والتي تساعد في تقدير الأطر الزمنية بدقة، وتوقع المشاكل المحتملة، واتخاذ تدابير استباقية لتجنب التأخير. يهدف هذا النهج إلى إعطاء فهم علمي واضح لكيفية مساعدة الأنظمة الذكية في تحسين إدارة المشاريع، وخفض التكاليف المرتبطة بالتأخيرات، وزيادة قدرة صناعة البناء في المملكة العربية السعودية على الاستفادة من التكنولوجيا الذكية لتلبية متطلبات المشاريع الكبيرة. ويؤدي هذا إلى زيادة كفاءة الوقت، وتحسين جودة المشروع، والتأثير الإيجابي على اقتصاد البلاد.

المنهجية وطرق البحث:

سوف يتم استخدام منهجية بحثية دقيقة تعتمد على المنهج التحليلي الوصفي في هذه الدراسة، والتي تتناول "تأثير الأنظمة الذكية على تحسين دقة التنبؤات الزمنية وتقليل التأخيرات في مشاريع البناء والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية"، وذلك لفهم وتقييم العلاقة بين الأنظمة الذكية وإدارة الجدول الزمني بشكل أفضل في مشاريع البناء. تسعى هذه التقنية إلى تقديم فحص شامل للطرق التي تؤثر بها الأنظمة الذكية - مثل الذكاء الاصطناعي والتحليل التنبؤي - على تحسين توقعات الوقت، والحد من التأخيرات، وتقديم إجابات عملية لقضايا الوقت المستمرة في المشاريع واسعة النطاق.

• أسلوب البحث ونوعه:

تستخدم الدراسة استراتيجية تحليلية وصفية، والتي تمكن من جمع البيانات وتحليلها لفهم الظواهر التي تتم دراستها (تأثير الأنظمة الذكية على دقة التنبؤ بالوقت). من خلال تتبع وتحليل المعلومات التي تم جمعها من الفئات المستهدفة، تسعى هذه الطريقة إلى تقديم صورة شاملة ومحايدة لكيفية تأثير الأنظمة الذكية على التحكم في جدول المشروع.

• مجتمع الدراسة والعينة:

يتكون مجتمع الدراسة من مهندسي المشاريع ومديري المشاريع ومستشاري التكنولوجيا العاملين في صناعات البنية التحتية والبناء في المملكة العربية السعودية. ولتوفير تمثيل متنوع للعديد من الفئات المشاركة في تخطيط المشاريع وتنفيذها وإدارتها، سيتم اختيار المشاركين في البحث باستخدام عينة عشوائية بسيطة. ولضمان دقة وموضوعية النتائج المسترجعة، سيكون حجم العينة بين 100 و150 مشاركاً.

• أدوات جمع البيانات:

✓ ستكون الأدوات الأساسية لجمع البيانات هي الاستبيانات والمقابلات الشخصية. فيما يلي تقسيم أدوات البحث:

✓ الاستبانة يتضمن سلسلة من الأسئلة الموحدة بمقياس ليكرت من خمس نقاط. ويغطي موضوعات مثل تحليل البيانات والتنبؤ والحد من الخطأ البشري ويحاول قياس مدى نجاح الأنظمة الذكية في تحسين دقة التنبؤ بالوقت وتقليل التأخيرات.

✓ المقابلات الشخصية لضمان فهم شامل للصعوبات والحلول المتعلقة بتطبيق الأنظمة الذكية في هذا الإطار، سيتم إجراء مقابلات متعمقة مع متخصصي تكنولوجيا المعلومات وإدارة المشاريع.

• تقنيات التحليل:

لضمان صحة النتائج، سيتم فحص البيانات باستخدام أدوات إحصائية متطورة، مثل: التحليل الوصفي: لتحديد حجم تأثير الأنظمة الذكية، سيتم استخراج المتوسطات والنسب المئوية من إجابات الاستبانة. اختبار الارتباطات بين العوامل المستقلة، مثل تحليل البيانات والحد من الأخطاء، والمتغير التابع، مما يزيد من دقة توقعات الوقت، يُعرف باسم تحليل الانحدار. تساعد هذه الدراسة في تحديد الدرجة التي يؤثر بها كل مكون ذكي على دقة توقعات وقت المشروع. سيتم تقييم صحة وموثوقية أدوات البحث، وخاصة الاستبانات، باستخدام اختبار ألفا كرونباخ.

مجتمع البحث:

إن العاملين في صناعة البناء والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية هم مجتمع البحث في الدراسة، والذي يتكون من مجموعة من الخبراء ذوي المعرفة المباشرة بالإشراف على المشاريع الضخمة وتنظيمها وتنفيذها. إن مديري المشاريع والمهندسين المعماريين والمهندسين المدنيين ومحليي البيانات ومتخصصي تكنولوجيا المعلومات ومستشاري الذكاء الاصطناعي هم جميعًا جزء من هذا النظام البيئي، مما يساعد في دمج التقنيات الذكية في تخطيط وتنفيذ المشاريع. نظرًا لدورهم الحاسم في عملية إدارة المشاريع وقدرتهم على تقديم رؤى شاملة حول تأثيرات الأنظمة الذكية، مثل الذكاء الاصطناعي والتحليلات التنبؤية، على دقة توقعات الوقت والحد المحتمل من التأخير في مشاريع البناء، تركز الدراسة على هذا المجتمع. يساعد هؤلاء الأشخاص في التنفيذ الواقعي للأنظمة الذكية، مما يزيد من فهم فعاليتها في تعزيز إدارة الوقت وتحقيق كفاءة عالية في الإنجاز.

من أجل تلبية المطالب المتزايدة لتعزيز إدارة المشاريع وتنمية صناعة البناء في المملكة، ستكون الدراسة قادرة على تقديم صورة شاملة ودقيقة للعلاقة بين استخدام الأنظمة الذكية والحد من التأخير في مشاريع البنية التحتية من خلال جمع البيانات من هذا المجتمع المتنوع.

خطوات جمع البيانات:

ستستخدم دراسة "تأثير الأنظمة الذكية على تحسين دقة التنبؤات الزمنية وتقليل التأخيرات في مشاريع البناء والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية" إجراءات منهجية ومنظمة لجمع البيانات من مجتمع البحث من أجل ضمان نتائج دقيقة وجديرة بالثقة. الخطوات الأساسية هي كما يلي:

❖ تحديد أهداف جمع البيانات.

تحدد هذه الخطوة الأهداف الأساسية لجمع البيانات، والتي تتضمن معرفة مدى تأثير الأنظمة الذكية على دقة التنبؤات الزمنية وتقليل التأخير وتحديد مجالات التحسين المحتملة من خلال استخدام الذكاء الاصطناعي والتحليل التنبؤي في مشاريع البناء.

❖ تحديد عينة الدراسة

سيتم اختيار عينة عشوائية أساسية من المهندسين ومديري المشاريع ومتخصصي تكنولوجيا المعلومات والذكاء الاصطناعي العاملين في صناعة البناء بعد تحديد مجتمع البحث الرئيسي. لضمان التمثيل الكافي للمجموعات المستهدفة وتحقيق تنوع في وجهات النظر والخبرات، يُقترح حجم عينة يتراوح من 100 إلى 150 مشاركاً.

❖ تصميم أداة جمع البيانات

سيتم جمع البيانات باستخدام أداتين أساسيتين:

- يسأل الاستبانة المشاركين عن أفكارهم حول كيفية تأثير التقنيات الذكية على دقة التنبؤ بالوقت والحد من الخطأ البشري. وهو يتألف من أسئلة مغلقة ومفتوحة تستند إلى مقياس ليكرت من خمس نقاط. لتوفير الوصول السريع إلى عينة الدراسة، سيتم نشر الاستبانة إلكترونياً.
- المقابلات الشخصية لجمع بيانات نوعية شاملة حول صعوبات دمج التكنولوجيا الذكية في المشاريع، سيتم إجراء مقابلات متعمقة مع العديد من المتخصصين في مجالات الذكاء الاصطناعي وإدارة المشاريع.
- دراسة تجريبية

للتأكد من أن الأسئلة واضحة وأن الأدوات صالحة، سيتم إجراء اختبار تجريبي قبل تسليم الاستبانة إلى مجتمع البحث. للتجربة، سيتم اختيار عينة صغيرة من 10 إلى 15 مشاركًا، وسيتم تعديل الأدوات المستخدمة لجمع البيانات استجابةً للمدخلات.

• المقابلة الرسمية وتوزيع الاستبيانات

سيتم إرسال الاستبيانات إلى عينة البحث عبر البريد الإلكتروني أو منصات إلكترونية متخصصة أخرى بمجرد تعديل أدوات البحث في ضوء التجربة التجريبية. سيتلقى المشاركون تعليمات صريحة. سيتم استخدام المقابلات الشخصية المباشرة أو منصات الاجتماعات الافتراضية.

• جمع الإجابات

ستتضمن هذه المرحلة إجراء المقابلات وجمع استجابات الاستبانة من الأفراد. لضمان حجم العينة المناسب، سيتم الاتصال بالمشاركين الذين لم يكملوا الاستبيانات مرة أخرى.

• تخزين البيانات وتنظيمها

بعد جمع المعلومات من خلال الاستبيانات والمقابلات، سيتم تصنيف البيانات وترتيبها لتسهيل تحليل البرامج الإحصائية. سيتم حماية خصوصية المشاركين مع الحفاظ على خصوصية البيانات تمامًا.

• تحليل البيانات

بعد الانتهاء من عملية جمع البيانات، سيتم استخدام الأساليب الإحصائية مثل تحليل الانحدار والتحليل الوصفي لتقييم كيفية تأثير الأنظمة الذكية على دقة التنبؤ بالوقت وتقليل التأخير.

حدود البحث

• الحدود البشرية

يعد مديرو المشاريع والمهندسون المعماريون والمهندسون المدنيون ومتخصصو تكنولوجيا المعلومات والاستشاريون في مجال الذكاء الاصطناعي من بين المهنيين والمتخصصين في صناعات البناء والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية الذين يشكلون محور هذا البحث. ومن أجل تحقيق الحياد والتنوع في المعلومات والأفكار، يعتمد البحث على عينة تمثيلية من هؤلاء المهنيين للتركيز على آرائهم وتقييماتهم مدى تأثير التقنيات الذكية على إدارة الجدول الزمني.

• الحدود الزمنية

يسلط هذا التقرير الضوء على التطورات الحالية في استخدام الذكاء الاصطناعي والتقنيات الذكية في مشاريع البنية التحتية والبناء، مع التركيز على الأعوام 2022-2024. إن اختيار هذا الإطار الزمني يجعل من الممكن دراسة كيفية استخدام الأنظمة الذكية في سياق المشهد التكنولوجي الحالي والاستفادة من التطورات المعاصرة، مما يساعد في تقييم تأثيراتها بشكل أكثر دقة.

• الحدود في المكان

ينحصر نطاق الدراسة في المملكة العربية السعودية، حيث تحلل، في إطار رؤية 2030، مشاريع البنية التحتية والتنمية الجارية في البلاد. يتيح هذا التركيز الجغرافي إمكانية دراسة المتغيرات والميزات المحلية التي قد تؤثر على نشر التقنيات الذكية وتحديد العناصر التي تساعد أو تعيق زيادة دقة التنبؤات الزمنية والحد من تأخير المشاريع في المملكة.

الفصل الرابع: نتائج الدراسة

المقدمة

الغرض من هذه الدراسة هو إظهار كيف يمكن للتكنولوجيا الذكية زيادة دقة التنبؤ بالوقت وتقليل التأخير في مشاريع البنية التحتية والبناء في المملكة العربية السعودية. بناءً على النتائج، أظهرت البيانات أن استخدام الأنظمة الذكية، مثل الذكاء الاصطناعي والتحليل التنبؤي، يحسن بشكل كبير من كفاءة إدارة المشاريع، وخاصة في مجالات تخصيص الموارد وتخطيط الوقت. أظهرت النتائج أن الشركات يمكنها معالجة كميات هائلة من البيانات بسرعة وفعالية من خلال الاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي، مما يساعد في تطوير نماذج تنبؤية أكثر دقة.

وعلاوة على ذلك، نظرًا لأن التحليلات التنبؤية وتقنيات التعلم الآلي تساعد في توفير تنبؤات أكثر دقة فيما يتعلق بمدة وتعقيد الوظائف، فقد أصبحت أهمية الأنظمة الذكية في زيادة دقة التنبؤات الزمنية واضحة أيضًا. يمكن لهذه الأدوات تقييم الأداء الماضي والأنماط الحالية لإنتاج تنبؤات زمنية أكثر دقة تساعد الفرق في تلبية مواعيد المشروع. أظهرت النتائج أيضًا أن الاعتماد على هذه التقنيات يساعد في سد الفجوة بين التخطيط والتنفيذ، مما يحسن من فعالية عمليات البناء.

بالإضافة إلى ذلك، أظهرت الدراسة أن استخدام الأنظمة الذكية يقلل من احتمالية الخطأ البشري، مما يساعد في الحد من التأخيرات الناجمة عن الاختيارات غير الدقيقة. ويمكن التقليل من الأخطاء الناجمة عن البيانات غير الدقيقة أو المفسرة بشكل خاطئ من خلال خفض الحاجة إلى المشاركة البشرية في إجراءات التخطيط والتنفيذ. وأظهرت النتائج أن المشاريع التي تستخدم التقنيات الذكية لديها معدلات تأخير أقل من المشاريع التقليدية، وهي واحدة من النتائج الإيجابية الرئيسية لهذا التحسن في جودة البيانات.

وأظهرت النتائج أيضًا كيف يساعد تحليل البيانات الضخمة الفرق في اتخاذ القرارات بناءً على تحليل المخاطر الشامل والبيانات الموثوقة، مما يحسن القدرة على التعامل مع المشاكل بكفاءة ومنع التأخير. ومن خلال المساعدة في الكشف المبكر عن المشكلات المحتملة، تعمل هذه التقنيات على تحسين القدرة على تنفيذ الإجراءات الوقائية المناسبة.

وأكد المشاركون في الاستطلاع أيضًا على أهمية الجمع بين القدرات البشرية والأنظمة الذكية. وعلى الرغم من أن التقنيات الذكية توفر أدوات قوية لإدارة المشاريع وتحليل البيانات، إلا أن التفاعل البشري لا يزال ضروريًا لفهم وتقييم النتائج بشكل

كامل. وأظهرت النتائج أن جودة التخطيط وتنفيذ مشاريع البنية التحتية تتحسن عندما يتم الجمع بين الخبرة التكنولوجية والمواهب البشرية المتخصصة.

وبشكل عام، تثبت نتائج الدراسة أن الحلول الذكية تساعد في زيادة كفاءة مشاريع البناء والبنية التحتية في المملكة. كما أنها تعزز رفع مستوى كفاءة الوقت وجودة الإدارة، مما يضيف قيمة إلى تحقيق أهداف التنمية والاستدامة في رؤية المملكة 2030. وتعتبر هذه النتائج خطوة مهمة في اتجاه تعزيز التقدم التكنولوجي والابتكار في صناعة البناء، مما يساعد المملكة على خلق مستقبل مستدام وزيادة قدرتها التنافسية محليًا وعالميًا.

نتائج الدراسة

• الوصف الإحصائي للبيانات

تم استخدام تقنيات إحصائية وصفية لتحليل السمات المختلفة للمشاركين البالغ عددهم 142 مشاركًا والذين شكلوا عينة البحث. إن فهم خصائص العينة وتقييم كيف يمكن للأنظمة الذكية زيادة دقة التنبؤات الزمنية في مشاريع البنية التحتية والبناء هي أهداف هذا البحث.

كان هناك عدد كبير من الرجال والنساء بين المشاركين، الذين تم تصنيفهم حسب الجنس. تُظهر هذه التوزيعات أن الرجال يهيمنون على صناعة البنية التحتية والبناء، وهو ما يتفق مع ميل المجال إلى جذب المزيد من الرجال.

من حيث العمر، تم العثور على مجموعة متنوعة من الفئات العمرية، مما يشير إلى أن العينة تتكون في المقام الأول من الشباب والكوادر المتوسطة المستوى. تسلط هذه المعلومات الضوء على التفاعلات بين هذه الفئة والأنظمة الذكية وكذلك كيفية تأثيرها على المشاريع.

تم أخذ سنوات الخبرة العملية للمشاركين في الاعتبار عند تصنيفهم؛ حيث كان لدى البعض أقل من خمس سنوات من الخبرة، بينما كان لدى آخرين خبرة تتجاوز عشر سنوات. تشير هذه النتائج إلى مجموعة متنوعة من الخبرات التي يمكن أن تؤثر على كيفية تقييمهم لتأثيرات التقنيات الذكية.

تم فحص البيانات المأخوذة من عينة البحث باستخدام مجموعة متنوعة من الأدوات التحليلية الإحصائية. أظهرت متوسطات المتغيرات الرئيسية والانحرافات المعيارية أن المشاركين لديهم رأي إيجابي للغاية حول كيفية تأثير الأنظمة الذكية على دقة توقعات الوقت.

بالإضافة إلى ذلك، قال عدد من المشاركين إن استخدام التقنيات الذكية يحسن دقة تقديرات الوقت عندما تم تقييم العديد من الأسئلة باستخدام الترددات والنسب المئوية. وفقًا لهذا البحث، يعتقد المشاركون أن الأنظمة الذكية ضرورية لتحسين العمليات.

وتساعد هذه النتائج على تحسين تنفيذ الأنظمة الذكية وزيادة دقة التنبؤات الزمنية وتقليل التأخير في مشاريع البناء والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية من خلال تمكين مشرفي المشاريع وصناع القرار في قطاع البناء من التصرف بالمعرفة القائمة على المعلومات الحالية والدقيقة.

Statistics						
Std. Error of Kurtosis	Kurtosis	Std. Error of Skewness	Skewness	Std. Deviation	N	
					Valid	
0.404	-0.999	0.203	0.319	1.299	142	العمر
0.404	-1.861	0.203	-0.407	0.492	142	الجنس
0.404	-1.290	0.203	-0.321	1.454	142	الدرجة العلمية
0.404	-1.277	0.203	0.386	1.478	142	تعتمد شركتنا على الأنظمة الذكية لتحسين إدارة المشاريع.
0.404	-1.321	0.203	0.181	1.419	142	يتم استخدام التقنيات الذكية لتتبع تقدم العمل وجدولة المهام.
0.404	-1.229	0.203	0.352	1.436	142	تساهم الأنظمة الذكية في تحسين دقة التوقعات الزمنية للمشاريع.
0.404	-1.181	0.203	0.384	1.368	142	تحرص الشركة على توفير الموارد التقنية اللازمة لتطبيق الأنظمة الذكية في المشاريع.
0.404	-1.389	0.203	0.277	1.505	142	تساعد الأنظمة الذكية في وضع توقعات زمنية دقيقة لكل مرحلة من مراحل المشروع.
0.404	-1.392	0.203	0.223	1.436	142	تمكننا التقنيات الذكية من تحديث التوقعات الزمنية بشكل مستمر وفعال.

0.404	-1.362	0.203	0.464	1.556	142	يؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين دقة تقدير فترات تنفيذ المشروع.
0.404	-0.882	0.203	0.539	1.309	142	تساهم الأنظمة الذكية في تحديد نقاط التأخير المحتملة والتعامل معها مسبقاً.
0.404	-1.411	0.203	0.154	1.516	142	تساعد الأنظمة الذكية في تقليل التأخيرات الناتجة عن أخطاء في الجدولة.
0.404	-1.122	0.203	0.414	1.381	142	تسهم تقنيات الذكاء الصناعي في تحسين إدارة الموارد وتقليل الفجوات الزمنية.
0.404	-1.479	0.203	0.173	1.543	142	تعمل الأنظمة الذكية على تحليل البيانات بسرعة لتجنب التأخيرات.
0.404	-1.487	0.203	0.170	1.532	142	يؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين استجابة الفريق لتحديات المشروع وتقليل التأخيرات.
0.404	-1.066	0.203	0.452	1.377	142	تواجه الشركة تحديات في دمج الأنظمة الذكية مع الأنظمة التقليدية المستخدمة.
0.404	-0.815	0.203	0.613	1.319	142	تحتاج الأنظمة الذكية إلى تكلفة عالية في التطبيق والصيانة.
0.404	-1.346	0.203	0.177	1.469	142	قد يكون هناك مقاومة داخل الفريق لتبني الأنظمة الذكية في تنفيذ المشاريع.
0.404	-1.406	0.203	0.177	1.503	142	يمكن أن تؤثر التعقيدات التقنية للأنظمة الذكية على سهولة استخدامها بفعالية.

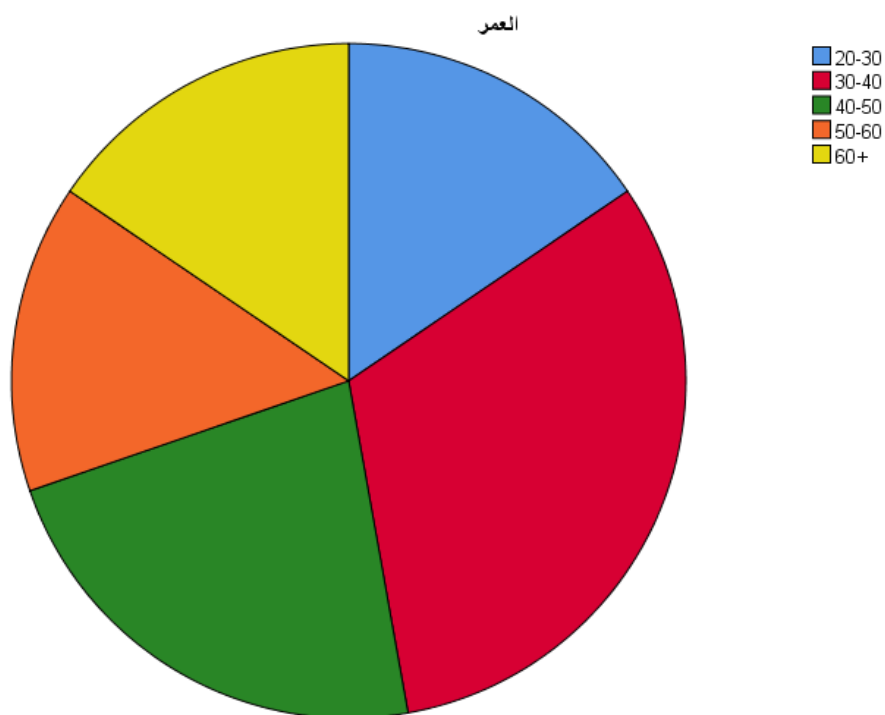
جدول 1: الوصف الإحصائي للبيانات

• عمر المشاركين في التجربة

من الواضح ان أكبر نسبة كانت للأشخاص الذين أعمارهم 40-30 حيث كانت النسبة لهم هي ما يقارب 32%.

العمر		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	20-30	22	15.5	15.5	15.5
	30-40	45	31.7	31.7	47.2
	40-50	32	22.5	22.5	69.7
	50-60	21	14.8	14.8	84.5
	60+	22	15.5	15.5	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 2: الوصف الاحصائي للعمر



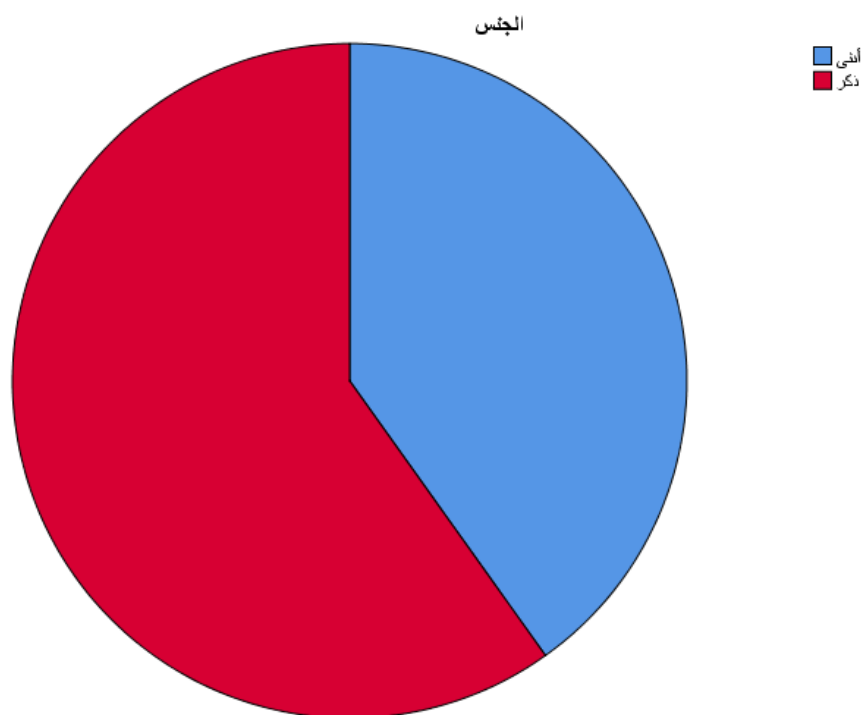
رسم توضيحي 2: التمثيل البياني للعمر

• جنس المشاركين في التجربة

من الواضح ان نسبة الذكور أكثر من الاناث حيث كانت ما يقارب 60%.

جنس المشاركين في التجربة					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أنثى	57	40.1	40.1	40.1
	ذكر	85	59.9	59.9	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 3: الوصف الاحصائي للجنس



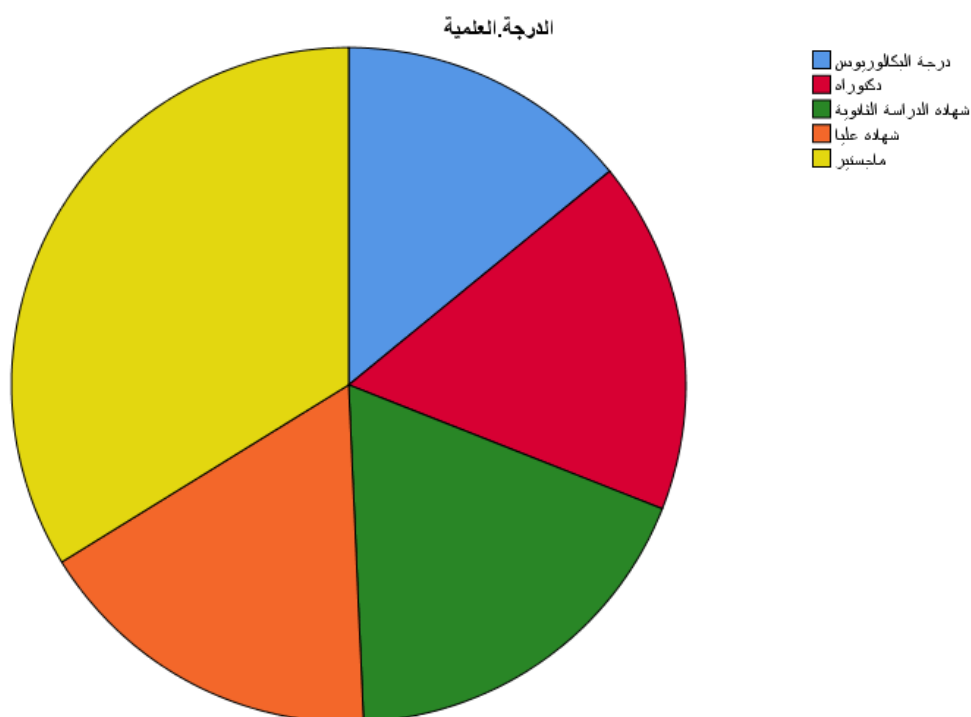
رسم توضيحي 3: التمثيل البياني للجنس

• الدرجة العلمية للمشاركين في التجربة

من الواضح ان أكثر المشاركين كانت الشهادة العلمية لهم هي درجة ماجستير حيث كانت ما يقارب 34%.

الدرجة العلمية للمشاركين في التجربة		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	درجة البكالوريوس	20	14.1	14.1	14.1
	دكتوراه	24	16.9	16.9	31.0
	شهادة الدراسة الثانوية	26	18.3	18.3	49.3
	شهادة عليا	24	16.9	16.9	66.2
	ماجستير	48	33.8	33.8	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 4: الوصف الاحصائي للدرجة العلمية للمشاركين في التجربة



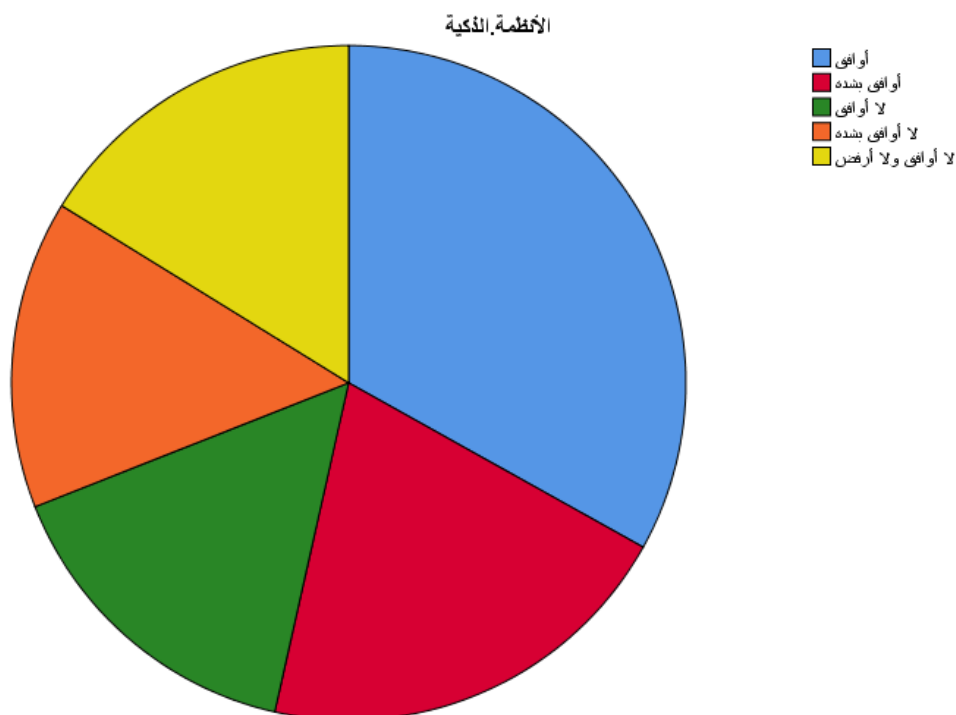
رسم توضيحي 4: التمثيل البياني للدرجة العلمية للمشاركين في التجربة

- تعتمد شركتنا على الأنظمة الذكية لتحسين إدارة المشاريع.

من الواضح ان اكبر نسبة كانت الموافقه حيث وصلت الي ما يقارب 33% .

تعتمد شركتنا على الأنظمة الذكية لتحسين إدارة المشاريع.					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	47	33.1	33.1	33.1
	أوافق بشدة	29	20.4	20.4	53.5
	لا أوافق	22	15.5	15.5	69.0
	لا أوافق بشدة	21	14.8	14.8	83.8
	لا أوافق ولا أرفض	23	16.2	16.2	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 5: الوصف الاحصائي لتعتمد شركتنا على الأنظمة الذكية لتحسين إدارة المشاريع.



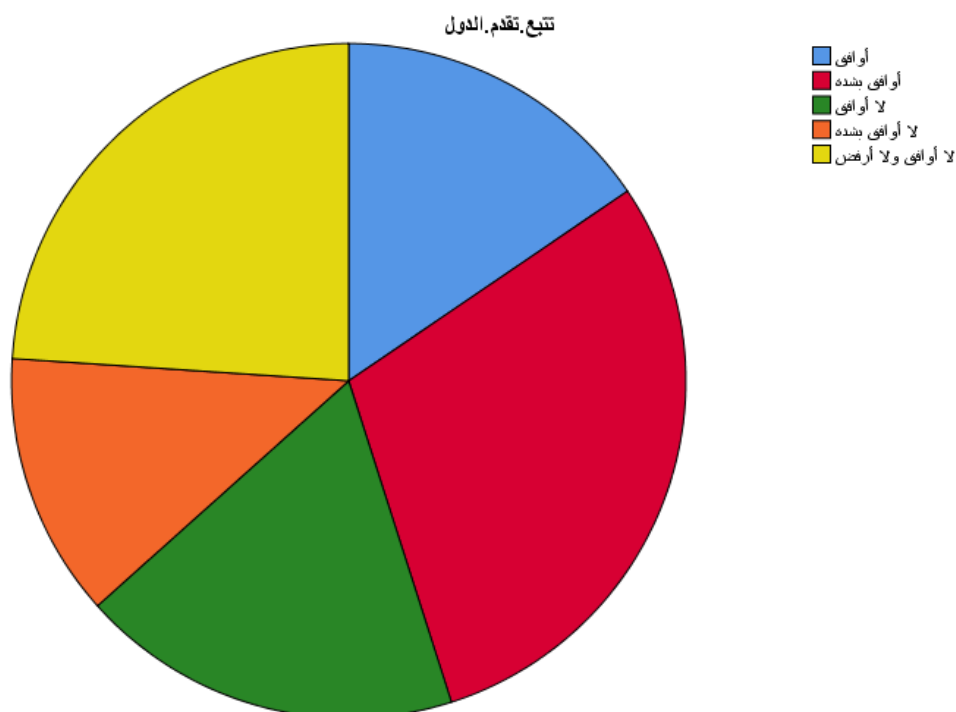
رسم توضيحي 5: التمثيل البياني لتعتمد شركتنا على الأنظمة الذكية لتحسين إدارة المشاريع.

- يتم استخدام التقنيات الذكية لتتبع تقدم العمل وجدولة المهام.

من الواضح ان أكبر نسبة هي الموافقه بشده حيث كانت تقارب 30% مما يدل على حرص المشاركين.

يتم استخدام التقنيات الذكية لتتبع تقدم العمل وجدولة المهام					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	22	15.5	15.5	15.5
	أوافق بشدة	42	29.6	29.6	45.1
	لا أوافق	26	18.3	18.3	63.4
	لا أوافق بشدة	18	12.7	12.7	76.1
	لا أوافق ولا أرفض	34	23.9	23.9	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 6: الوصف الاحصائي ليتم استخدام التقنيات الذكية لتتبع تقدم العمل وجدولة المهام.



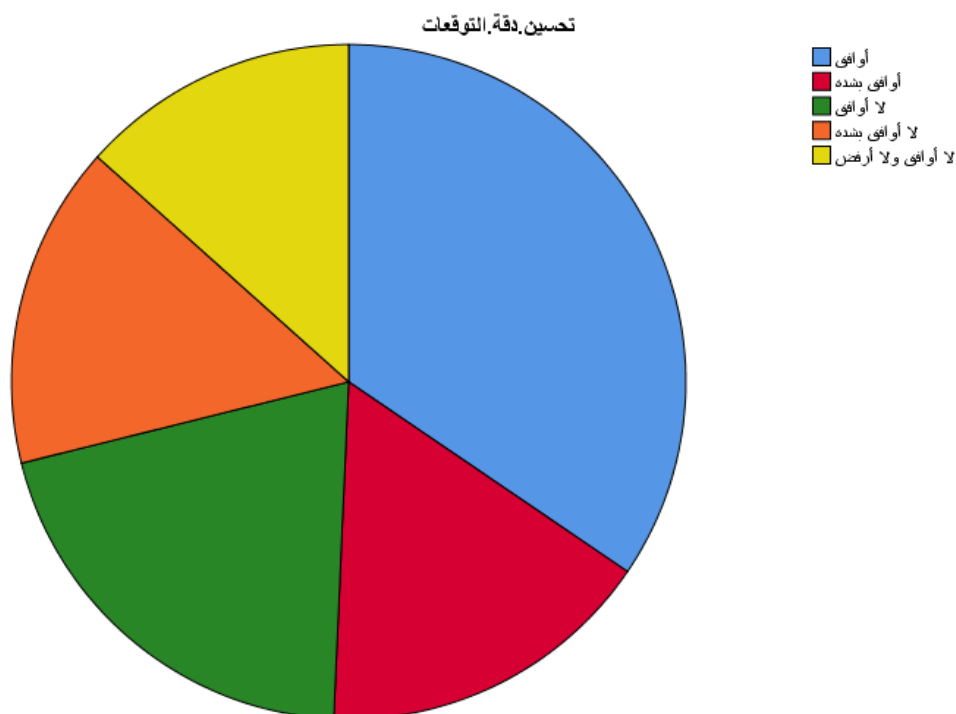
رسم توضيحي 6: التمثيل البياني ليتم استخدام التقنيات الذكية لتتبع تقدم العمل وجدولة المهام

• تساهم الأنظمة الذكية في تحسين دقة التوقعات الزمنية للمشاريع.

من الواضح ان أكبر قيمه هي الموافقه حيث كانت تقارب 34% مما يدل على تساهم الأنظمة الذكية في تحسين دقة التوقعات الزمنية للمشاريع.

تساهم الأنظمة الذكية في تحسين دقة التوقعات الزمنية للمشاريع.					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	49	34.5	34.5	34.5
	أوافق بشدة	23	16.2	16.2	50.7
	لا أوافق	29	20.4	20.4	71.1
	لا أوافق بشدة	22	15.5	15.5	86.6
	لا أوافق ولا أرفض	19	13.4	13.4	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 7: الوصف الاحصائي لتساهم الأنظمة الذكية في تحسين دقة التوقعات الزمنية للمشاريع.



رسم توضيحي 7: التمثيل البياني لتساهم الأنظمة الذكية في تحسين دقة التوقعات الزمنية للمشاريع

- تحرص الشركة على توفير الموارد التقنية اللازمة لتطبيق الأنظمة الذكية في المشاريع.

من الواضح ان أكبر قيمه هي الموافقه بشده حيث كانت ما يقارب 38%.

تحرص الشركة على توفير الموارد التقنية اللازمة لتطبيق الأنظمة الذكية في المشاريع.		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	23	16.2	16.2	16.2
	أوافق بشدة	54	38.0	38.0	54.2
	لا أوافق	17	12.0	12.0	66.2
	لا أوافق بشدة	23	16.2	16.2	82.4
	لا أوافق ولا أرفض	25	17.6	17.6	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 8: الوصف الاحصائي لتحرص الشركة على توفير الموارد التقنية اللازمة لتطبيق الأنظمة الذكية في المشاريع.



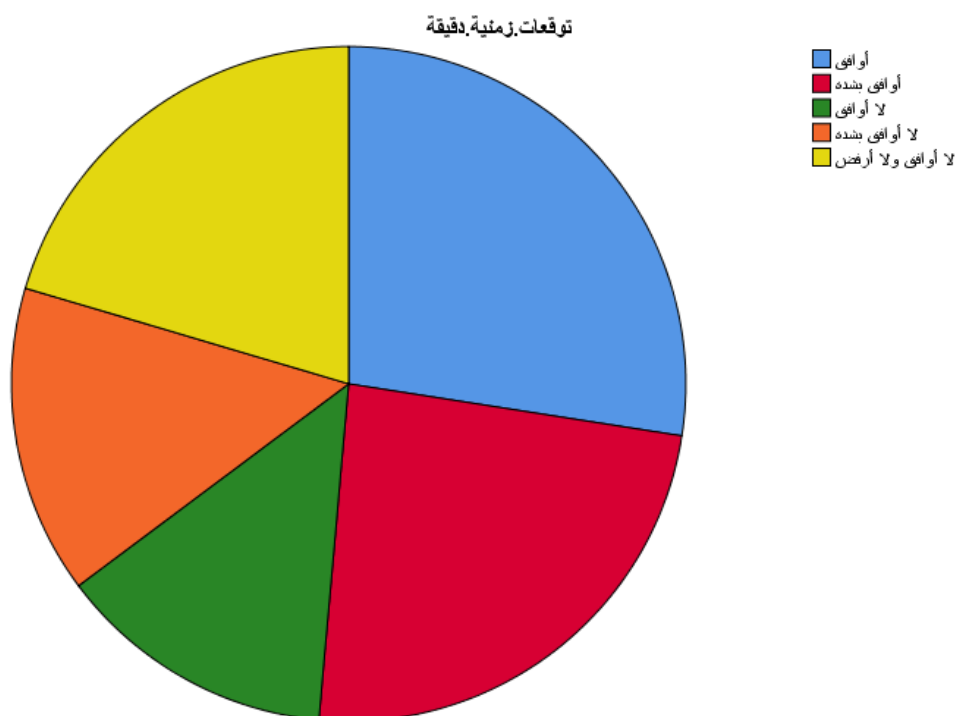
رسم توضيحي 8: التمثيل البياني لتحرص الشركة على توفير الموارد التقنية اللازمة لتطبيق الأنظمة الذكية في المشاريع

- تساعد الأنظمة الذكية في وضع توقعات زمنية دقيقة لكل مرحلة من مراحل المشروع.

من الواضح ان أكبر قيمه هي الموافقه حيث كانت تقارب 28%.

تساعد الأنظمة الذكية في وضع توقعات زمنية دقيقة لكل مرحلة من مراحل المشروع.					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	39	27.5	27.5	27.5
	أوافق بشده	34	23.9	23.9	51.4
	لا أوافق	19	13.4	13.4	64.8
	لا أوافق بشده	21	14.8	14.8	79.6
	لا أوافق ولا أرفض	29	20.4	20.4	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 9: الوصف الاحصائي لتساعد الأنظمة الذكية في وضع توقعات زمنية دقيقة لكل مرحلة من مراحل المشروع.



رسم توضيحي 9: التمثيل البياني لتساعد الأنظمة الذكية في وضع توقعات زمنية دقيقة لكل مرحلة من مراحل المشروع

- تمكنا التقنيات الذكية من تحديث التوقعات الزمنية بشكل مستمر وفعال.

من الواضح ان أكبر قيمه هي الموافقة بشده مما يدل على حرص المشاركون علي التقنيات الذكية من تحديث التوقعات الزمنية

بشكل مستمر وفعال.

تمكنا التقنيات الذكية من تحديث التوقعات الزمنية بشكل مستمر وفعال.					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	22	15.5	15.5	15.5
	أوافق بشدة	49	34.5	34.5	50.0
	لا أوافق	16	11.3	11.3	61.3
	لا أوافق بشدة	22	15.5	15.5	76.8
	لا أوافق ولا أرفض	33	23.2	23.2	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 10: الوصف الاحصائي لتمكنا التقنيات الذكية من تحديث التوقعات الزمنية بشكل مستمر وفعال.



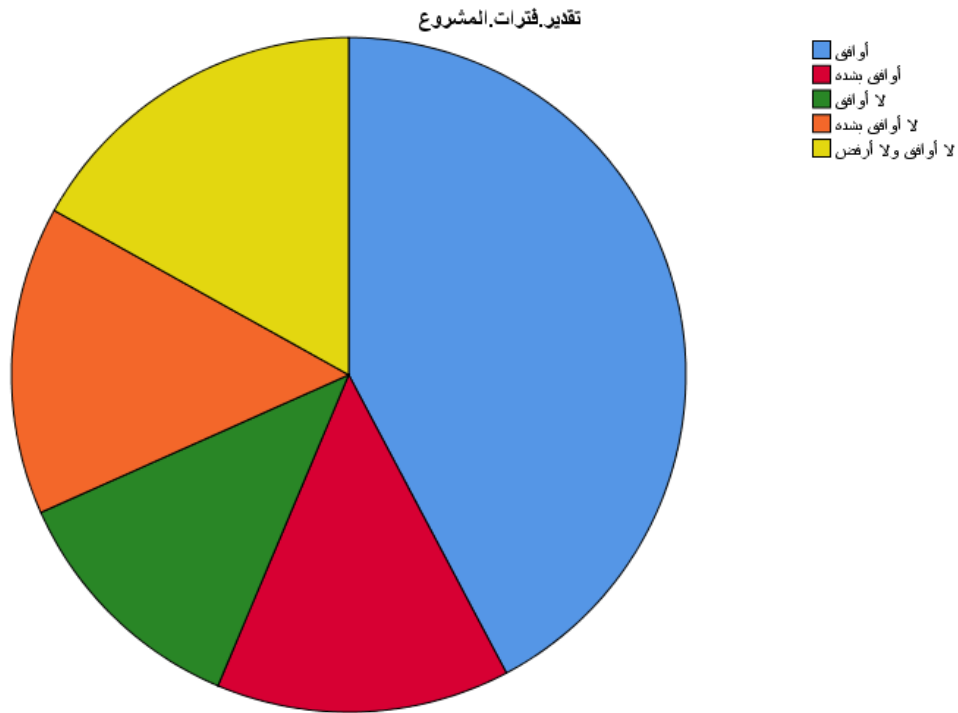
رسم توضيحي 10: التمثيل البياني لتمكنا التقنيات الذكية من تحديث التوقعات الزمنية بشكل مستمر وفعال.

- يؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين دقة تقديرات تنفيذ المشروع.

نلاحظ ان أكبر قيمه هي الموافقه حيث وصلت الي 42%.

يؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين دقة تقديرات تنفيذ المشروع.					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	60	42.3	42.3	42.3
	أوافق بشدة	20	14.1	14.1	56.3
	لا أوافق	17	12.0	12.0	68.3
	لا أوافق بشدة	21	14.8	14.8	83.1
	لا أوافق ولا أرفض	24	16.9	16.9	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 11: الوصف الاحصائي ليؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين دقة تقديرات تنفيذ المشروع.



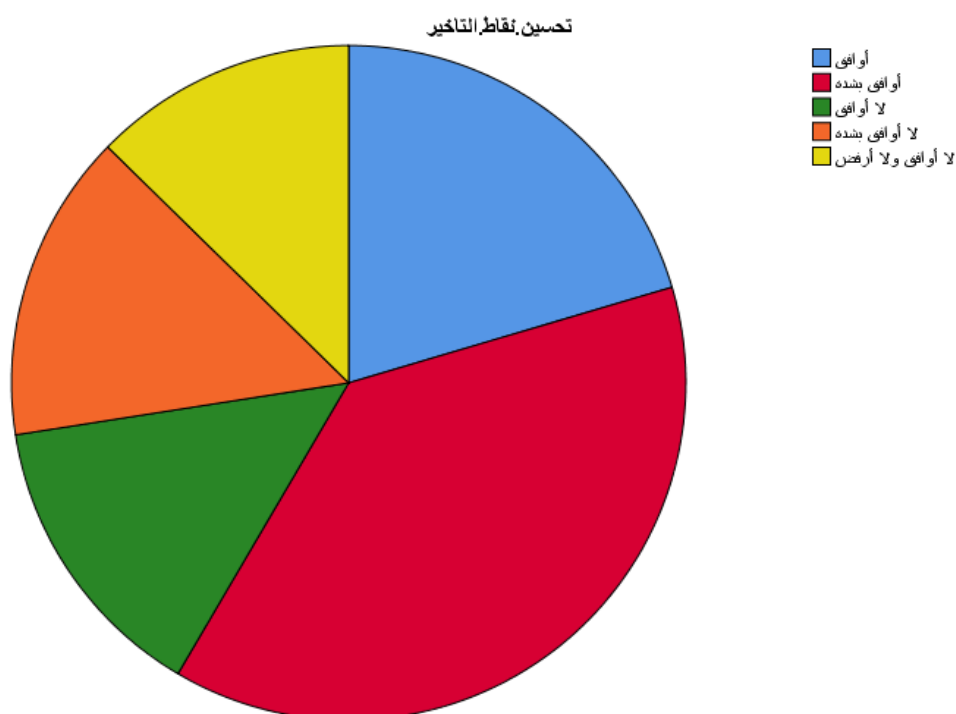
رسم توضيحي 11: التمثيل البياني ليؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين دقة تقديرات تنفيذ المشروع

- تساهم الأنظمة الذكية في تحديد نقاط التأخير المحتملة والتعامل معها مسبقاً.

بعد وصول نسبه الموافقه بشده الي اعلي نسبه حيث كانت ما يقارب 38% يدل على تساهم الأنظمة الذكية في تحديد نقاط التأخير المحتملة والتعامل معها مسبقاً.

تساهم الأنظمة الذكية في تحديد نقاط التأخير المحتملة والتعامل معها مسبقاً.					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	29	20.4	20.4	20.4
	أوافق بشدة	54	38.0	38.0	58.5
	لا أوافق	20	14.1	14.1	72.5
	لا أوافق بشدة	21	14.8	14.8	87.3
	لا أوافق ولا أرفض	18	12.7	12.7	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 12: الوصف الاحصائي لتساهم الأنظمة الذكية في تحديد نقاط التأخير المحتملة والتعامل معها مسبقاً.



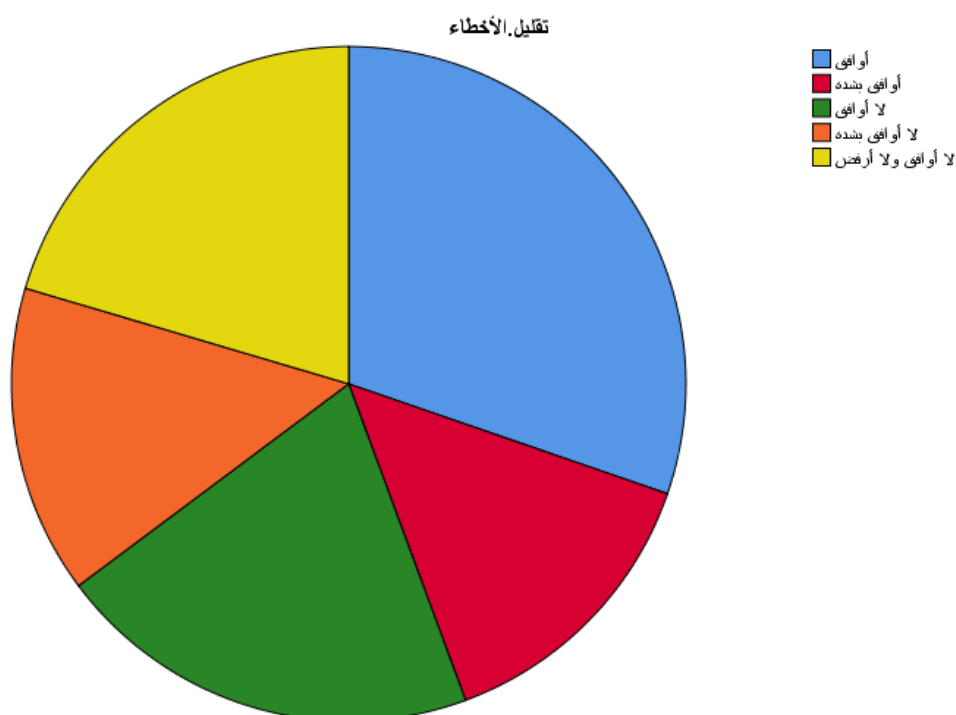
رسم توضيحي 12: التمثيل البياني لتساهم الأنظمة الذكية في تحديد نقاط التأخير المحتملة والتعامل معها مسبقاً

- تساعد الأنظمة الذكية في تقليل التأخيرات الناتجة عن أخطاء في الجدولة.

كانت أكبر قيمه هي الموافقه حيث كانت تقارب 31%.

تساعد الأنظمة الذكية في تقليل التأخيرات الناتجة عن أخطاء في الجدولة.					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	43	30.3	30.3	30.3
	أوافق بشدة	20	14.1	14.1	44.4
	لا أوافق	29	20.4	20.4	64.8
	لا أوافق بشدة	21	14.8	14.8	79.6
	لا أوافق ولا أرفض	29	20.4	20.4	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 13: الوصف الاحصائي لتساعد الأنظمة الذكية في تقليل التأخيرات الناتجة عن أخطاء في الجدولة.



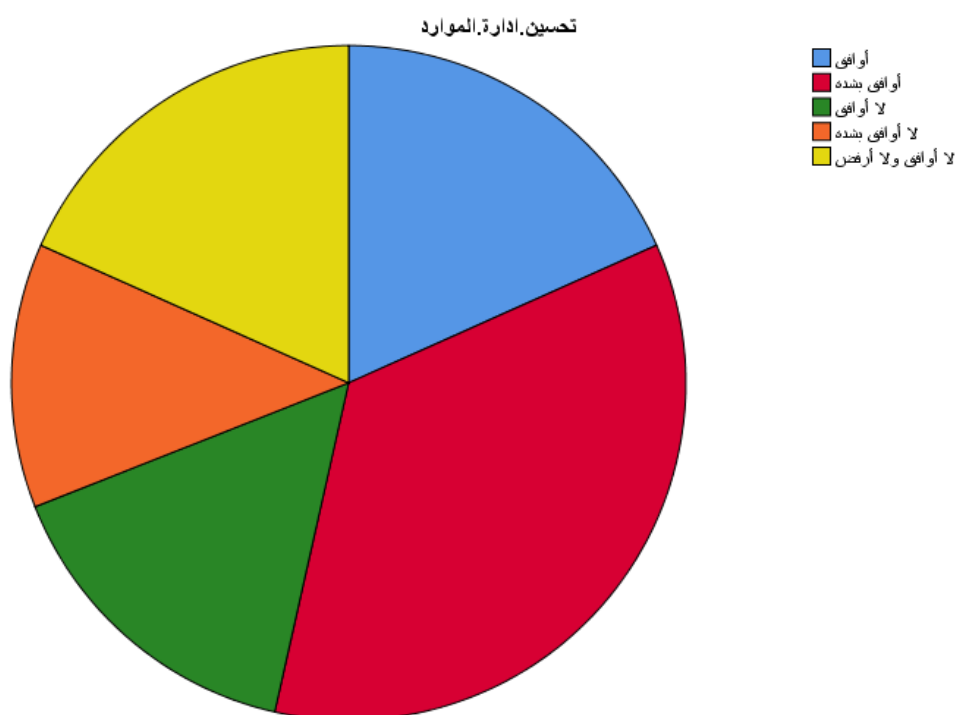
رسم توضيحي 13: التمثيل البياني لتساعد الأنظمة الذكية في تقليل التأخيرات الناتجة عن أخطاء في الجدولة

- تسهم تقنيات الذكاء الصناعي في تحسين إدارة الموارد وتقليل الفجوات الزمنية.

من الواضح ان كبر نسبه كانت الموافقه بشده كانت 35% مما يدل علي تسهم تقنيات الذكاء الصناعي في تحسين إدارة الموارد وتقليل الفجوات الزمنية.

تسهم تقنيات الذكاء الصناعي في تحسين إدارة الموارد وتقليل الفجوات الزمنية.					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	26	18.3	18.3	18.3
	أوافق بشدة	50	35.2	35.2	53.5
	لا أوافق	22	15.5	15.5	69.0
	لا أوافق بشدة	18	12.7	12.7	81.7
	لا أوافق ولا أرفض	26	18.3	18.3	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 14: تسهم تقنيات الذكاء الصناعي في تحسين إدارة الموارد وتقليل الفجوات الزمنية.



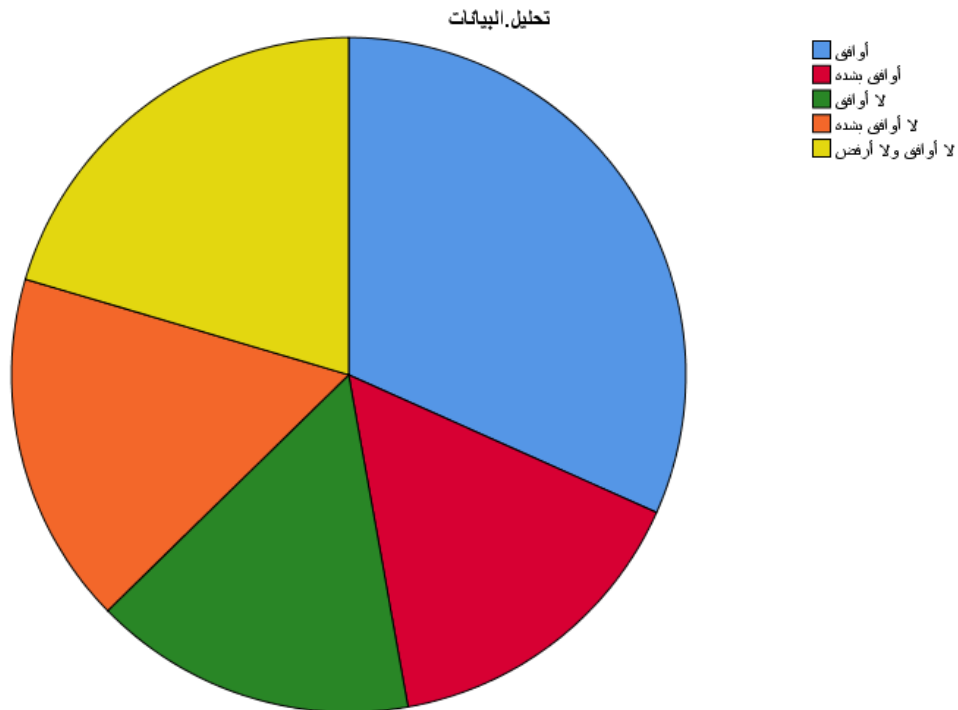
رسم توضيحي 14 التمثيل البياني تسهم تقنيات الذكاء الصناعي في تحسين إدارة الموارد وتقليل الفجوات الزمنية

- تعمل الأنظمة الذكية على تحليل البيانات بسرعة لتجنب التأخيرات.

وصلت نسبته الموافقه الي اعلي قيمه حيث كانت تقارب 32%.

تعمل الأنظمة الذكية على تحليل البيانات بسرعة لتجنب التأخيرات.					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	45	31.7	31.7	31.7
	أوافق بشدة	22	15.5	15.5	47.2
	لا أوافق	22	15.5	15.5	62.7
	لا أوافق بشدة	24	16.9	16.9	79.6
	لا أوافق ولا أرفض	29	20.4	20.4	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 15: الوصف الاحصائي لتعمل الأنظمة الذكية على تحليل البيانات بسرعة لتجنب التأخيرات.



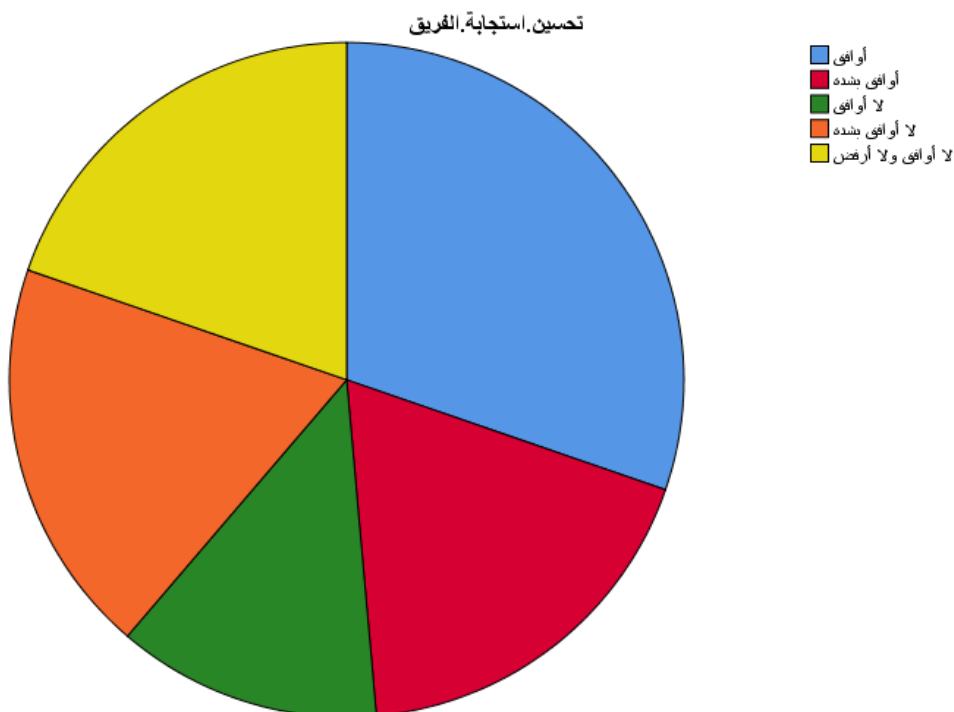
رسم توضيحي 15: التمثيل البياني لتعمل الأنظمة الذكية على تحليل البيانات بسرعة لتجنب التأخيرات

- يؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين استجابة الفريق لتحديات المشروع وتقليل التأخيرات.

حصلت الموافقة علي اعلي نسبه حيث كانت تقارب 31%.

يؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين استجابة الفريق لتحديات المشروع وتقليل التأخيرات					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	43	30.3	30.3	30.3
	أوافق بشدة	26	18.3	18.3	48.6
	لا أوافق	18	12.7	12.7	61.3
	لا أوافق بشدة	27	19.0	19.0	80.3
	لا أوافق ولا أرفض	28	19.7	19.7	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 16: التمثيل البياني ليؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين استجابة الفريق لتحديات المشروع وتقليل التأخيرات.



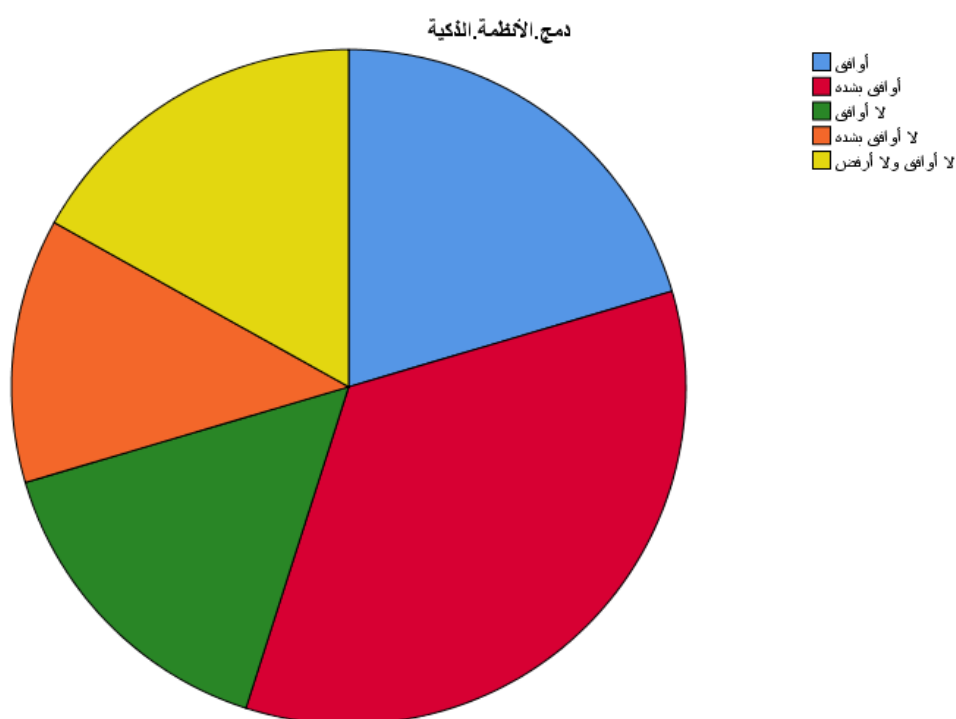
رسم توضيحي 16: التمثيل البياني ليؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين استجابة الفريق لتحديات المشروع وتقليل التأخيرات

- تواجه الشركة تحديات في دمج الأنظمة الذكية مع الأنظمة التقليدية المستخدمة.

من الواضح ان أكبر قيمه هي الموافقة بشده حيث كانت تقارب 34%.

تواجه الشركة تحديات في دمج الأنظمة الذكية مع الأنظمة التقليدية المستخدمة.					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	29	20.4	20.4	20.4
	أوافق بشده	49	34.5	34.5	54.9
	لا أوافق	22	15.5	15.5	70.4
	لا أوافق بشده	18	12.7	12.7	83.1
	لا أوافق ولا أرفض	24	16.9	16.9	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 17: الوصف الاحصائي لتواجه الشركة تحديات في دمج الأنظمة الذكية مع الأنظمة التقليدية المستخدمة.



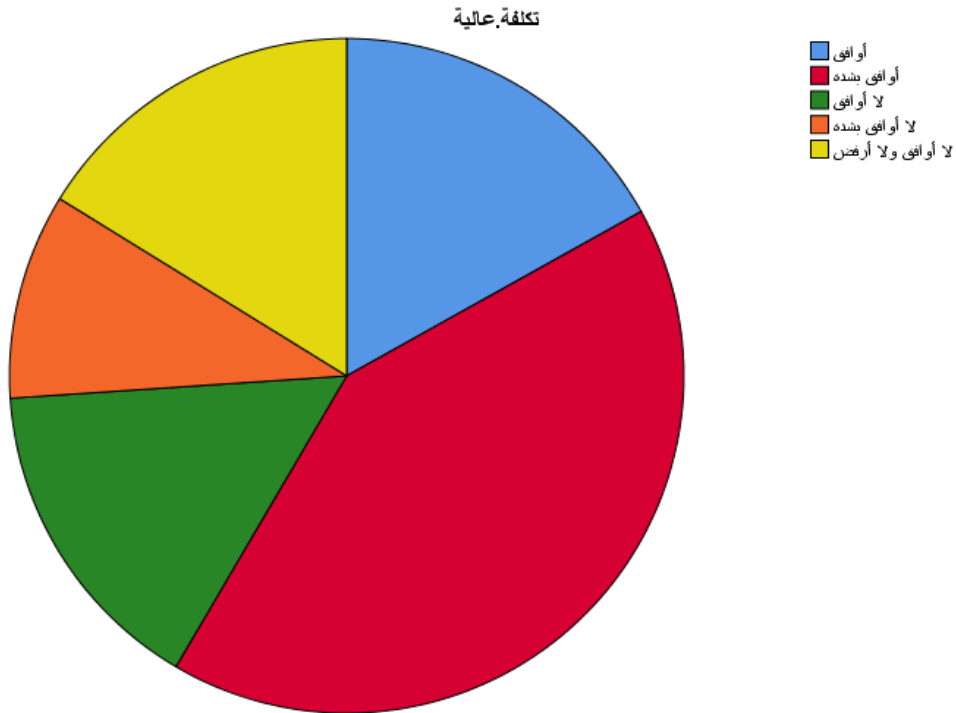
رسم توضيحي 17: التمثيل البياني لتواجه الشركة تحديات في دمج الأنظمة الذكية مع الأنظمة التقليدية المستخدمة

- تحتاج الأنظمة الذكية إلى تكلفة عالية في التطبيق والصيانة.

نلاحظ ان اكبر قيمه هي الموافقه بشده حيث كانت اكثر من 41%.

تحتاج الأنظمة الذكية إلى تكلفة عالية في التطبيق والصيانة.					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	24	16.9	16.9	16.9
	أوافق بشدة	59	41.5	41.5	58.5
	لا أوافق	22	15.5	15.5	73.9
	لا أوافق بشدة	14	9.9	9.9	83.8
	لا أوافق ولا أرفض	23	16.2	16.2	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 18 الوصف الاحصائي لتحتاج الأنظمة الذكية إلى تكلفة عالية في التطبيق والصيانة.



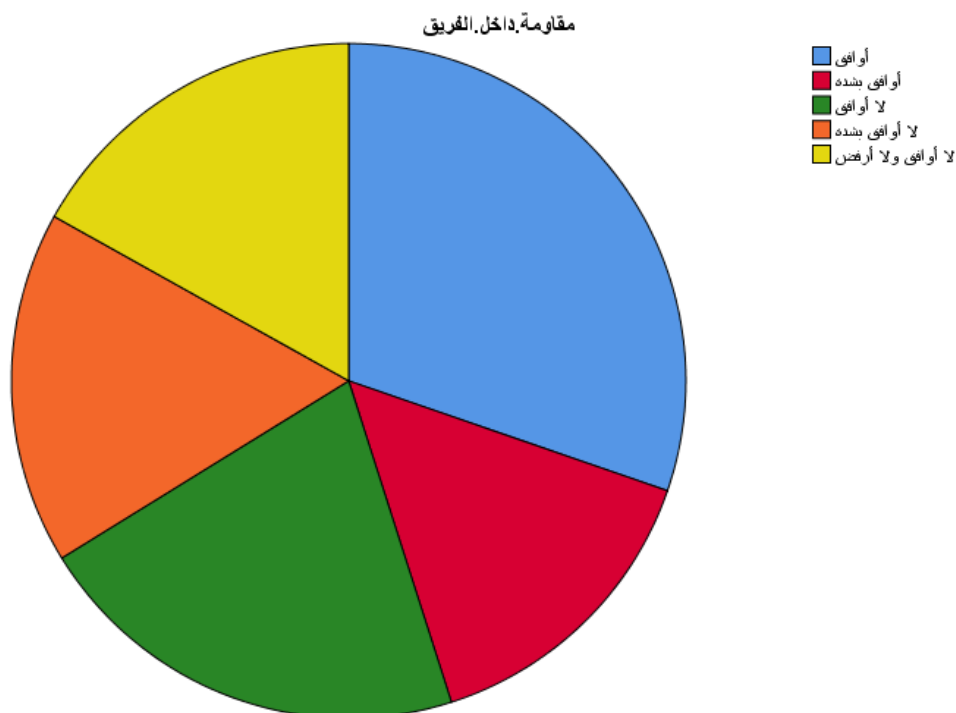
رسم توضيحي 18: التمثيل البياني لتحتاج الأنظمة الذكية إلى تكلفة عالية في التطبيق والصيانة

- قد يكون هناك مقاومة داخل الفريق لتبني الأنظمة الذكية في تنفيذ المشاريع.

حصلت نسبة الموافقة علي اعلي قيمه حيث كانت تقارب 31%.

قد يكون هناك مقاومة داخل الفريق لتبني الأنظمة الذكية في تنفيذ المشاريع.					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	43	30.3	30.3	30.3
	أوافق بشدة	21	14.8	14.8	45.1
	لا أوافق	30	21.1	21.1	66.2
	لا أوافق بشدة	24	16.9	16.9	83.1
	لا أوافق ولا أرفض	24	16.9	16.9	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 19 الوصف الاحصائي لقد يكون هناك مقاومة داخل الفريق لتبني الأنظمة الذكية في تنفيذ المشاريع.



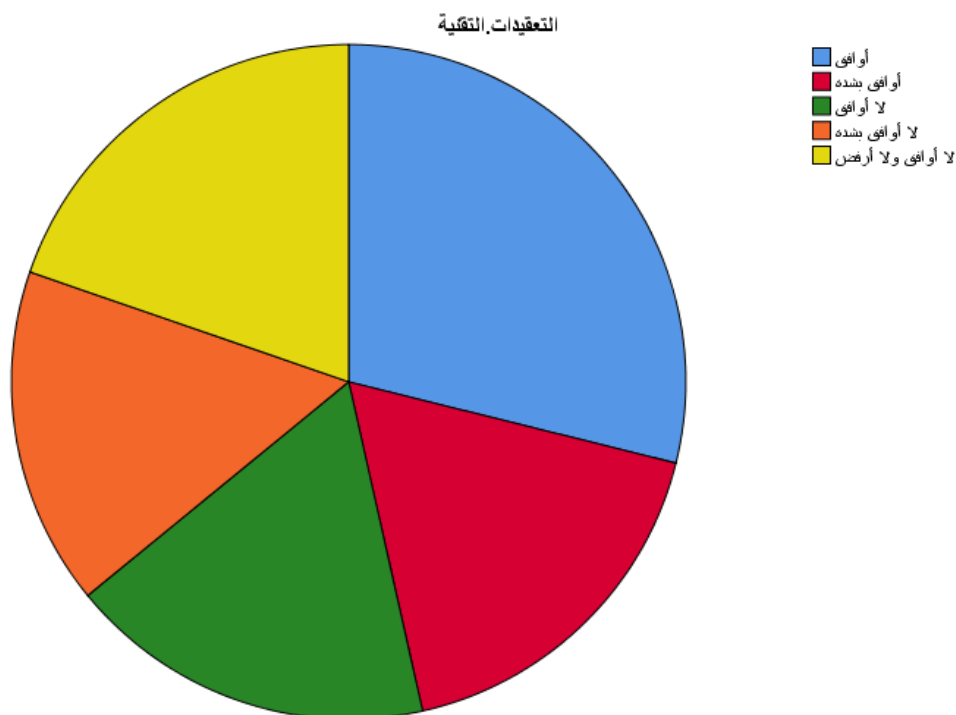
رسم توضيحي 19: التمثيل البياني لقد يكون هناك مقاومة داخل الفريق لتبني الأنظمة الذكية في تنفيذ المشاريع.

- يمكن أن تؤثر التعقيدات التقنية للأنظمة الذكية على سهولة استخدامها بفعالية.

نلاحظ ان أكبر قيمه الموافقه حيث كانت ما تقارب 29%.

يمكن أن تؤثر التعقيدات التقنية للأنظمة الذكية على سهولة استخدامها بفعالية.					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أوافق	41	28.9	28.9	28.9
	أوافق بشدة	25	17.6	17.6	46.5
	لا أوافق	25	17.6	17.6	64.1
	لا أوافق بشدة	23	16.2	16.2	80.3
	لا أوافق ولا أرفض	28	19.7	19.7	100.0
	Total	142	100.0	100.0	

جدول 20: يمكن أن تؤثر التعقيدات التقنية للأنظمة الذكية على سهولة استخدامها بفعالية.



رسم توضيحي 20 : التمثيل البياني ليمكن أن تؤثر التعقيدات التقنية للأنظمة الذكية على سهولة استخدامها بفعالية

• تحليل الموثوقية والمصدقية

يعد تحليل الموثوقية والصلاحية أحد أهم مكونات أي مشروع بحثي، حيث يساعد في تقييم جودة الأدوات المستخدمة لجمع البيانات ويضمن دقة النتائج. وقد تم فحص الموثوقية والصلاحية باستخدام معايير محددة في سياق دراسة حول كيفية زيادة الأنظمة الذكية لدقة التنبؤ بالوقت وتقليل التأخير في مشاريع البنية التحتية والبناء في المملكة العربية السعودية.

يشار إلى اتساق الأداة المستخدمة لقياس الأفكار ذات الصلة بالموثوقية. وكان المقياس الأساسي لتقييم موثوقية استبيان البحث هو معامل ألفا كرونباخ. وتعتبر القيمة الأعلى من 0.7 مقبولة، والأعلى من 0.8 ممتازة، والأعلى من 0.9 ممتازة. ومعامل ألفا كرونباخ هو رقم يتراوح من 0 إلى 1. وكانت الأداة متسقة في قياس التأثيرات المتوقعة للأنظمة الذكية على دقة التنبؤ بالوقت، وفقاً لنتائج هذه الدراسة، التي حسبت معامل ألفا كرونباخ للمتغيرات البحثية المختلفة.

إن دقة الأداة في قياس ما تهدف إلى قياسه تنعكس في مدى صلاحيتها. ومن أجل إنجاز هذه المهمة، تم استخدام مجموعة متنوعة من التقنيات، بما في ذلك تحليل العوامل، للتأكد من أن الجوانب المختلفة للمتغيرات تتوافق مع الأطر النظرية المختارة. وتزداد مصداقية البيانات المسترجعة من خلال تحديد العناصر الأساسية التي تؤثر على دقة توقعات الوقت من خلال تحليل العوامل.

ولزيادة موثوقية النتائج بشكل أكبر، تم الرجوع إلى المراجعات الأدبية والمقابلات الشخصية. وطُرحت على المشاركين أسئلة مفتوحة لاستنباط المزيد من التفاصيل حول كيفية تأثير الأنظمة الذكية على أداء الجدول الزمني للمشروع، مما أدى إلى تعميق البحث وزيادة صحة النتائج.

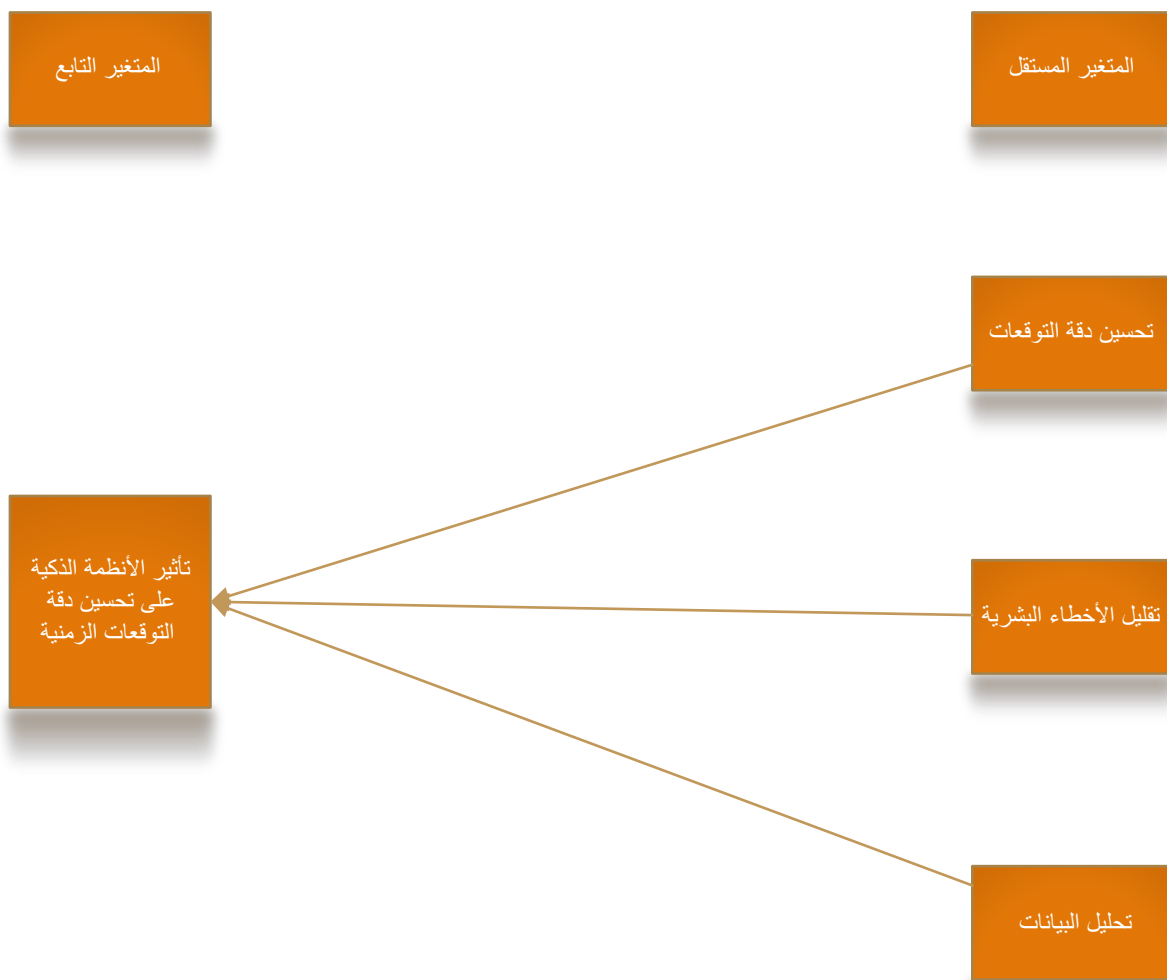
Case Processing Summary			
		N	%
Cases	Valid	142	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	142	100.0
a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.			

جدول 21: ملخص معالجة القضية

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.808	.873	19

جدول 22 تحليل الموثوقية والمصدقية

• متغيرات الدراسة



رسم توضيحي 21 متغيرات الدراسة

• دور الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية في تحسين دقة توقعات المشروع

تعتبر الأنظمة الذكية، وخاصة في صناعات البنية الأساسية والبناء، عنصراً أساسياً في تطوير المشاريع المعاصرة. تتأثر فعالية المشروع واستدامته بشكل إيجابي بمساهمة هذه الأنظمة في تحسين دقة التنبؤ بالوقت. من خلال عدد من الجوانب المهمة، يتناول هذا المقال كيف يمكن للأنظمة الذكية زيادة دقة التنبؤ بالوقت.

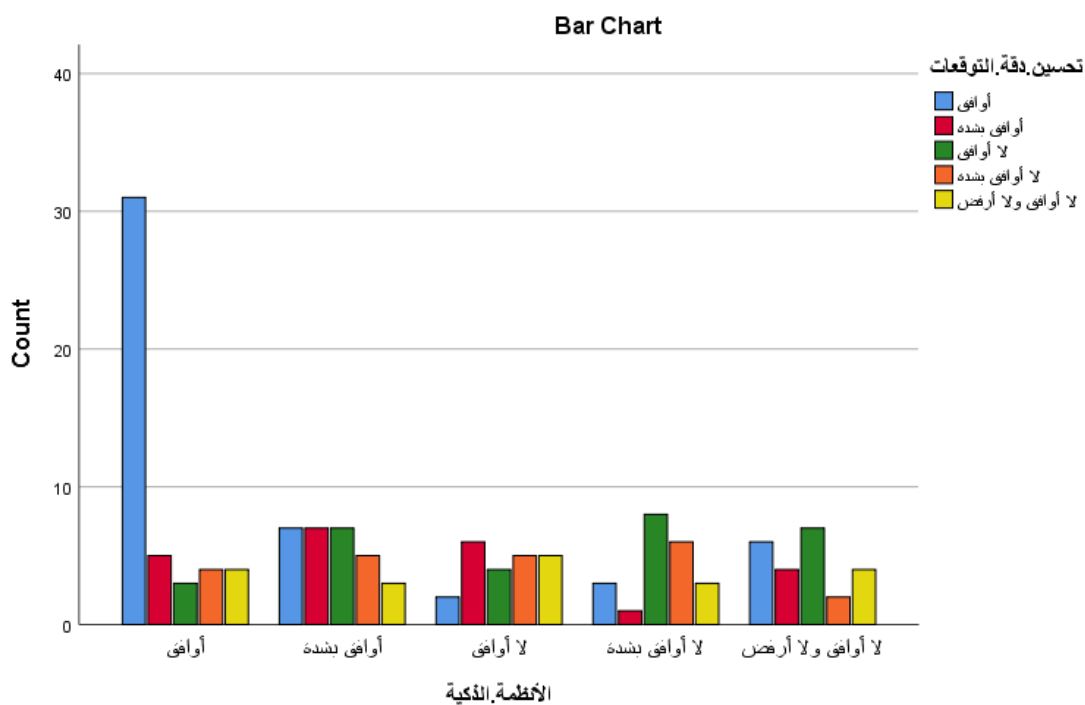
يمكن زيادة دقة توقعات الوقت من خلال الاستفادة من البيانات الضخمة، وهي ثروة من المعلومات. يتم جمع كميات كبيرة من البيانات التاريخية حول المشاريع السابقة، مثل الجداول الزمنية وإحصاءات الأداء واستخدام الموارد، وتحليلها بواسطة الأنظمة الذكية. يعد تحليل البيانات الضخمة إحدى الطرق التي يمكن للأنظمة استخدامها للعثور على الأنماط والاتجاهات التي قد تؤثر على الجدول الزمني للمشروع. على سبيل المثال، من الممكن تقييم كيفية تأثير الطقس على جدولة المشاريع الخارجية، مما يمكن الشركات من ترتيب جداولها بدقة أكبر.

تنشئ الأنظمة الذكية نماذج تنبؤ دقيقة من خلال الاستفادة من أساليب الذكاء الاصطناعي. يمكن لهذه الأنظمة معالجة البيانات السابقة والتكيف مع المتغيرات الجديدة بفضل التعلم الآلي. على سبيل المثال، يمكن للأنظمة التنبؤ بالمدة التي تستغرقها الوظائف المختلفة باستخدام البيانات التاريخية حول المشاريع ذات الصلة. إن حقيقة أن هذه التوقعات مبنية على بيانات واقعية ومبادئ علمية تزيد من موثوقيتها.

إن دقة التقييمات والمعلومات البشرية هي عامل رئيسي في دقة توقعات الوقت. أحد الأسباب الرئيسية لتأخير المشروع هو الخطأ البشري. يمكن تقليل الاعتماد على التقديرات الفردية باستخدام الأنظمة الذكية، مما يحسن الدقة. على سبيل المثال، يمكن للفرق تحديد المخاطر ومتطلبات الموارد بشكل أفضل باستخدام نمذجة معلومات البناء (BIM) لإنشاء تصورات ثلاثية الأبعاد للمشاريع. يتم تسهيل الجدولة بشكل أفضل من خلال قدرة الأنظمة الذكية على تقدير متطلبات الموارد بدقة. يمكن للنظام حساب كمية الموظفين والإمدادات والآلات المطلوبة لكل مرحلة من مراحل المشروع من خلال فحص البيانات التي يمكن الوصول إليها حالياً. يساعد هذا التقدير الدقيق في تقليل الوقت وإهدار الموارد، مما يزيد من فعالية المشروع بشكل عام.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	44.032 ^a	3	.000
Likelihood Ratio	44.694	3	.000
Linear-by-Linear Association	12.457	1	.000
N of Valid Cases	142		
a. 15 cells (60.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.81.			

جدول 23 اختبار كاي اسكوير لدور الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية في تحسين دقة توقعات المشروع



رسم توضيحي 22 دور الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية في تحسين دقة توقعات المشروع

- دور الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية في تقليل الأخطاء البشرية للمشروع

إن أحد أهم الأمور التي تؤثر بشكل خطير على دقة توقعات الوقت في مشاريع البنية التحتية والبناء هو الخطأ البشري. يمكن أن تؤدي هذه الأخطاء إلى تأخيرات باهظة الثمن، والإفراط في الإنفاق، وانخفاض جودة العمل. في هذا الصدد، تعتبر الأنظمة الذكية ضرورية لتقليل هذه الأخطاء وزيادة دقة توقعات الوقت. يشرح هذا النص عددًا من الطرق لتحقيق ذلك.

يتم تحليل كميات كبيرة من بيانات المشروع المعاصرة والتاريخية بواسطة أنظمة ذكية. تتمكن الأنظمة من التعرف على الأنماط والاتجاهات من خلال هذا التحليل الذي قد يتجاهله البشر بخلاف ذلك. على سبيل المثال، يمكن للتقنيات الذكية تقديم توقعات دقيقة تساعد الفرق في تجنب المشكلات إذا كان هناك نمط من التأخير الناجم عن ظروف معينة، مثل سوء الأحوال الجوية أو مشاكل مع موردي المواد. ونتيجة لذلك، يمكن تقليل أخطاء التقدير البشري.

تزيد الأنظمة الذكية من دقة توقعات الوقت من خلال استخدام أساليب الذكاء الاصطناعي مثل التعلم الآلي. تقلل هذه الأنظمة من الاعتماد على التقديرات البشرية من خلال الاستجابة للتغيرات في البيئة والتعلم من البيانات التاريخية. تقل احتمالية حدوث أخطاء ناجمة عن أحكام تعسفية أو تقديرات ذاتية عندما تتمكن الذكاء الاصطناعي من إنتاج توقعات تستند إلى تحليل دقيق للبيانات.

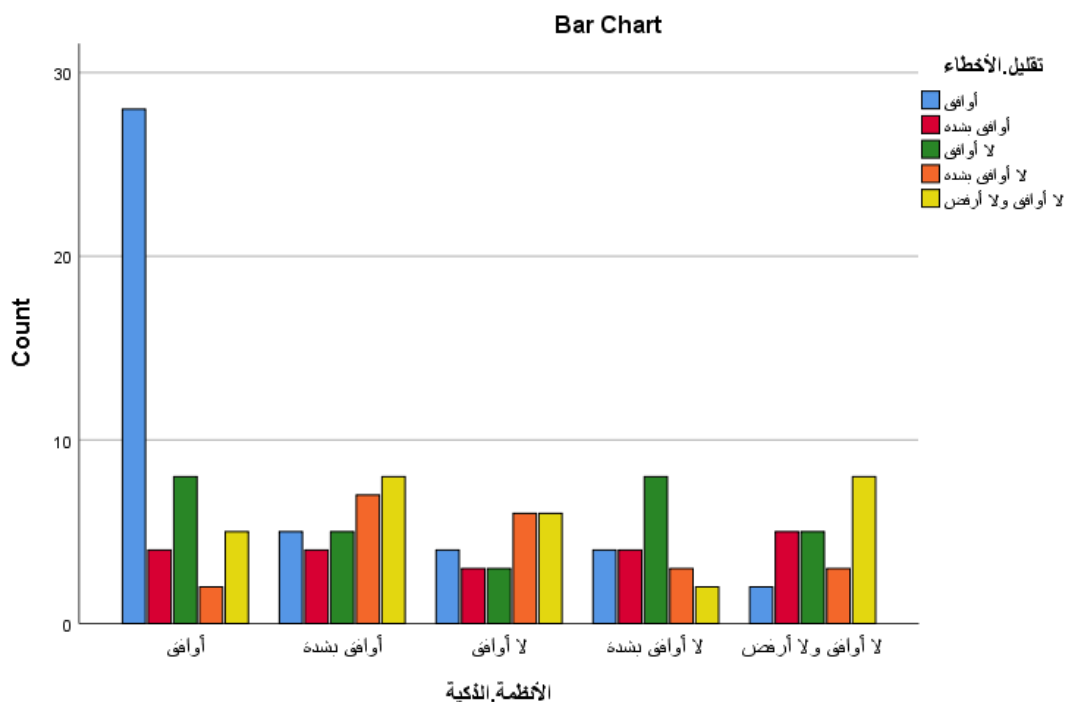
يمكن للفرق الوصول إلى البيانات بسرعة وفعالية بفضل نظام إدارة المعلومات المتكامل الذي توفره الأنظمة الذكية. يمكن للفرق التواصل في الوقت الفعلي باستخدام برامج أو أنظمة إدارة المشاريع مثل نمذجة معلومات البناء (BIM). يتم تقليل احتمالية حدوث أخطاء ناتجة عن الجهل أو سوء التفسير من خلال هذا التواصل الفعال.

أحد المجالات التي يسود فيها الخطأ البشري هو تقدير الموارد. الأنظمة الذكية قادرة على تقدير الموارد المطلوبة بشكل صحيح، بما في ذلك عدد الموظفين والمواد المطلوبة، من خلال تحليل البيانات. يقلل هذا التقدير المدعوم بالبيانات من الحاجة إلى التخمين أو التخمين، مما قد يؤدي إلى أخطاء في الجدولة والتخطيط.

تتيح الأنظمة الذكية التكيف بسرعة مع الظروف المتغيرة. يمكن للأنظمة تقديم اقتراحات سريعة حول كيفية تعديل الجدول الزمني أو إعادة تخصيص الموارد عندما تنشأ تغييرات غير متوقعة في المشروع، مثل التأخير في إمدادات المواد أو تعديلات المواعيد النهائية. يؤدي هذا التعديل السريع إلى تقليل الأخطاء الناجمة عن الفشل في التكيف مع الظروف المتغيرة.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	41.518 ^a	4	.000
Likelihood Ratio	40.901	4	.001
Linear-by-Linear Association	11.799	1	.001
N of Valid Cases	142		
a. 14 cells (56.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.96.			

جدول 24 اختبار كاي اسكوير لدور الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية في تقليل الأخطاء البشرية للمشروع



رسم توضيحي 23 دور الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية في تقليل الأخطاء البشرية للمشروع

- دور الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية في تحليل بيانات المشاريع

يعد تحليل بيانات المشروع أحد المكونات الرئيسية لإدارة المشاريع المعاصرة، والذي يدعم التخطيط الدقيق للجدول الزمني واتخاذ القرارات الفعالة. وفي هذا الصدد، أصبحت الأنظمة الذكية أكثر أهمية بشكل متزايد لأنها تزيد من دقة توقعات الجدول الزمني وتقلل من المخاطر المرتبطة بالمشروع. من خلال فحص بيانات المشروع، تشرح هذه الورقة كيف تساعد الأنظمة الذكية في زيادة دقة تقديرات الجدول الزمني.

يتم تحليل كميات كبيرة من البيانات، بما في ذلك البيانات التاريخية والحالية المتعلقة بالمشروع، بواسطة الأنظمة الذكية. يمكن للأنظمة تحديد الأنماط والعلاقات التي قد لا تُرى من خلال التحليل التقليدي باستخدام أساليب مثل البيانات الضخمة. قد يحدد هذا النوع من الدراسة متغيرات مثل التحولات في أداء الفريق أو الظروف البيئية التي تؤثر على جداول المشروع.

لزيادة دقة تقديرات الجدول الزمني، تستخدم الأنظمة الذكية نماذج تنبؤية متطورة. يمكن لهذه النماذج التعلم من البيانات التاريخية والتكيف مع المواقف الجديدة بفضل أساليب التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي. على سبيل المثال، باستخدام البيانات التاريخية من المشاريع المرتبطة، يمكن لأجهزة الحاسوب التنبؤ بتأخيرات المشروع المحتملة، مما يوفر معلومات مفيدة للتخطيط الدقيق.

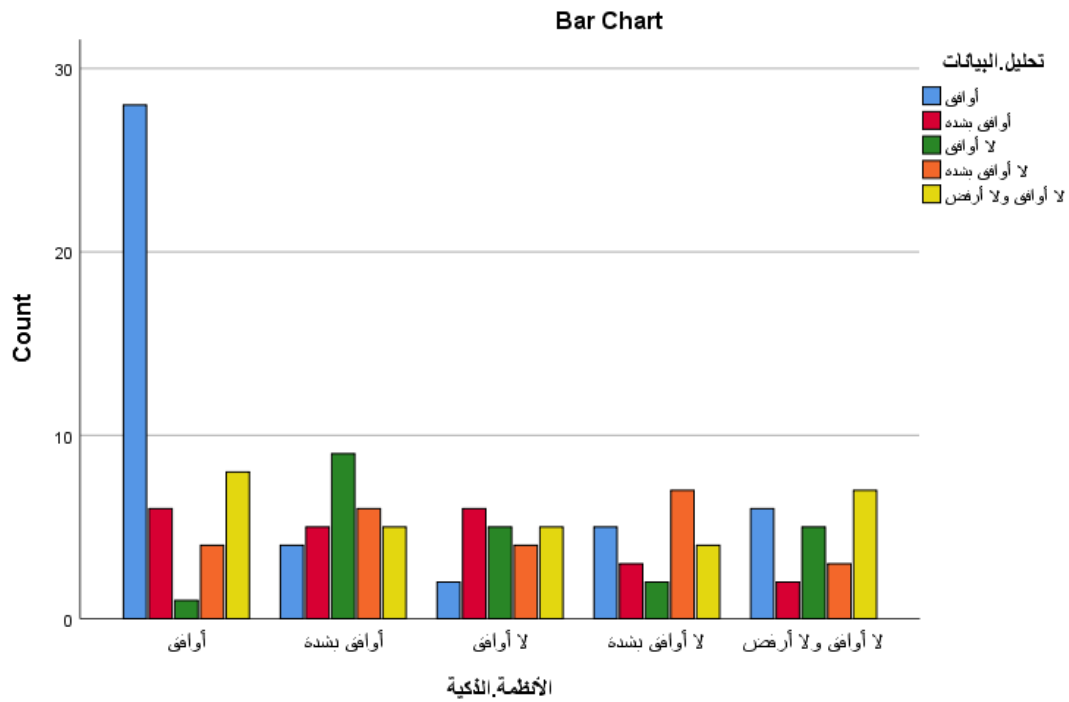
تساعد قدرة الأنظمة الذكية على فحص العديد من الاحتمالات في وقت واحد في تحديد كيفية تأثير كل احتمال على الجدول الزمني للمشروع. يمكن للفرق أن ترى كيف يمكن لهذه العناصر أن تؤثر على الخطة من خلال نمذجة التعديلات المحتملة، مثل التعديلات على الميزانية أو الاختلافات في الطلب. يمكن للمديرين تصميم مبادرات فعالة للحد من المخاطر واتخاذ قرارات مستنيرة بمساعدة هذا النوع من التحليل.

يمكن للفرق اكتشاف المخاطر المحتملة للمشروع بمساعدة التكنولوجيا الذكية التي تساعد في تحليل البيانات. يمكن للأنظمة اكتشاف العناصر التي يمكن أن تسبب تأخيرات أو مشكلات من خلال فحص البيانات السابقة، مما يمكن الفرق من اتخاذ

إجراءات وقائية لتقليل هذه المخاطر. يتم تقليل التأخيرات وتكون توقعات الوقت أكثر دقة عندما يتم إجراء تحليل المخاطر في وقت مبكر.

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	40.751 ^a	4	.001
Likelihood Ratio	42.012	4	.000
Linear-by-Linear Association	8.124	1	.004
N of Valid Cases	142		
a. 15 cells (60.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3.25.			

جدول 25 اختبار كاي اسكوير لدور الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية في تحليل بيانات المشاريع



رسم توضيحي 24: دور الأنظمة الذكية على تحسين دقة التوقعات الزمنية في تحليل بيانات المشاريع

التوصيات

ينبغي تخصيص المزيد من الأموال لإنشاء ونشر حلول تحليل البيانات وذكاء الأعمال. ومن خلال تقديم أدوات تحليل متطورة، يمكن لهذه الأنظمة أن تساعد في زيادة دقة توقعات الوقت، مما يقلل من الخطأ البشري ويعزز فعالية إدارة المشاريع.

إن إنشاء برامج تدريبية شاملة للموارد البشرية أمر بالغ الأهمية في صناعات البنية التحتية والبناء. وينبغي تعليم الفرق الاستخدام الفعال للتكنولوجيات الذكية، بما في ذلك تحليل البيانات واتخاذ القرارات بناءً على المعلومات المستقاة من هذه الأنظمة، كجزء من هذه المبادرات.

ويُنصح بتبني تقنيات إدارة المشاريع المعاصرة التي تستخدم الأنظمة الذكية، مثل نمذجة معلومات البناء (BIM) وأدوات التخطيط الذكية. وتسهل هذه النماذج تنسيق الفريق بشكل أفضل، مما يزيد من دقة تقدير الوقت ويقلل من التأخير.

نظرًا لأن التكنولوجيات الذكية يمكن أن تمكن من تبادل المعلومات والتحديثات في الوقت الفعلي، فيجب تعزيز بيئات العمل التعاونية بين فرق المشروع المختلفة. فالفرق التي تتواصل بشكل جيد تكون أكثر قدرة على اتخاذ القرارات بسرعة، مما يقلل من احتمالية الأخطاء ويحسن كفاءة التخطيط للوقت.

لجمع المعلومات حول دقة توقعات الوقت وأي تأخيرات، يُنصح بإجراء تقييمات أداء منتظمة باستخدام أنظمة ذكية. يمكن ابتكار حلول فعالة للتغلب على العقبات المستقبلية ويمكن العثور على مجالات للتحسين من خلال تحليل هذه البيانات. من خلال استخدام التغذية الراجعة المستمرة، تزداد دقة التوقعات وينخفض خطر التأخير.

المراجع

- Aboelmagd, Y. M. (2023). INTEGRATED TIME SCHEDULE DELAYS FORECASTING MODEL IN EGYPTIAN CONSTRUCTION SITES. Retrieved from <https://oresta.org/menu-script/index.php/oresta/article/view/635>
- Abolelmagd, Y. M. (2023). Evaluating Delay Causes for Constructing Road Projects in Saudi Arabia. Retrieved from https://digitalcommons.aaru.edu.jo/cgi/viewcontent.cgi?params=/context/isl/article/2259/&path_info=k6d897d97e2m7b.pdf
- Abougamil, R. A. (2024). An Investigation of BIM Advantages in Analysing Claims Procedures Related to the Extension of Time and Money in the KSA Construction Industry. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2075-5309/14/2/426>
- 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>
- 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
- Alanazi, F. (2023). Development of Smart Mobility Infrastructure in Saudi Arabia: A Benchmarking Approach. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/4/3158>
- 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
- Alenazi, E. (2022). Exploring the Nature and Impact of Client-Related Delays on Contemporary Saudi Construction Projects. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2075-5309/12/7/880>
- Alenazi, E. O. (2018). Using BIM for Delay Management in Public Sector Construction Projects in KSA. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/288351422.pdf>
- 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
- 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

- 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>
- 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
- Al-Yami, A. (2019). BIM in the Saudi Arabian construction industry: state of the art, benefit and barriers. Retrieved from <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJBPA-08-2018-0065/full/html>
- AM, A. (2024). An integrated DEMATEL and system dynamic model for project cost prediction. Retrieved from <https://europepmc.org/article/pmc/pmc10881366>
- Antucheviciene, J. (2023). BIM Impact on Construction Project Time Using System Dynamics in Saudi Arabia's Construction. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/9/2267>
- 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>
- 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>
- Barcaui, A. (2023). Who is better in project planning? Generative artificial intelligence or project managers? Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666721523000224>
- 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
- 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>
- 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>
- Dubey, R. (2024). Alliances and digital transformation are crucial for benefiting from dynamic supply chain capabilities during times of crisis: A multi-method study. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527324000239>
- 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

- 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
- Farhadi, F. (2024). Challenges and Solutions in Smart Construction Adaptation; 2024 Review. Retrieved from <https://neuroject.com/challenges-and-solutions-in-smart-construction/>
- 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
- 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
- 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/>
- 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>
- 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>
- Marikyan, D. (2023). Technology Acceptance Model (TAM). Retrieved from <https://open.ncl.ac.uk/theories/1/technology-acceptance-model/>
- Mercedes-Heredia, M. (2024). How Does Smart Technology Improve Energy Efficiency and Control? Retrieved from <https://www.glaciergrid.com/resources/technical-guides/smart-technology>
- Minois, N. (2023). The Importance of Communication in Project Management. Retrieved from <https://instituteprojectmanagement.com/blog/the-crucial-role-of-communication-in-project-management/>
- Münch, C. (2022). Capabilities of digital servitization: Evidence from the socio-technical systems theory. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162521007927>
- 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_
- Nilimaa, J. (2023). Smart materials and technologies for sustainable concrete construction. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666165923000595>

- Owaimer, A. (2024). Industry 4.0 technologies: an examination of benefits, challenges and critical success factors for implementation in the Saudi construction industry. Retrieved from <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/CI-01-2024-0001/full/html>
- Ozmen, H. B. (2023). Risk Factors for Time and Cost Overruns of Pipeline Projects in Saudi Arabia. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2023/9497451>
- Papagiannidis, E. (2023). Uncovering the dark side of AI-based decision-making: A case study in a B2B context. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019850123001931>
- R., F. (2013). Critical decision-making skills for project managers. Retrieved from <https://www.pmi.org/learning/library/critical-decision-making-skills-project-managers-5798>
- 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>
- Senjak, M. (2023). https://www.researchgate.net/publication/375495465_Sustainable_Materials_and_Construction_Practices_in_Industrial_Buildings. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/372328117_IMPROVING_CONSTRUCTION_PROJECTS_AND_REDUCING_RISK_BY_USING_ARTIFICIAL_INTELLIGENCE
- Shash, A. A. (2021). Causes of material delays in capital projects in Saudi Arabia. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15623599.2021.1956294>
- 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>
- Team Asana. (2024). Project management methodologies: 12 popular frameworks. Retrieved from <https://asana.com/resources/project-management-methodologies>
- Uraif, A. (2024). Developing Healthcare Infrastructure in Saudi Arabia Using Smart Technologies: Challenges and Opportunities. Retrieved from <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=134984>
- 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>
- Watt, A. (2023). Framework for Project Management. Retrieved from <https://opentextbc.ca/projectmanagement/chapter/chapter-4-framework-for-project-management-project-management/>
- 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_CONTEXT

الملاحق

الاستبانة

• الأسئلة العامة

- ✓ العمر
- ✓ الجنس
- ✓ الدرجة العلمية

• أسئلة الاستبانة

- ✓ تعتمد شركتنا على الأنظمة الذكية لتحسين إدارة المشاريع.
- ✓ يتم استخدام التقنيات الذكية لتتبع تقدم العمل وجدولة المهام.
- ✓ تساهم الأنظمة الذكية في تحسين دقة التوقعات الزمنية للمشاريع.
- ✓ تحرص الشركة على توفير الموارد التقنية اللازمة لتطبيق الأنظمة الذكية في المشاريع.
- ✓ تساعد الأنظمة الذكية في وضع توقعات زمنية دقيقة لكل مرحلة من مراحل المشروع.
- ✓ تمكننا التقنيات الذكية من تحديث التوقعات الزمنية بشكل مستمر وفعال.
- ✓ يؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين دقة تقدير فترات تنفيذ المشروع.
- ✓ تساهم الأنظمة الذكية في تحديد نقاط التأخير المحتملة والتعامل معها مسبقاً.
- ✓ تساعد الأنظمة الذكية في تقليل التأخيرات الناتجة عن أخطاء في الجدولة.
- ✓ تسهم تقنيات الذكاء الصناعي في تحسين إدارة الموارد وتقليل الفجوات الزمنية.
- ✓ تعمل الأنظمة الذكية على تحليل البيانات بسرعة لتجنب التأخيرات.
- ✓ يؤدي استخدام الأنظمة الذكية إلى تحسين استجابة الفريق لتحديات المشروع وتقليل التأخيرات.
- ✓ تواجه الشركة تحديات في دمج الأنظمة الذكية مع الأنظمة التقليدية المستخدمة.
- ✓ تحتاج الأنظمة الذكية إلى تكلفة عالية في التطبيق والصيانة.
- ✓ قد يكون هناك مقاومة داخل الفريق لتبني الأنظمة الذكية في تنفيذ المشاريع.
- ✓ يمكن أن تؤثر التعقيدات التقنية للأنظمة الذكية على سهولة استخدامها بفعالية.

✓ https://docs.google.com/forms/d/13iu1NFpZvNFVW_gLueWStgH79Q6_BPLAtEpSnCNR80Y/edit

Abstract

In the Kingdom of Saudi Arabia, this study looks at "The Impact of Smart Systems on Improving the Accuracy of Time Forecasts and Reducing Delays in Construction and Infrastructure Projects." A sample of 142 individuals, representing a range of stakeholders in the construction industry, were used in the study. The study is to investigate how smart systems, such as data analysis tools and artificial intelligence applications, might decrease delays and increase the accuracy of time estimates. Because smart technologies reduce human error by delivering correct information and thorough data analysis, the results demonstrated a substantial positive association between their use and improving time forecast accuracy. Additionally, it was demonstrated that intelligent systems improve team communication, facilitating prompt and well-informed decision-making. Based on these findings, the study offers suggestions for strengthening the use of smart systems in infrastructure and building projects in an effort to boost efficiency and cut down on delays, which helps the Kingdom of Saudi Arabia achieve its strategic objectives and foster sustainable growth.

Midocean University

Management College

Specialization of Master of Project Management



**The Impact of Intelligent 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

Supervisor/

First Supervisor

D. Asmaa Abu Anza

Second supervisor

D. Hoda Metwally Ramadan

Year:

2024