

تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي

إعداد الطالبة

مشاعر محمد الحسن عوض الكريم العطا

إشراف/

د. الفيصل عبد الحميد

د. فايز جراد

العام الدراسي: 2025-2026

بسم الله الرحمن الرحيم، وبه أستعين، والصلاة
والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد وعلى آله
وصحبه أجمعين.

إهداء

إلى روح والديّ الغائبين رحمهما الله،

إلى أبنائي قرّة عيني: عمرو، وائل، علاء،

وإلى أسرة العمل المترابطة التي كانت وما تزال مصدر إلهام

ودعم مستمر لي نحو التقدم، والتعلم، والنجاح.

شكر وتقدير

أُتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى لجنة الحُكم والمقيمين، والدكاترة المشرفين على الدراسة، وإلى القادة وزملاء العمل الذين كان لهم دورا كبيرا في توفير بيئة محفزة للإنجاز والتعلم.

كما أتوجه بجزيل الشكر إلى جميع العاملين في قطاع البناء في إمارة أبو ظبي بكافة فئاتهم، ممن ساهموا في إنجاح هذه الدراسة من خلال مشاركتهم الفاعلة في الدراسة الميدانية، وكان لتعاونهم الأثر الكبير في الوصول إلى نتائج علمية دقيقة، وذات قيمة تطبيقية.

فهرس المحتويات

5	فهرس المحتويات
8	قائمة الجداول :
9	فهرس الأشكال
10	المستخلص: Abstract
11	الفصل الأول - المقدمة
11	المقدمة:
12	مشكلة الدراسة
13	-أهمية الدراسة.
13	. الأهمية العملية
14	. الأهمية العلمية
14	أهداف الدراسة.
15	-تساؤلات الدراسة
15	- فروض الدراسة
15	الفرضية الرئيسية
15	الفرضيات الفرعية
16	نموذج الدراسة المفاهيمي
17	الفصل الثاني - الإطار النظري والدراسات السابقة
17	-مقدمة
18	أولاً: تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء (المتغير المستقل)
18	مفهوم الذكاء الاصطناعي
18	أهمية استخدام الذكاء الاصطناعي في قطاع البناء
19	أهداف استخدام الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء
19	خصائص تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع
20	أبعاد تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء
21	ثانياً: إدارة التكلفة في مشاريع البناء (المتغير التابع)
21	مفهوم إدارة التكلفة
21	أهمية إدارة التكلفة في مشاريع البناء
22	أبعاد إدارة التكلفة في مشاريع البناء

23.....	العلاقة بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وإدارة التكلفة في مشاريع البناء
23.....	-الدراسات السابقة
23.....	الدراسات العربية
29.....	الدراسات الأجنبية
33.....	التعليق على الدراسات السابقة
33.....	أولاً: أوجه الاتفاق بين الدراسات السابقة
34.....	ثانياً: أوجه الاختلاف بين الدراسات السابقة
35.....	ثالثاً: الفجوات البحثية التي تسدها الدراسة الحالية
36.....	رابعاً: أهمية الدراسة الحالية في ضوء الفجوات البحثية
37.....	الفصل الثالث - منهجية الدراسة
37.....	-مقدمة
37.....	تصميم البحث
38.....	-المنهجية وطرق البحث
38.....	منهج الدراسة
39.....	أدوات الدراسة :
40.....	. التحليل الإحصائي (Statistical Analysis)
40.....	مجتمع الدراسة
40.....	عينة الدراسة
44.....	طريقة اختيار العينة
44.....	مبررات حجم العينة
45.....	طريقة توزيع الاستبانة
46.....	صدق وثبات أداة الدراسة
48.....	-حدود البحث
49.....	مصطلحات الدراسة (التعريفات الإجرائية)
51.....	الأداة المستخدمة للتحليل الإحصائي
53.....	الفصل الرابع - النتائج والتوصيات
53.....	المقدمة
53.....	اختبار التوزيع الطبيعي
54.....	تحليل البيانات الوصفية

54.....	المتغير المستقل: تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء
59.....	المتغير التابع: إدارة التكلفة في مشاريع البناء
64.....	اختبار فرضيات الدراسة
64.....	الاختبارات القبلية للبحث في اختبار فرضيات الدراسة
64.....	نتائج اختبار فرضيات الدراسة:
66.....	تحليل نتائج اختبار الفرضيات الفرعية
67.....	ملخص النتائج:
68.....	التوصيات
70.....	المراجع
70.....	-المراجع العربية
72.....	-المراجع الأجنبية
73.....	الملاحق
73.....	الاستبانة
73.....	أولاً: البيانات الديموغرافية
75.....	البعد الثاني: الأتمتة الذكية لعمليات إدارة المشاريع
76.....	البعد الثالث: دعم اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي
76.....	البعد الرابع: كفاءة تخصيص الموارد المالية
77.....	ب) المتغير التابع: إدارة التكلفة في مشاريع البناء
77.....	البعد الأول: دقة تقدير تكاليف المشروع
77.....	البعد الثاني: التحكم في تكاليف المشروع
78.....	البعد الثالث: تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية
78.....	البعد الرابع: كفاءة تخصيص الموارد المالية
80.....	-الملخص Abstract

قائمة الجداول :

- جدول رقم (1) : العينة الخاضعة للتحليل..... 41
- جدول رقم (2): توزيع أفراد عينة الدراسة حسب النوع الاجتماعي..... 41
- جدول رقم (3): توزيع افراد عينة الدراسة حسب العمر 42
- جدول رقم (4): توزيع افراد عينة الدراسة حسب سنوات الخبرة..... 43
- جدول رقم (5): نتائج معامل ارتباط بيرسون بين أبعاد الدراسة والدرجة الكلية 47
- جدول رقم (6): نتائج اختبار كرونباخ ألفا..... 48
- جدول رقم (7) : اختبار Kolmogorov-Smirnov للتوزيع الطبيعي..... 53
- جدول رقم (8): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعد التحليل التنبؤي للتكاليف 54
- جدول رقم (9): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعد الأتمتة الذكية لعمليات إدارة المشاريع..... 55
- جدول رقم (10): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعد تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية..... 56
- جدول رقم (11): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعد كفاءة تخصيص الموارد المالية..... 58
- جدول رقم (12): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعد دقة تقدير تكاليف المشروع... 59
- جدول رقم (13): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعد التحكم في تكاليف المشروع .. 60
- جدول رقم (14): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعد تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية..... 61
- جدول (15): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعد كفاءة تخصيص الموارد المالية ... 62
- جدول رقم (16): اختبار معامل تضخم التباين والتباين المسموح ومعامل الالتواء..... 64
- جدول رقم (17) : نتائج اختبار تحليل التباين والانحدار المتعدد لأثر أبعاد استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي..... 65

فهرس الأشكال

- شكل رقم (1): نموذج الدراسة المفاهيمي 16
- شكل رقم (2): توزيع أفراد عينة الدراسة حسب النوع الاجتماعي 42
- شكل رقم (3): توزيع افراد عينة الدراسة حسب العمر 43
- شكل رقم (4): توزيع افراد عينة الدراسة حسب سنوات الخبرة 44

المستخلص : Abstract

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي، من خلال تحليل دور مجموعة من الأبعاد المتمثلة في: التحليل التنبؤي للتكاليف، والأتمتة الذكية لعمليات إدارة المشاريع، ودعم اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي، وكفاءة تخصيص الموارد المالية، في تحسين إدارة التكلفة بأبعادها المختلفة.

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي الاستدلالي لملاءمته لطبيعة الدراسة، حيث تم استخدام الاستبانة كأداة رئيسية لجمع البيانات. وتكون مجتمع الدراسة من العاملين في قطاع مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي، بما يشمل مديري المشاريع، ومهندسي التكلفة، ومهندسي التخطيط، والمهندسين العاملين في المؤسسات الحكومية والخاصة. أما عينة الدراسة فقد بلغت (120) مشاركًا تم اختيارهم بطريقة العينة القصدية.

أظهرت نتائج الدراسة وجود أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البناء، حيث بلغت القدرة التفسيرية للنموذج (26.8%). كما بينت النتائج أن أكثر الأبعاد تأثيرًا هو دعم اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي، يليه كفاءة تخصيص الموارد المالية، ثم التحليل التنبؤي للتكاليف، في حين لم يظهر بعد الأتمتة الذكية تأثيرًا معنويًا مستقلًا. كما أكدت النتائج أن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي يساهم في تحسين دقة تقدير التكاليف، وتعزيز الرقابة المالية، وتقليل الهدر، وتحسين كفاءة استخدام الموارد.

الكلمات المفتاحية (Keywords): الذكاء الاصطناعي، إدارة التكلفة، مشاريع البناء، التحليل التنبؤي، دعم اتخاذ القرار، الأتمتة الذكية، تخصيص الموارد المالية، إمارة أبو ظبي.

الفصل الأول - المقدمة

المقدمة

لقد شهدت دولة الإمارات العربية المتحدة في العقود الأخيرة طفرة كبيرة في مجال العمران ، كما في غيره من القطاعات الأخرى، وتعتبر إمارة أبو ظبي من الإمارات التي تظهر فيها هذه الطفرة بشكل واضح . من الممكن أن يعزى هذا الأمر لما تنفذه الإمارة من خطط طموحة ترمي لإنشاء بنية تحتية متطورة تساعد على تعزيز جودة الحياة لسكان الغمارة ، وفي ذات الوقت تدعم خطط الإمارة من أجل تحقيق هدف النمو الاقتصادي المستدام.

من جانب آخر ، فإن هذه الجهود من قبل القائمين على أمر العمران بالإمارة تتفق مع رؤية أبو ظبي الاقتصادية 2030 التي تشجع على تطبيق أعلى معايير الابتكار ، والاستفادة من التكنولوجيا الرقمية، وتوظيف الجديد والفعال من التقنيات الحديثة في قطاع البناء مثال على ذلك تقنيات الذكاء الاصطناعي. إن هذا الاتجاه الذي ترمي له الإمارة يؤكد على ما توليه من اهتمام لقطاع البناء، وعلى توظيف كل الوسائل التي تساعد على وصول هذا القطاع للتطور المنشود (دائرة البلديات والنقل، 2023).

من الجوانب التي تتمتع بقدر كبير من الأهمية في قطاع البناء جانب التكلفة ، وذلك لأن هناك احتمالية كبيرة لتجاوز تكلفة المشروعات القيم المقررة ، والخطط الموضوعة ، وتزداد هذه الاحتمالية بزيادة حجم المشروعات ، ودرجة التعقيد الخاص بها، وفي إمارة أبو ظبي يتم تنفيذ مشروعات ضخمة ومتشابكة مما يزيد من الحاجة لتطبيق تقنيات فعالة تساعد على إدارة التكلفة بشكل فعال .

من الجوانب الخاصة بالتكلفة في مشاريع البناء ، والتي تتطلب تطبيق تقنيات فعالة للسيطرة عليها المخاطر ، وهي جوانب عدم اليقين في المشروعات ، والتي من الممكن أن تظهر في أي لحظة خارج التوقعات ، وعليه تتسبب في توليد تكلفة لم تكن في الحسبان. لذلك ، فمن المهم جدا في مشروعات البناء التعرف على أسباب الخطر في المشروعات، وإدارتها بشكل فعال لتفادي تعقيدات التكلفة الخاصة بها. من هنا نتبين أهمية تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي الخاصة بالتنبؤ بالمخاطر. ليس هذا فحسب، بل توجد أيضا متغيرات في بيئة العمل قد تحدث لأسباب داخلية أو خارجية، وفي حال كانت درجة التنبؤ بتلك المتغيرات على مستوى عال من الدقة تقل مخاطر التكلفة المتعلقة بها . هكذا نتبين أهمية تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي المتعلقة بالتنبؤ الدقيق (الحربي، 2021).

من أنواع تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تستخدم في إدارة التكلفة في مشروعات البناء ، هناك تقنية التحلل التنبؤي ، وأيضا نجد الخوارزميات الذكية، بالإضافة إلى الأنظمة التي تعمل بتطبيق مبدأ تعلم الآلة، وأيضا نمذجة معلومات البناء (BIM) المدعومة والمعززة بالذكاء الاصطناعي، بالإضافة لتقنيات الواقع

المعزز، وانترنت الأشياء التي توفر بيانات من مواقع العمل يتم تحديثها طوال الوقت (Zhang et al., 2022؛ Alabdulkarim, 2023).

نتبين مما سبق أهمية تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في قطاع البناء في إمارة أبو ظبي ، والاهتمام بتحديث التقنيات المطبقة مع الوقت للمحافظة على مستوى عال من الدقة في التنبؤ، والسيطرة على المخاطر، والاستجابة السريعة للمتغيرات عبر المتابعة للصيقة والدقيقة للمستجدات في مواقع التنفيذ ، وبشكل لحظي.

مشكلة الدراسة

من المشاكل التي تتطلب الاهتمام الكبير ، والمعالجات العاجلة فيما يخص مشروعات البناء في إمارة أبو ظبي، تجاوز العديد من المشروعات للتكلفة المقررة لها ، وعدم التزام تلك المشروعات بالموازنات الموضوعة والمخطط لها مما يخلق تعقيدات تؤثر على الميزانية العامة للقطاع ، أو ينتج عنها مشكلات تتعدى الجودة . تؤكد هذا الأمر التقارير الصادرة عن دائرة البلديات والنقل والتي توجد على قمة هرم إدارة مشروعات البناء الحكومية بالإمارة . إن هذه التقارير تشير إلى وجود تجاوزات مالية في مشروعات البنية التحتية المنفذة بالإمارة في عام 2022 تتراوح ما بين 10% و 25% (دائرة البلديات والنقل، 2022).

إن هذه التجاوزات تعود لمجموعة من الأسباب منها عدم كفاءة أدوات الرقابة المالية، وعدم توظيف التقنيات الرقمية بالشكل المطلوب . لذلك تتمحور الدراسة حول تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي الخاصة بإدارة التكلفة والتي تشمل كل من التحليل التنبؤي للتكاليف، والأتمتة الذكية في عمليات إدارة المشاريع المختلفة، وتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تساعد في تعزيز عملية اتخاذ القرار، ورفع كفاءة عملية تخصيص الموارد المالية. الجوانب التي تبحث الدراسة عن تأثير هذه التقنيات عليها تتمثل في إدارة التكلفة بشكل فعال من حيث الدقة في عملية تقدير تكلفة المشروعات ، وتقادي الأخطاء في عملية التقدير، مع التحكم في تكلفة المشروع طوال فترة التنفيذ، والدقة من حيث إعداد تقارير المشروعات المالية، هذا بالإضافة إلى الحد من الهدر في الوقت والموارد من حيث الإدارة الفاعلة لعمليات الشراء، والوقت المخصص لمراحل المشروع المختلفة، واستخدام الآليات والكوادر الفنية وغير ذلك.

إن هذه الفجوة بين ما هو متاح من إمكانيات تقنية ، وواقع التطبيق العملي في الشركات العاملة في أبو ظبي، تبين الحاجة الماسة إلى دراسات ، وأبحاث علمية تساعد على قياس مدى تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على رفع مستوى الدقة في إدارة التكلفة، على وجه الخصوص في المشاريع الكبيرة الحجم، والتعقيد العالي، ومن ثم تقدم التوصيات للشركات العاملة في هذا المجال حول ما يلزم لتحقيق نتائج أفضل، وأكثر دقة من حيث تقديرات التكلفة ، بتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي الحديثة .

اعتمادا على ما سبق، فإن مشكلة الدراسة تدور حول السؤال الرئيس التالي:

"إلى أي مدى تؤثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي؟"

-أهمية الدراسة.

تتمتع هذه الدراسة بالأهمية العلمية والعملية ، ونوضح ذلك فيما يلي:

. الأهمية العملية

تتمتع هذه الدراسة بأهمية عملية متمثلة في تقديم أدوات ، وحلول تطبيقية يمكن لمدرء المشاريع، والجهات الحكومية في إمارة أبو ظبي استخدامها ، وذلك كونها تقدم أدلة علمية على أن النظم الذكية من الممكن أن تعزز من دقة التقديرات المالية، كما تحسن الرقابة خلال عملية تنفيذ مشاريع البناء، إلى جانب الحد من احتمالية الأخطاء التي من الممكن أن تنتج عن الاعتماد على الخبرة البشرية فحسب (الشمري، 2020).

هناك دراسات دولية أشارت إلى كون تطبيق الذكاء الاصطناعي في مجال المراقبة لتقدم المشروع من الممكن أن تقود لخفض احتمالية إعادة الأعمال بنسبة من الممكن أن تبلغ 30% في مشاريع البناء الكبرى (Zhang et al., 2022). هكذا، نتبين أن هذه الدراسة تسهم في إرشاد المؤسسات نحو آليات عملية تحسن من الكفاءة التشغيلية ، وضبط التكلفة في نطاق مشاريع إمارة أبو ظبي.

تتمثل الأهمية التقنية لهذه الدراسة في أنها تلعب دورا كبيرا في تحليل المساهمة التي يمكن أن تقدمها تقنيات الذكاء الاصطناعي في تطوير مشاريع البناء بإمارة أبو ظبي، على وجه الخصوص مع الزيادة الملحوظة في الاعتمادية على البيانات الضخمة، ونماذج التنبؤ بالمخاطر، والتقنيات الخاصة بالمراقبة الذكية.

أيضا أثبتت بعض الدراسات كدراسة السعدي (2022) على سبيل المثال ، أن الضعف في البنية الرقمية في بعض الشركات يؤثر سلبا على فعالية إدارة تكلفة المشروعات . هذا ، بينما ناقش Alabdulkarim (2023) أن الأنظمة التنبؤية تلعب دورا كبيرا في اكتشاف الانحرافات المالية قبل أن تحدث بنسبة عالية من الدقة .

كما أن هناك دراسات هندسية دولية، بينت أن دمج الذكاء الاصطناعي في أنظمة إدارة المشاريع يساهم بشكل واضح في رفع مستويات الجودة، والحد من الأخطاء، وتعزيز موثوقية القرار الهندسي (Ibrahim & Hanna, 2021). و

من هذا المنطلق، فإن هذه الدراسة تساعد في توضيح البعد التقني اللازم للتحويل الرقمي في قطاع الإنشاءات.

. الأهمية العلمية

تتبع أهمية الدراسة العلمية من كونها تساهم في إكمال النقص في الدراسات في العالم العربي التي لم تدرس العلاقة ما بين الذكاء الاصطناعي، وإدارة التكلفة في مشاريع البناء، وعلى وجه الخصوص في دولة الإمارات العربية المتحدة. نجد أن هناك مراجعات أدبية عربية قد ناقشت موضوع ضعف الإنتاج العلمي المتخصص في هذا المجال، والذي لا يتفق مع التزايد الذي تشهده أهمية الذكاء الاصطناعي في قطاع الإنشاءات (السعدي، 2022؛ الحربي، 2021).

من جانب آخر، فإن هناك دراسات أجنبية قد ناقشت ضرورة أن تجري دراسات سياقية محلية في مجال تحليل، وتقييم آثار التقنيات الذكية في بيئات محددة مثل مشاريع الخليج (Ibrahim & Hanna, 2021). هكذا، نجد أن هذه الدراسة تساهم في إثراء المعرفة العلمية، كما أنها تفتح المجال لدراسات مستقبلية متخصصة بشكل أكبر في دراسة الذكاء الاصطناعي، وتطبيقاته في مجال إدارة المشاريع في أبو ظبي.

أهداف الدراسة.

الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو : "قياس على تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي".

بينما تشمل الأهداف الفرعية للدراسة ما يلي:

1. قياس تأثير توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في التنبؤ بالتكلفة في مشروعات البناء في إمارة أبو ظبي على فعالية عملية إدارة التكلفة.
2. اختبار تأثير توظيف الأتمتة الذكية في عمليات إدارة مشاريع البناء في أبو ظبي على إدارة التكلفة .
3. التعرف على تأثير استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي الخاصة بدعم وتعزيز عملية اتخاذ القرار على إدارة التكلفة في قطاع البناء في إمارة أبو ظبي.
4. قياس أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي المتعلقة بتخصيص الموارد المالية على إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي.
5. تقديم توصيات تساعد أصحاب القرار على الاستخدام الأمثل لتقنيات الذكاء الاصطناعي في إمارة أبو ظبي من أجل إدارة تكلفة أكثر فعالية لمشروعات البناء بالإمارة.

-تساؤلات الدراسة

السؤال الرئيس للدراسة هو : " ما هو تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي؟

الأسئلة الفرعية

1. هل هناك علاقة ذات دلالة إحصائية ما بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في التنبؤ بالتكلفة في مشروعات البناء في إمارة أبو ظبي وفعالية عملية إدارة التكلفة؟
2. هل هناك علاقة ذات دلالة إحصائية ما بين توظيف الأتمتة الذكية في عمليات إدارة مشاريع البناء في أبو ظبي وفعالية عملية إدارة التكلفة ؟
3. هل هناك علاقة ذات دلالة إحصائية ما بين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي الخاصة بدعم وتعزيز عملية اتخاذ القرار على إدارة التكلفة في قطاع البناء في إمارة أبو ظبي؟
4. هل هناك علاقة ذات دلالة إحصائية ما بين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي المتعلقة بتخصيص الموارد المالية وإدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي؟
5. ما هي التوصيات التي تساعد على تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في إمارة أبو ظبي من أجل إدارة تكلفة أكثر فعالية؟

- فروض الدراسة

الفرضية الرئيسية

لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) لتطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي من وجهة نظر العاملين في قطاع البناء.

الفرضيات الفرعية

1. الفرضية الفرعية الأولى

لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية ما بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في التنبؤ بالتكلفة في مشروعات البناء في إمارة أبو ظبي وفعالية عملية إدارة التكلفة.

2. الفرضية الفرعية الثانية

لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية ما بين توظيف الأتمتة الذكية في عمليات إدارة مشاريع البناء في أبو ظبي وفعالية عملية إدارة التكلفة.

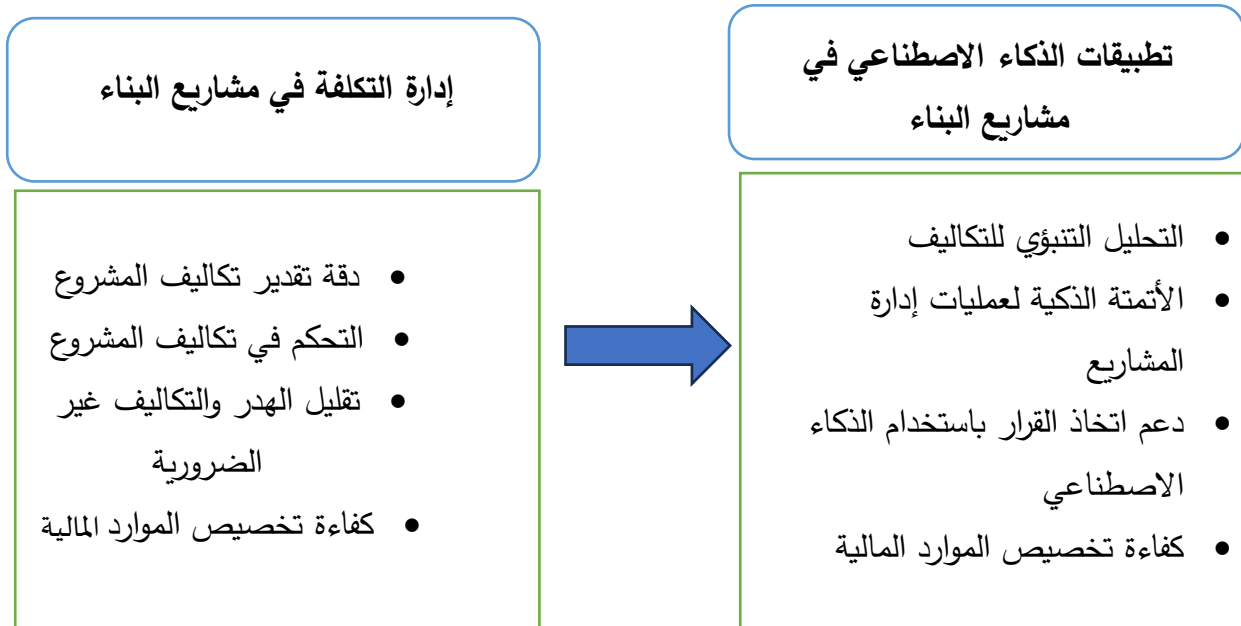
3. الفرضية الفرعية الثالثة

لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية ما بين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي الخاصة بدعم وتعزيز عملية اتخاذ القرار على إدارة التكلفة في قطاع البناء في إمارة أبو ظبي

4. الفرضية الرابعة

لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية ما بين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي المتعلقة بتخصيص الموارد المالية وإدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي.

نموذج الدراسة المفاهيمي



شكل رقم (1): نموذج الدراسة المفاهيمي

الفصل الثاني - الإطار النظري والدراسات السابقة

-مقدمة

في البحوث العلمية يعتبر الإطار النظري مكون رئيس ، وعلى قدر كبير من الأهمية . بداية ، فهو يساعد الباحث على أن يفهم موضوع الدراسة ، وأن يلم بمختلف جوانب الموضوع مما يساعده على صياغة مشكلة الدراسة ، وصياغة الأهداف والتساؤلات بالصورة الصحيحة. أيضا يساعد الإطار النظري ، والدراسات السابقة الباحث على التعرف على ما تمت مناقشته من نقاط تتعلق بمشكلة الدراسة ، والمناهج العلمية التي تناسبها ، وأيضا التعرف على خصائص عينة الدراسة التي تساعد على جمع بيانات مفيدة للدراسة ، وتساعد على الاختبار الفعلي لفرضيات الدراسة. من جانب آخر، فإن الإطار النظري يساعد على صياغة أسئلة الاستبيان ، وتصميم أداة الدراسة على النحو الذي يساعد على جمع البيانات المطلوبة بما يخدم أغراض البحث العلمي ، ويجيب على تساؤلات الدراسة بشكل وافي.

من جانب آخر ، فإن الدراسات السابقة تساعد على التعرف على الفجوة البحثية التي من الممكن أن تعالجها الدراسة حتى تكون إضافة فعلية للبحث العلمي، وحتى تتوصل لنتائج ، وتقدم توصيات عملية تترك أثرا إيجابيا على مجتمع البحث ، وتساعد في حل مشكلة الدراسة بشكل فاعل.

بداية نبدأ بدراسة متغيرات الدراسة ، وهي المتغير المستقل والمتغير التابع. في هذه الدراسة تمثل تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء متغير الدراسة المستقل، وسوف تتم دراسة مفهوم الذكاء الاصطناعي، وأهمية تطبيقه في إطار مشاريع البناء ، وأيضا يتم التعرف على أهداف وخصائص توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء . من ثم تتم مناقشة أبعاد تطبيقات الذكاء الاصطناعي الأربعة في مجال مشروعات البناء والتي تتمحور حولها هذه الدراسة ، والتي تشمل كل من : التحليل التنبؤي للتكاليف، والأتمتة الذكية لإدارة المشاريع، ودعم اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي، وكفاءة تخصيص الموارد المالية.

من ثم تتم دراسة متغير الدراسة التابع ، وهو إدارة التكلفة في مشاريع البناء من حيث المفهوم، والأهمية، والأهداف ، والخصائص، بالإضافة لمناقشة أبعاد المتغير التابع الأربعة ، والتي تعتبر من ركائز هذه الدراسة الحيوية، وهي: دقة تقدير تكاليف المشروع، والتحكم في تكاليف المشروع، وتقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية، وأخيرا كفاءة تخصيص الموارد المالية.

أولاً: تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء (المتغير المستقل)

مفهوم الذكاء الاصطناعي

قام العديد من الباحثين والكتاب بتعريف الذكاء الاصطناعي تعريفات عديدة ومن هذه التعريفات أنه ذلك الفرع من علوم الحاسوب الذي يمكن بواسطته خلق وتصميم برامج الحاسبات التي تحاكي أسلوب الذكاء الاصطناعي لكي يتمكن الحاسب من أداء بعض المهام بدلا من الإنسان ، والتي تتطلب التفكير والفهم والسمع، والتكلم والحركة بأسلوب منظم كما ورد في دراسة Kaplan & Haenlein (2019) .

أيضا ، كما ورد في دراسة (Abioye et al., 2021) ، فإن الذكاء الاصطناعي هو علم وتقنية مبنية على عدد من المجالات المعرفية مثل علوم الحاسبات الآلية ورياضيات والأحياء والفلسفة والهندسة وتستهدف تطوير وظائف الحاسبات الآلية البشري. معنى هذا التعريف أن الذكاء الاصطناعي هو عبارة عن مختلف المجالات المعرفية التي تتفاعل معا من أجل برمجة الآلات بطريقة تقنية بحتة بحيث تسمح لها بمحاكاة الفكر البشري ، وهو الطريقة التي يصبح بها الحاسب مفكرا مثل الإنسان تماما.

ويرى الباحث أن الذكاء الاصطناعي هو أحد أهم العلوم الحديثة التي نتج بسبب الالتقاء بين الثورة التقنية التكنولوجية في مجال علم النظم والحاسوب والتحكم الآلي، وعلم المنطق ورياضيات واللغات من جهة أخرى ، وهو يهدف إلى فهم طبيعة الذكاء الإنساني عن طريق برامج للحاسب الآلي القادرة على محاكاة السلوك الإنساني المتمم بالذكاء لتزويد الحاسوب الآلي بهذه البرامج التي تمكنهم من حل مشكلة، أو اتخاذ قرار في موقف ما ، وعليه فإن الذكاء الاصطناعي هو قيام برامج الحاسب الآلي بإيجاد الطريقة التي تسمح بحل المسألة ، أو التوصل إلى القرار الملائم بالرجوع إلى العديد من العمليات الاستدلالية المتنوعة التي عذي بها البرنامج، ويستخدم الذكاء الاصطناعي بسبب سرعته الفائقة في إعطاء الاستدلالات التي فوق القدرة البشرية.

أهمية استخدام الذكاء الاصطناعي في قطاع البناء

إدارة المشاريع هي التخطيط والتنظيم المنهجي لموارد الشركة من البداية إلى النهاية لإنجاز مهمة محددة تتضمن تطبيق المعلومات والمهارات والمنهجيات والتقنيات لضمان استيفاء معايير المشروع . تعد إدارة المشاريع الهندسية بالغة الأهمية لأنها تساعد على إدارة الموارد بفعالية ، وتحقيق نتائج واضحة ، وتوزيع الأدوار بوضوح للمشاركين في المشروع . هذا، وتشمل أهداف إدارة المشاريع الهندسية تحديد المتطلبات التقنية والتكنولوجيا ، وضمان التنفيذ الماهر ، وموازنة الجدول الزمني ، والتكلفة مع الحفاظ على الجودة، وتنسيق الجهود لتحقيق أهداف المشروع (Bock & Linner, 2022).

فيما يخص تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع الهندسية ، فقد حسنت تقنيات الذكاء الاصطناعي من إدارة المشاريع الهندسية بشكل ملحوظ من خلال تعزيز تحليل البيانات ، واتخاذ القرارات الذكية، والتنبؤ الدقيق (McKinsey Global Institute, 2020).

كما أن استخدام الذكاء الاصطناعي يساهم في تعزيز التحول الرقمي في قطاع البناء، مما يساعد المؤسسات الإنشائية على تحسين مستوى الإنتاجية وتقليل التكاليف التشغيلية وتحقيق الاستدامة في إدارة المشاريع (Oesterreich & Teuteberg, 2020).

أهداف استخدام الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء

تتمثل أهداف تطبيق تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع الهندسية في تحسين دقة التقديرات والتحكم الزمني ، ويستخدم الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات التاريخية والتنبؤ بالوقت ، والتكلفة، واكتشاف المخاطر المحتملة ، وتحسين إدارة الموارد ، وتوزيع المهام ، وإدارة الأداء ، والتنفيذ. كما يهدف لتقدير المخاطر ، وتحسين إدارة الأزمات ، وتحسين التواصل داخل فرق الهندسة، كما تمكن هذه التقنية من العمل عن بعد ، وتعزيز كفاءة الإدارة مما يقلل من تأثير الأخطاء البشرية.

من جانب آخر ، يعتبر الذكاء الاصطناعي أداة للرقابة ، وتحسين اتخاذ القرار في المشاريع ، حيث يلعب الذكاء الاصطناعي دوراً محورياً في مراقبة المشاريع، وتحليل البيانات ، والتنبؤ بالمخاطر ، فهو يعزز الشفافية ، ويحد من التحيز البشري ، كما يوفر مستوى معرفي مشابه للبشر ، مما يمكن الآلات من التفكير والتخطيط بشكل مستقل . من جانب آخر ، تعد أنظمة الخبراء من أهداف تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي المهمة في مجال إدارة مشاريع البناء، فهي توفر أنظمة قائمة على المعرفة ، وتساعد في اتخاذ القرارات ، وإنجاز المهام ، وتخزين هذه الأنظمة لأغراض التدريب ، مما يمكن المدققين من ترشيح أحكامهم. لذلك أصبح الذكاء الاصطناعي أداء عملية من أجل التدقيق، وتحسين سرعة التخطيط، وتخفيض التكاليف وضمان الدقة (Abioye et al., 2021).

هكذا نستطيع تلخيص أهم أهداف تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء في النقاط الآتية:

- تحسين دقة تقدير التكاليف في المراحل الأولى للمشاريع.
- تعزيز القدرة على التنبؤ بالمخاطر المالية المحتملة في المشاريع.
- تحسين كفاءة التخطيط وإدارة الموارد.
- دعم عملية اتخاذ القرار من خلال توفير بيانات وتحليلات دقيقة.
- تقليل الهدر في الموارد والمواد المستخدمة في المشاريع .

ويرى الباحث أن تحقيق هذه الأهداف يساهم في تحسين كفاءة إدارة المشاريع الإنشائية وتعزيز القدرة التنافسية للشركات العاملة في قطاع البناء .

خصائص تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع

تتميز تطبيقات الذكاء الاصطناعي بعدد من الخصائص التي تجعلها أداة فعالة في إدارة المشاريع الإنشائية، ومن أهم هذه الخصائص:

استخدام الذكاء في حل المشاكل التي تواجه تنفيذ المشروعات ، والقدرة على التفكير ، والإدراك ، والقدرة على اكتساب المعرفة وتطبيقها ، كما تشمل هذه الخصائص أيضا القدرة على التعلم والفهم من التجارب والخبرة السابقة ، والقدرة على استخدام الخبرات القديمة ، وتوظيفها في مواقف جديدة والقدرة على استخدام التجربة والخطأ ، واستكشاف الأمور المختلفة ، والقدرة على الاستجابة السريعة للمواقف، والظروف الجديدة.

من جانب آخر تشمل خصائص تطبيقات الذكاء الاصطناعي القدرة على التعامل مع تعقيدات المشاريع الصعبة ، والمعقدة ، والقدرة على التعامل مع المواقف الغامضة مع غياب المعلومة ، والقدرة على التميز الأهمية النسبية لعناصر الحالات المعروضة (Russell & Norvig, 2021).

يرى الباحث أنه من أهم خواص تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء أنها تعمل على مستوى علمي ، واستشاري يتطلب بناؤها تمثيل كميات هائلة من معارف الخاصة بمجال معين ، وهي تعالج البيانات الرمزية غير الرقمية من خلال عمليات التحليل ، ومقارنة المنطقية ، كما تهدف لمحاكات الإنسان فكرا ، وأسلوبا ، وتعمل على توفير أكثر من نسخة من النظام تعوض عن الخبراء. كما أن تقنيات الذكاء الاصطناعي تساعد في تحسين عمليات التخطيط والرقابة في المشاريع من خلال تحليل البيانات التاريخية للمشاريع السابقة واستخدامها في تحسين القرارات المتعلقة بالمشاريع المستقبلية.

أبعاد تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء

استناداً إلى الأدبيات العلمية في مجال إدارة المشاريع وتقنيات الذكاء الاصطناعي، يمكن تحليل تطبيقات الذكاء الاصطناعي في هذه الدراسة من خلال أربعة أبعاد رئيسية وهي: التحليل التنبؤي للتكاليف، الأتمتة الذكية لإدارة المشاريع، دعم اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي، وكفاءة تخصيص الموارد المالية.

البعد الأول: التحليل التنبؤي للتكاليف

يشير التحليل التنبؤي للتكاليف إلى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات التاريخية للمشاريع السابقة بهدف التنبؤ بالتكاليف المستقبلية للمشاريع الإنشائية. وتعتمد هذه التقنية على استخدام خوارزميات تعلم الآلة لتحليل الأنماط المختلفة في البيانات المتعلقة بالمشاريع (Cheng et al., 2022).

وقد أظهرت العديد من الدراسات أن استخدام التحليل التنبؤي يساهم في تحسين دقة تقدير التكاليف في المشاريع الإنشائية وتقليل احتمالات تجاوز الميزانية المحددة للمشروع (Abioye et al., 2021).

البعد الثاني: الأتمتة الذكية لعمليات إدارة المشاريع

تشير الأتمتة الذكية إلى استخدام الأنظمة الرقمية والبرمجيات المتقدمة لأتمتة العديد من العمليات المرتبطة بإدارة المشاريع مثل إعداد الجداول الزمنية ومتابعة تقدم العمل وتحليل التكاليف.

وتسهم الأتمتة الذكية في تقليل الأخطاء البشرية وتحسين كفاءة إدارة المشاريع من خلال تسريع عمليات تحليل البيانات وتوفير معلومات دقيقة حول أداء المشروع (Oesterreich & Teuteberg, 2020).

البعد الثالث: دعم اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي

تشير أنظمة دعم القرار المعتمدة على الذكاء الاصطناعي إلى استخدام تقنيات تحليل البيانات والنماذج الذكية لتوفير معلومات تساعد المديرين في اتخاذ قرارات أكثر دقة وموضوعية في إدارة المشاريع. وتساعد هذه الأنظمة في تحليل البدائل المختلفة المتعلقة بتكاليف المشروع وتحديد أفضل الخيارات المالية التي تحقق كفاءة أعلى في استخدام الموارد (Bock & Linner, 2022).

البعد الرابع: كفاءة تخصيص الموارد المالية

يشير هذا البعد إلى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات المتعلقة بتكاليف المشاريع بهدف تحسين توزيع الموارد المالية داخل المشروع. وتسهم هذه التقنيات في تحسين التخطيط المالي للمشاريع وتحديد أولويات الإنفاق بطريقة تساعد في تحقيق الاستخدام الأمثل للميزانيات المتاحة (McKinsey Global Institute, 2020).

ثانياً: إدارة التكلفة في مشاريع البناء (المتغير التابع)

مفهوم إدارة التكلفة

تشير إدارة التكلفة إلى مجموعة العمليات التي تهدف إلى تخطيط التكاليف وتقديرها ومراقبتها خلال مختلف مراحل تنفيذ المشروع، بهدف ضمان تنفيذ المشروع ضمن الميزانية المحددة وتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد المالية (PMI, 2021).

ويرى Kerzner (2022) أن إدارة التكلفة تعد من أهم عناصر إدارة المشاريع، حيث تؤثر بشكل مباشر على نجاح المشروع وقدرته على تحقيق الأهداف المحددة ضمن الميزانية الزمنية والمالية.

أهمية إدارة التكلفة في مشاريع البناء

تتمثل أهمية إدارة التكلفة في قطاع البناء في دورها في ضمان تنفيذ المشاريع ضمن الميزانية المحددة، إضافة إلى دورها في تقليل المخاطر المالية المرتبطة بالمشاريع الإنشائية.

كما تسهم إدارة التكلفة في تحسين كفاءة استخدام الموارد المختلفة داخل المشروع، مما يساعد المؤسسات الإنشائية على تحقيق عائد اقتصادي أفضل من المشاريع التي تقوم بتنفيذها (PMI, 2021).

أبعاد إدارة التكلفة في مشاريع البناء

البعد الأول: دقة تقدير تكاليف المشروع

تشير دقة تقدير التكاليف إلى مدى قدرة إدارة المشروع على إعداد تقديرات مالية دقيقة تعكس التكاليف الفعلية للمشروع.

وتعد دقة التقدير من العوامل الأساسية التي تسهم في نجاح المشاريع الإنشائية، حيث يساعد التقدير الدقيق للتكاليف في تقليل احتمالات تجاوز الميزانية (Kerzner, 2022).

البعد الثاني: التحكم في تكاليف المشروع

يشير التحكم في التكاليف إلى متابعة التكاليف الفعلية للمشروع ومقارنتها بالتكاليف المخططة بهدف اكتشاف الانحرافات واتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة. ويساهم الذكاء الاصطناعي من خلال تحليل البيانات الضخمة ، وتحسين عمليات الإنتاج ، والإدارة في تقليل ، وتحسين توزيع الطاقة وتعزيز كفاءة سلاسل التوريد عبر التنبؤ بالطلب، وإدارة المخزون كما تتيح تقنيات الأتمتة اتخاذ القرارات الذكية مما يخفض التكاليف التشغيلية. هذا، كما تساعد تقنيات إدارة المشاريع الحديثة في تحسين عمليات الرقابة المالية على المشاريع الإنشائية (PMI, 2021).

البعد الثالث: تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية

تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحقيق أقصى استفادة من الموارد المتاحة من خلال تحليل البيانات والتعلم الآلي وأتمتة العمليات مما يؤدي إلى تقليل الهدر في الموارد المختلفة مثل المواد والوقت والعمالة ، وتعظيم الإنتاجية هذا البعد إلى قدرة إدارة المشروع على تقليل الهدر. كما بينت الدراسات أن تحسين إدارة الموارد يساهم في تقليل التكاليف التشغيلية للمشاريع الإنشائية (Bock & Linner, 2022).

البعد الرابع: كفاءة تخصيص الموارد المالية

يشير هذا البعد إلى قدرة إدارة المشروع على توزيع الموارد المالية بطريقة تحقق الاستخدام الأمثل للميزانية المتاحة للمشروع. ويساعد الذكاء الاصطناعي في تبسيط عملية صنع القرار البشري بتحليل كميات من البيانات بسرعة مما يوفر حلول فعالة من حيث التكلفة عن طريق تحليل الأسواق ، وإدارة الاستثمار ، وتعزيز الاستدامة في الإنتاج ، والتوزيع والاستهلاك. كما تساهم التقنيات الرقمية الحديثة في تحسين عمليات التخطيط المالي للمشاريع وتحقيق كفاءة أعلى في تخصيص الموارد (Oesterreich & Teuteberg, 2020).

العلاقة بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وإدارة التكلفة في مشاريع البناء

فيما يخص العلاقة بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وإدارة التكلفة في المشاريع فقد بينت الدراسات أن الذكاء الاصطناعي يساعد على إجراء تحسينات كبيرة في جدولة المشاريع وتقدير التكاليف كما أكدت على دور الذكاء الاصطناعي في تعزيز الكفاءة التشغيلية في التكيف السريع مع التحديات غير المتوقعة من جانب آخر تبين أن الذكاء الاصطناعي هو المحرك الذي يحول البيانات إلى قرارات استراتيجية مما يساعد في إنشاء الخطط وجدول المشاريع وتخصيص الموارد بكفاءة . هذا ، كما تساعد تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تقليل الهدر في المواد والوقت أثناء التنفيذ، ومساعدة فرغ العمل متعدد التخصصات على التكيف بسرعة مع التغيرات في نطاق المشروع إضافة إلى إشراق أصحاب المصلحة الرئيسيين بشكل مستمر في عمليات التقييم والمراجعة من جانب آخر تستخدم أدوات الذكاء الاصطناعي والتنبؤ بدقة التكاليف وإعداد الجدول الزمني للمشروع ، وتحليل البيانات لتحديد المخاطر المحتملة قبل وقوعها ، هذا إضافة إلى تحسين تخصيص الموارد والعمالة في الموقع، مع تحليل صور الموقع لضمان الجودة والسلامة (Abioye et al., 2021).

ويرى الباحث أن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع الإنشائية يمثل أحد الاتجاهات الحديثة التي يمكن أن تسهم بشكل كبير في تطوير قطاع البناء وتحسين كفاءة إدارة التكلفة في المشاريع المستقبلية. كما تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في خفض التكلفة الإجمالية للمشاريع بنسبة ملموسة كما أدت للتكامل بين المنهجيات المبتكرة الذكاء الاصطناعي إلى تقليل الجدول الزمني للمشروع واتخاذ قرارات أكثر دقة بالاستناد إلى البيانات في المراحل الحرجة، فتكون النتيجة التكيف السريع وتحسين جودة المخرجات النهائية، وإدارة التكلفة بشكل فعال.

-الدراسات السابقة

نستعرض فيما يلي مجموعة من الدراسات السابقة في مجال تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في المشاريع الهندسية، وجميعها دراسات حديثة في الفترة ما بين 2019 – 2024 ، على النحو التالي:

الدراسات العربية

1. دراسة الأنصاري (2024)

من الدراسات التي تناولت موضوع الذكاء الاصطناعي والدور الذي يلعبه دراسة الأنصاري (2024) ، والتي حملت عنوان "دور الذكاء الاصطناعي التوليدي في تحسين دقة تقدير التكلفة في المشاريع الضخمة" .

في هذه الدراسة قارن الباحث ما بين دقة عمليات تقديرات تكلفة المشروعات الهندسية في حال استخدام تقنية الذكاء الاصطناعي التوليدي، وفي حالة اتباع الطرق التقليدية في تقدير التكلفة. تمت الدراسة في

المملكة العربية السعودية، وتمت الدراسة في مجتمع شركات البنية التحتية بالمملكة العربية السعودية، وقد بلغ عدد المشروعات التي تمت دراستها عدد 12 مشروع ، وقام الباحث بإجراء دراسة تطبيقية.

أهم ما توصلت له الدراسة من نتائج هو أنه عندما تم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي ارتفعت دقة تقدير التكلفة بما لا يقل عن 30% ، وهكذا أثبتت الدراسة جدوى تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في عملية تقدير التكلفة.

أهم توصيات الدراسة تمثلت في ضرورة الاستعانة بتقنيات الذكاء الاصطناعي في المراحل المبكرة التي تسبق عمليات تصميم المشروعات لزيادة فاعلية قرارات التمويل وإدارة تكلفة المشروعات.

2. دراسة السهلي (2023)

تعتبر دراسة السهلي (2023) من الدراسات الهامة في مجال تطبيقات الذكاء الاصطناعي من أجل إدارة تكلفة مشاريع البناء. عنوان الدراسة " كفاءة نماذج الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر والتكلفة في مشاريع البناء".

في هذه الدراسة هدف الباحث لدراسة وتحليل أثر استخدام خوارزميات التعلم العميق في مشروعات البناء، وعلى وجه التحديد من حيث التنبؤ بالمخاطر التي من الممكن أن ينتج عنها نفقات إضافية ، وغير مخطط لها ، مما يتسبب في تجاوز الميزانيات المقررة للمشاريع ، وما يتبع ذلك من تعقيدات .

المنهج المتبع في الدراسة هو المنهج التطبيقي ، وقد بلغ حجم عينة المشروعات المشمولة في الدراسة 28 مشروع مما تم توظيف تقنية الذكاء الاصطناعي وخوارزميات التنبؤ بالمخاطر .

أهم ما توصلت له الدراسة من نتائج هو إثبات الأثر الإيجابي لتطبيق تقنية التنبؤ بالمخاطر ، وهي من تقنيات الذكاء الاصطناعي، على إدارة التكلفة ، فقد أثبتت الدراسة أن تطبيق هذه التقنية قد ساعد على تقادي متوسط 19% من التكلفة الإضافية الناتجة عن المخاطر غير المتوقعة.

أهم توصيات الدراسة ، هي التوصية بدمج نماذج التنبؤ بالمخاطر AI-Risk Models في أنظمة إدارة المشروعات.

3. دراسة الكندي (2023)

جاءت دراسة الكندي (2023) تحت عنوان "تأثير التحليلات التنبؤية بالذكاء الاصطناعي على إدارة ميزانيات مشاريع الطرق". كما يوضح عنوان الدراسة ، فإن الهدف منها هو قياس تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي الخاصة بالتحليل التنبؤي على إدارة الميزانيات الخاصة بمشروعات الطرق، والتعرف على مدى نجاح هذه التطبيقات في تجنب التكاليف غير المحسوبة في ميزانيات المشروعات.

اتبع الباحث في هذه الدراسة المنهج الوصفي التحليلي ، أما مجتمع الدراسة فهو مشروعات الطرق بدولة الإمارات العربية المتحدة، أما حجم عينة الدراسة فقد بلغ 45 من المشروعات التي تم استخدام هذه التقنية المتطورة بها .

أهم ما توصلت له الدراسة من نتائج يتمثل في أن تطبيق هذه التقنيات قد ساعد على تجنب تجاوزات الموازنات بنسبة بلغت في المتوسط 30%، وعليه أثبتت الدراسة التأثير الإيجابي والفعال لتطبيق هذه التقنيات في التحليل التنبؤي ، على إدارة تكلفة مشاريع البناء .

في ختام الدراسة تقدم الباحث بتوصيات على رأسها ضرورة إنشاء وحدة تحليل تنبؤي تطبق تقنيات الذكاء الاصطناعي في كل إدارات مشاريع البناء بدولة الإمارات العربية المتحدة.

4. دراسة الهاشمي (2023)

موضوع هذه الدراسة هو : " تأثير الذكاء الاصطناعي على الكفاءة المالية للمشاريع العمرانية في الإمارات"، وقد تم نشر الدراسة في مجلة الإدارة الإقليمية. أهداف الدراسة تتمثل في فهم آثار ، ونتائج التقنيات الذكية على التكلفة التشغيلية. أما عن منهجية الدراسة ، فقد تم تطبيق المنهج الوصفي التحليلي، وشملت الدراسة 5 مشاريع كبرى في كل من إماراتي أبو ظبي ودبي. ما توصلت له الدراسة من نتائج يتمثل في أن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على التكلفة التشغيلية قد نتج عنه تخفيض التكلفة التشغيلية بنسبة 22%. في ختام الدراسة تم تقديم توصية تتمثل في اقتراح تطوير منصة بيانات موحدة للمشاريع العمرانية.

5. دراسة العتيبي (2022)

تم نشر هذه الدراسة في مجلة الهندسة وإدارة التشييد ، وهي تدور حول موضوع : " تأثير الذكاء الاصطناعي على إدارة الموارد والتكلفة". تتمثل أهداف الدراسة في قياس الدور الذي تلعبه الأنظمة الذكية في الحد من الهدر المالي. أما عن منهجية الدراسة ، فقد تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي، واعتمدت الدراسة على بيانات كمية تم تجميعها عن طريق استبانة ، وبيانات نوعية تم تجميعها من مقابلات مع 25 مدير مشروع. أبرز ما توصلت له الدراسة من نتائج يتمثل في انخفاض الهدر بنسبة 20% عند تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في مجال إدارة الموارد والتكلفة. عليه ، تقدمت الدراسة بتوصية تتمثل في اعتماد IoT لتتبع المواد والمعدات.

6. دراسة دائرة البلديات والنقل – أبو ظبي (2022)

تناولت هذه الدراسة قضية هامة ترتبط بإدارة المشاريع الحكومية، وموضوع الدراسة هو "تحليل تأثير التحول الرقمي وتطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البنية التحتية في إمارة أبو ظبي". أهم أهداف الدراسة هو تقييم نتيجة تطبيق أنظمة الذكاء الاصطناعي ، والمنصات الرقمية على

تعزيز كفاءة الإنفاق في المشاريع الحكومية ، وتحسين قدرتها على أن تلتزم بالميزانية المخططة، والحد من الانحرافات المالية.

المنهجية التي تم تطبيقها في الدراسة تتمثل في المنهج الوصفي التحليلي، وقد تم تحليل محتوى وتقارير الأداء الخاصة بـ 40 مشروع قامت بتنفيذها بلدية أبو ظبي في الفترة ما بين عامي 2020-2022، مع التركيز على مقارنة الوضع المالي بتلك المشاريع قبل وبعد تطبيق أدوات التحول الرقمي، وقد شملت الأدوات الرقمية التي تم تطبيقها في تلك المشاريع منصات المتابعة الذكية، وتحليلات البيانات، والأنظمة المتكاملة لإدارة المشاريع.

أما عن أهم ما توصلت له هذه الدراسة من نتائج ، فهو يتمثل في التحسن الواضح في مستويات الالتزام بالميزانية؛ حيث تم رصد تخفيض في نسبة التجاوز المالي بمعدل 25% بعد أن تم تطبيق الأنظمة الذكية. أيضا من نتائج الدراسة مساهمة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ المالي، ومراقبة استهلاك الموارد في رفع كفاءة ومستوى الدقة، وتقليل الأخطاء البشرية في تقدير التكلفة.

عليه، تقدمت الدراسة بمجموعة من التوصيات مؤكدة على ضرورة التوسع في تطبيق نماذج AI-BIM Integrative التي تحقق التكامل ما بين الذكاء الاصطناعي، ونمذجة معلومات البناء، وذلك كونها عالية الفعالية في تحسين التخطيط المالي، وتوقع الاحتياجات الفعلية للمشروع بشكل دقيق ، وتحقيق إدارة أكثر فعالية للموارد في المشاريع مستقبلا.

7. دراسة الحربي (2021)

تناولت دراسة الحربي (2021) موضوعا في غاية الأهمية من حيث تطبيق التقنيات الحديثة في إدارة التكلفة على وجه الخصوص في مشاريع البناء، حيث درست العلاقة ما بين تطبيق التقنيات الذكية ، وتعزيز عملية التحكم في التكلفة في المشروعات الهندسية ، وضبط ميزانيات هذه المشروعات . ما يكسب هذه الدراسة أهميتها أنها تناولت المشروعات الحكومية الكبيرة ، حيث أن الإدارة غير الفعالة لتكلفة مثل هذه المشروعات قد ينتج عنها تجاوزات كبيرة تؤثر على مسار تنفيذ المشروعات أو على مستوى الجودة ووقت الانتهاء ، وجميعها نتائج سلبية .

فيما يحص أهداف الدراسة ، فقد هدف الباحث إلى دراسة تأثير مجموعة من تقنيات الذكاء الاصطناعي في مجال إدارة التكلفة وهي : "نظمة التنبؤ المالي، والتحليلات الرقمية، والمنصات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي" على غدارة التكلفة، وضبطها، في مراحل تنفيذ المشروعات الحكومية الكبيرة بداية من التخطيط للمشروعات ، وحتى اكتمال التنفيذ، وإغلاق المشروعات .

اتبع الباحث في هذه الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وقد تم تجميع البيانات باستخدام أداة الاستبانة، أما مجتمع الدراسة ، فهو المهندسين الذين يعملون بمختلف المشروعات الحكومية الخاصة بالبنية التحتية، ومشاريع الطرق، والمباني العامة.

بعد التحليل الإحصائي لاستجابات المشاركين في الدراسة ، توصل الباحث لمجموعة من النتائج على رأسها إثبات فعالية هذه التطبيقات في إدارة التكلفة بمشروعات البناء ، حيث أثبتت الدراسة أن استخدام هذه التطبيقات يخفض نسبة الانحرافات المالية بنسبة 20%، ومساعدة أصحاب القرار في اتخاذ القرارات السليمة المبنية على تحليل البيانات الكبيرة.

في الختام تقدم الباحث بمجموعة من التوصيات ، جاء فيها التوصية بتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل موسع ، بحيث تغطي هذه التطبيقات إعداد موازنات المشاريع الهندسية، ومراقبة التكاليف، واتخاذ القرارات المختلفة. كما أوصى الباحث أيضا بضرورة توفير التدريب اللازم على هذه التقنيات ، وتعزيز عملية دمج التقنيات الحديثة في إدارة المشاريع.

8. دراسة الزهراني (2020)

الهدف من دراسة الزهراني (2020) هو قياس تأثير استخدام الأنظمة الذكية ، وتطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال إدارة مشاريع البناء ، وعلى وجه الخصوص على رفع فعالية عملية إدارة مشاريع البناء، وزيادة كفاءتها . الدراسة ركزت على تطبيقات التحليل التنبؤي التي تعتمد الذكاء الاصطناعي، ومدى فعالية الدور الذي تقوم به هذه التقنيات من حيث مساعدة أصحاب القرار على أن يتخذوا القرارات الصائبة فيما يخص إدارة تكلفة وموارد المشروعات ، والسيطرة على حالات الانحراف المالي عن الميزانية المخصصة للمشروع .

المنهج الذي قام الباحث باتباعه في الدراسة هو المنهج الوصفي التحليلي ، وقد بلغ حجم عينة الدراسة 40 من المشروعات الإنشائية طبقت تقنيات التنبؤ الذكية . من أمثلة هذه التقنيات المستخدمة هناك نماذج التعلم الآلي ، بالإضافة إلى تحليل البيانات الضخمة.

قام الباحث بالمقارنة ما بين دقة القرارات، وتقديرات التكلفة، وتخصيص الموارد في المشاريع التي تم استخدام الذكاء الاصطناعي فيها ، مع غيرها من المشاريع المشابهة التي طبقت الأساليب التقليدية. هذا، وقد جاءت نتائج المقارنة لتؤكد فعالية تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة التكلفة ، وقد فسر الباحث هذه النتائج بدور تقنيات الذكاء الاصطناعي في دقة التقديرات المالية ، وتقليل الهدر، ومعاونة أصحاب القرار على اتخاذ قرارات سريعة استجابة للمتغيرات بالاعتماد على قاعدة قوية من البيانات بدلا عن الاعتماد على التقدير الشخصي، مما نتج عنه تحسن عملية إدارة المشاريع بصورة عامة

في ختام هذه الدراسة تقدم الباحث بعدد من التوصيات أهمها ضرورة الدمج ما بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي ونظم نمذجة معلومات البناء (BIM)، وذلك من أجل تعزيز التحليل التنبؤي في مراحل العمل السابقة لتصميم وتنفيذ المشروع .

9. . دراسة ضيف الله (2019)

تناولت دراسة ضيف الله (2019) موضوع توظيف الخوارزميات الذكية في عمليات التنبؤ بتكلفة المشروعات الهندسية، وقد اختار الباحث هذا الموضوع نسبة لأهميته الكبيرة في إدارة المشاريع كونه يساعد على اتخاذ قرارات مالية سليمة ، ولما له من آثار مباشرة على نجاح المشروعات بشكل عام .

هدف الباحث في هذه الدراسة في المقام الأول لأن يقيس مستوى فعالية وكفاءة الخوارزميات الذكية، كخوارزميات التعلم الآلي، والشبكات العصبية الاصطناعية على سبيل المثال ، في زيادة كفاءة عملية التنبؤ بالتكلفة، عند المقارنة ما بينه وبين أساليب ونماذج الحساب التقليدية. كما أنه من جانب الآخر ، هدفت الدراسة إلى قياس مدى كفاءة الدور الذي يلعبه الذكاء الاصطناعي في السيطرة على الانحرافات في توقعات التكلفة للمشروعات.

اتباع الباحث في هذه الدراسة المنهج الوصفي التحليلي المقارن ، وقد بلغ حجم عينة الدراسة خمسين مشروع هندسي تختلف عن بعضها البعض من حيث حجمها ، ونوعية نشاطها.

ها، وبعد تجميع البيانات والمعلومات قارن الباحث ما بين نتائج التنبؤ التي تم الحصول عليها بتطبيق أساليب الذكاء الاصطناعي، وبين الأخرى التي تم الحصول عليها بتطبيق الطرق التقليدية، من أجل تقييم ما بين كل مجموعة من التنبؤات من حيث الدقة، ومقدار الفرق ما بين التكلفة المقررة مسبقا للمشروع وما بين التكلفة الفعلية له.

أثبتت الدراسة التأثير الإيجابي لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على دقة تقديرات تكلفة المشروعات ، وأيضاً فعاليتها في تخفيض الانحرافات ما بين الميزانيات المقررة للمشاريع ، والتكلفة الفعلية لها . أيضاً أثبتت الدراسة أن تقنيات الذكاء الاصطناعي تتمتع بكفاءة عالية فيما يخص ليل الأنماط التاريخية المتصفة بالتعقيد، وأيضاً في التعامل مع المتغيرات غير الخطية.

أهم التوصيات التي تقدمت بها الدراسة هي ضرورة توفير قواعد بيانات هندسية موحدة وشاملة لكل مشروعات البناء على مستوى المؤسسات والجهات الحكومية، وأيضاً ضرورة أن يتم تدريب كل العاملين في مجالات تطبيق نماذج الذكاء الاصطناعي من أجل توفير بيانات ومعلومات تتصف بالدقة ، والموثوقية.

الدراسات الأجنبية

1- دراسة (Li et al., 2024)

العنوان: "AI-Driven Cost Optimization in Smart Construction Projects"

هدف الباحثون في هذه الدراسة إلى قياس تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تعزيز إدارة التكلفة في مشاريع البناء الذكية.

المنهج المتبع في الدراسة هو المنهج التحليلي ، وتم استخدام نماذج التعلم العميق ، ومجتمع الدراسة هو مشاريع الإنشاء الذكي، وقد تمت تغطية عينة بلغ حجمها 130 من هذه المشروعات. حل الباحثون القواعد البيانات الخاصة بهذه المشروعات مستخدمين في ذلك الأنظمة الرقمية .

توصلت الدراسة إلى نتائج أهمها أثر توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكاليف ، ورفع مستوى دقة التنبؤات المالية ، والسيطرة على الانحرافات المالية بنسبة بلغت حوالي 25% في المتوسط .

أهم ما اوصت به الدراسة هو استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في عملية التخطيط المالي للمشاريع الكبرى في كل المراحل من أجل وضع موازنات دقيقة للمشاريع، ومن أجل المراقبة أثناء تنفيذ المشاريع للتأكد من عدم تخطي الموازنة الموضوعة لكل مرحلة من مراحل المشروع.

2. دراسة (Wang et al., 2024)

العنوان: "Machine Learning-Based Cost Estimation in Construction Projects"

تهدف هذه الدراسة إلى اختبار تأثير استخدام تطبيقات تعلم الآلة والذكاء الاصطناعي على تقدير التكلفة، وقد تم اتباع المنهج الكمي التجريبي لدراسة عدد 150 مشروع إنشائي سابق تم تنفيذه بالفعل ، وهم يمثلون عينة الدراسة .

بعد تحليل البيانات توصلت الدراسة لمجموعة من النتائج ، وأهمها أن الدراسة قد بينت أن استخدام تقنيات تعلم الآلة في عملية تقدير التكاليف تقود إلى ارتفاع درجة دقة تقدير التكاليف، وقد تم تقدير نسبة الارتفاع اعتمادا على ما تمت دراسته من مشروعات بحوالي 30% عند المقارنة ما بين التقديرات باستخدام الطرق التقليدية، والتقديرات باستخدام تقنيات تعلم الآلة المعتمدة على الذكاء الاصطناعي.

في الختام تقدم الباحثون بعدة توصيات على رأسها التوصية بأن يتم تطوير أنظمة تقدير لتكلفة مشاريع البناء تعتمد على تحليل البيانات الضخمة للحصول على تقديرات تكلفة أكثر دقة.

3. دراسة (Kim & Lee, 2023)

العنوان: "Artificial Intelligence for Cost Control in Construction Management"

الهدف من هذه الدراسة هو قياس نتيجة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على إدارة تكاليف مشاريع البناء ، والرقابة على هذه التكاليف. في هذه الدراسة طبق الباحثون المنهج الوصفي التحليلي . مجتمع الدراسة هو مهندسي المشاريع والمدراء الماليين، وقد شملت الدراسة عينة بلغ حجمها 100 مشاؤك، وقد تم تجميع البيانات الأولية للدراسة عن طريق أداتين لجمع البيانات هما: الاستبانة، والمقابلة.

أهم ما توصلت له الدراسة من نتائج هو ان تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة تكاليف مشاريع البناء قد ساعد على الحد من احتمالية تجاوز موازنة المشروع بنسبة بلغت في المتوسط 20% ، كما أنه حسن من عملية الرقابة المالية خلال سير تنفيذ المشروعات.

أهم ما توصلت له الدراسة من توصيات يتمثل في التوصية بتطبيق أنظمة مراقبة التكلفة الذكية في مشروعات البناء أثناء التنفيذ.

4. دراسة (Singh et al., 2023)

العنوان: AI Applications in Construction Cost Reduction: A Systematic

"Review"

تهدف هذه الدراسة إلى قياس أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تقليل تكاليف البناء، وقد تم اتباع أسلوب المراجعة المنهجية في هذه الدراسة، حيث قام الباحثون بمراجعة وتحليل خمسين من الدراسات العلمية المنشورة .

أهم النتائج التي توصلت لها الدراسة تتمثل في أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تساعد على تقليل الهدر في الوقت والمواد أثناء تنفيذ المشاريع، كما أنها تساعد على تحسين الكفاءة التشغيلية في هذه المشاريع.

في ختام الدراسة، واعتمادا على النتائج التي توصلت لها الدراسة تقدم الباحثون بعدد من التوصيات على رأسها التوصية بأن يتم المدمج ما بين تقنيات الذكاء الاصطناعي و BIM من أجل إدارة أكثر فعالية للتكلفة في مشاريع البناء.

5. دراسة (Cheng et al., 2022)

العنوان: "Predictive Analytics for Construction Cost Management Using

"Machine Learning

تهدف هذه الدراسة إلى قياس تأثير استخدام التحليل التنبؤي على إدارة تكلفة البناء عن طريق استخدام "التعلم الآلي". هذا، وقد قام الباحثون باستخدام المنهج الكمي في هذه الدراسة عن طريق استخدام نماذج تعلم الآلة.

بلغ حجم عينة الدراسة مئة مشروع تم اختيارها من مجموعة بيانات مشروعات سابقة تم تنفيذها خلال السنوات السابقة ، وتم التركيز على فعالية استخدام تعلم الآلة في عملية تقدير التكلفة على دقة وكفاءة هذه العملية .

أهم ما توصلت له الدراسة من نتائج يتمثل في أن استخدام هذه التقنية الحديثة في التنبؤ بالتكلفة قد أسهم بشكل واضح في زيادة فعالية هذه العملية ، كما أنه قد ساعد على الحد من الانحرافات عن الموازنات عن طريق الاكتشاف المبكر لها ومن ثم الاستجابة السريعة ، والمعالجات المبكرة.

أم عن توصيات الدراسة ، فقد تمحورت حول التوصية بتطبيق تقنيات التحليل التنبؤي في إدارة المشاريع.

6. دراسة (Zhang et al., 2022)

العنوان: Artificial Intelligence Applications in Construction Management

ترمي هذه الدراسة لاختبار تأثير تطبيق التقنيات الاصطناعي على إدارة مشاريع البناء، وقد اتبع الباحثون في هذه الدراسة المنهج التحليلي ، حيث قاموا بتحليل بيانات رقمية ضخمة تعود إلى ما يزيد عن المئة مشروع تم تنفيذه فعليا .

أهم ما توصلت له الدراسة من نتائج يتمثل في إثبات كفاءة تطبيق هذه التقنيات الرقمية الحديثة على إدارة الوقت والتكلفة، والحد من احتماليات إعادة الاعمال بما يفوق نسبة 30%.

استنادا على نتائج التحليل، توصلت الدراسة لتوصيات أنهما التوصية تعزيز تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي من أجل تحسين كفاءة إدارة مشاريع البناء، وعلى وجه الخصوص إدارة التكلفة.

7. دراسة (Ibrahim & Hanna, 2021)

العنوان: The Impact of Artificial Intelligence on Construction Project Cost Performance

تهدف هذه الدراسة لقياس تأثير تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشروعات البناء، وقد اتبع الباحث في هذه الدراسة المنهج الكمي التحليلي.

غطت الدراسة عينة من المشروعات الحقيقية التي تم تنفيذها فعليا ، وقد بلغ حجم العينة مئة وثلاثين من المشروعات الإنشائية.

أهم نتائج الدراسة تتمثل في أن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشروعات البناء تقود إلى زيادة كفاءة عملية إدارة تكلفة المشروع، والحد من الانحرافات المالية بنسبة لا تقل عن 25%. استنادا لهذه النتائج قدمت الدراسة توصية تتمثل في رفع مستوى الاعتمادية على تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة مشاريع البناء.

8. دراسة (Abioye et al., 2021)

العنوان: Artificial Intelligence in the Construction Industry

عنوان هذه الدراسة يعبر عن الهدف منها وهو قياس تأثير استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع البناء. اعتمدت الدراسة على الدراسات والأدبيات السابقة فقط، ولم تعتمد لتجميع بيانات أولية. اعتمدت الدراسة على دراسة عينة ممتدة من الأدبيات السابقة، وحللت هذه الدراسات المنشورة في مجلات ومواقع موثوقة.

أبرز ما توصلت له الدراسة من نتائج هو أن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في قطاع البناء يساعد على رفع مستوى الدقة من حيث تقدير التكاليف، مع الحد من نسبة ارتكاب الأخطاء البشرية. ثم، وبالاستناد على هذه النتائج أوصت الدراسة بالدمج ما بين تقنيات الذكاء الاصطناعي، ونظم إدارة المشاريع من أجل الحصول على أفضل النتائج من حيث تقديرات التكلفة ، والحد من هدر الموارد، ومن الأخطاء.

9. دراسة (Oesterreich & Teuteberg, 2020)

العنوان: Digitization and Automation in Construction Industry

في هذه الدراسة هدف الباحثان إلى قياس الآثار المترتبة على تطبيق الرقمنة الحديثة على قطاع البناء، وقد اعتمد الباحثان في هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي ، حيث تم تحليل مجموعة من الدراسات والتقارير الخاصة بمشروعات في قطاع الإنشاء .

أهم ما توصلت له الدراسة من نتائج يتمثل في أن استخدام تطبيقات الرقمنة الحديثة في قطاع البناء يتسبب في تخفيض تكلفة التشغيل للمشروعات ، كما يحسن من الإنتاجية .

أما عن توصيات الدراسة ، فعلى رأسها التوصية بأن تتبنى الشركات العاملة في قطاع الإنشاءات التحول الرقمي بصورة شاملة.

العنوان: Artificial Intelligence Techniques for Construction Cost Estimation

يهدف الباحثان في هذه الدراسة إلى قياس آثار تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في تقدير تكلفة مشروعات الإنشاء.

في هذه الدراسة استخدم الباحثان المنهج الكمي ، وقاما باستخدام الشبكات العصبية لإعداد دراسة شملت ثمانين من مشروعات الإنشاء السابقة ، والتي تم تنفيذها فعليا مستفيدين من قاعدة البيانات الخاصة بتلك المشاريع.

أهم نتائج هذه الدراسة هي أنها قد بينت التأثير الواضح لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على تقدير التكلفة ، حيث يقود تطبيقها لتحقيق مستوى عال من الدقة مقارنة بالوضع عند تطبيق الوسائل التقليدية في تقديرات التكلفة.

لذلك ، واستنادا لهذه النتائج ، توصي الدراسة بتطبيق النماذج الذكية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في مشروعات البناء الكبرى على وجه الخصوص.

التعليق على الدراسات السابقة

تمت تغطية مجموعة من الدراسات السابقة باللغتين العربية والانجليزية، وجميعها حديثة نسبيا فهي قد تم إجراؤها في الفترة ما بين (2019-2024)، وبعد هذا التحليل تبين أن هناك بعض أوجه التشابه بينها وبين الدراسة الحالية، وفي المقابل توجد بعض نقاط الاختلاف ما بينها وبينه هذه الدراسة:

أولا: أوجه الاتفاق بين الدراسات السابقة

دور الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة التقدير المالي

• هناك اتفاق ما بين الدراسة الحالية ، وبعض الدراسات السابقة من حيث إثبات وجود علاقة ما بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي ، وزيادة مستوى دقة التقديرات المالية للتكلفة في مشروعات البناء. من الدراسات السابقة التي توصلت لذات النتيجة كل من دراسات الزهراني (2020)، وضيف الله (2019)، والأنصاري (2024)، ودراسات (Wang et al., 2024؛ Cheng et al., 2022؛ Marzouk & Enaba, 2019).

دور الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة الإنفاق والحد من التجاوزات المالية

• من أوجه الاتفاق ما بين هذه الدراسة والدراسات السابقة أيضا الاتفاق على أن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء يجسّن من كفاءة الإنفاق في مشاريع البناء، كما يقلل من نسبة التجاوزات

المالية في المشاري. الدراسات السابقة التي أثبتت نفس النتيجة هي دراسات الحربي (2021)، والكندي (2023)، ودائرة البلديات والنقل – أبو ظبي (2022)، بالإضافة إلى دراسات (Li et al., 2024؛ Ibrahim & Hanna, 2021؛ Kim & Lee, 2023).

دور الذكاء الاصطناعي في دعم اتخاذ القرارات الهندسية والتشغيلية

• هناك تشابه ما بين الدراسات الحالية وبعض الدراسات السابقة من حيث إثبات دور تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في عملية دعم اتخاذ القرارات بنوعها الهندسي والتشغيلي من حيث السرعة والدقة في اتخاذ القرارات. من الدراسات التي توصلت لنفس النتيجة دراسات (الزهراني، 2020؛ السهلي، 2023)، وأيضاً دراسات (Abioye et al., 2021؛ Zhang et al., 2022).

الإشارة إلى مستقبل واعد بدمج الذكاء الاصطناعي مع BIM و IoT

• اتفقت الدراسة الحالية مع مجموعة من الدراسات السابقة من حيث الإشارة إلى الدمج ما بين تقنيات الذكاء الاصطناعي، انترنت الأشياء، ونمذجة معلومات البناء (BIM) مشيرة لما قد ينتج عن ذلك من تحسين في كفاءة عملية تقدير التكلفة في مشاريع البناء، ومن حيث تعزيز مستوى الأداء العام في هذه المشروعات. من هذه الدراسات كل من دراسة العتيبي (2022)، ودراسة دائرة البلديات والنقل (2022)، بالإضافة إلى عدد من الدراسات الأجنبية مثل (Singh et al., 2023؛ Oesterreich & Teuteberg, 2020).

المنهج العلمي المستخدم

• من أوجه التشابه والاتفاق ما بين هذه الدراسات والدراسات السابقة أيضاً، التشابه من حيث المنهج العلمي المستخدم، حيث استخدمت هذه الدراسة المنهج الوصفي، وقد طبقت غالبية الدراسات العربية هذا المنهج. أما الدراسات الأجنبية، فقد استخدمت أنماط مختلفة من المناهج العلمية منها المناهج الكمية، والتجريبية، والمراجعات المنهجية.

ثانياً: أوجه الاختلاف بين الدراسات السابقة

من جانب آخر، وبالرغم من نقاط التشابه المتعددة ما بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة، إلا أن هناك بعض نقاط الاختلاف ما بينهم نناقشها فيما يلي:

الاختلاف في نطاق المشاريع المدروسة

• هناك اختلاف ما بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة من حيث نطاق المشروعات التي شملتها الدراسة. على سبيل هناك دراسات ركزت على مشروعات البنية التحتية كدراسة (الحربي، 2021)، ودراسات ركزت على مشروعات الطرق كدراسة (الكندي، 2023)، والبعض الآخر ركز على المشروعات

العمرانية الكبرى كدراسة (الهاشمي، 2023). في المقابل نلاحظ أن بعض الدراسات الأجنبية قد غطت نطاق أكثر اتساعا كالمشاريع الذكية، أو المشاريع الضخمة ذات الأنظمة المتعددة ، والمشاريع التي تعتمد على البيانات الضخمة كدراسات (Zhang et al., 2022؛ Li et al., 2024).

التنوع في أدوات الذكاء الاصطناعي المستخدمة

• هناك اختلاف ما بين الدراسات من حيث أدوات أو تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة ، فالبعض من الدراسات ركز على التعلم الآلي والشبكات العصبية كدراسات (ضيف الله، 2019؛ Marzouk & Enaba, 2019). بينما نجد أن هناك دراسات أخرى ركزت على التحليل التنبؤي كدراسات (الكندي، 2023؛ Cheng et al., 2022)، والبعض الآخر ركز على تطبيقات أكثر حداثة كالذكاء الاصطناعي التوليدي والنماذج العميقة كما في دراسات (الأنصاري، 2024؛ Li et al., 2024).

ثالثا: الفجوات البحثية التي تسدها الدراسة الحالية

على الرغم من أهمية الدراسات السابقة العربية والأجنبية التي تمت تغطيتها ، وعلى الرغم من النتائج الواعدة التي توصلت لها ، غير أنه توجد بعض الثغرات البحثية التي تهدف هذه الدراسة لمعالجتها، وهي كالآتي:

محدودية الدراسات في بيئة أبو ظبي:

الدراسات التي تمت تغطيتها تمت في دول مختلفة ، إلا أنه يلاحظ أن الدراسات التي تمت في دولة الإمارات وفي إمارة أبو ظبي على وجه التحديد محدودة جدا، فقط دراسة دائرة البلديات والنقل (2022). هذا بينما نلاحظ أن غالبية الدراسات الأجنبية قد تم إجراؤها في بيئات مختلفة، مما يثبت الحاجة لدراسة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في سياق إمارة أبو ظبي، على وجه الخصوص في ظل ما تشهده الإمارة من التوسع العمراني والتحول الرقمي.

غياب التكامل بين أبعاد إدارة التكلفة:

نلاحظ أنه لا يوجد تكامل ما بين أبعاد إدارة التكلفة الأربعة التي تغطيها هذه الدراسة ، فغالبية الدراسات التي تمت تغطيتها العربي منها والأجنبي يركز فقط على جانب أو جوانب محددة ، على سبيل المثال التركيز على التقديرات المالية، أو تقليل الهدر، بينما في المقابل نجد أن الدراسة الحالية تسعى لأن تقدم نموذجا متكاملًا يشمل كل من : التنبؤ، والرقابة، والتخطيط المالي، وإدارة الموارد.

نقص الدراسات التي تناقش التحديات التطبيقية:

هناك فجوة أيضا من حيث التحديات التطبيقية التي تناقشها الدراسات ، حيث نلاحظ أن غالبيتها تتمحور حول الفوائد والمزايا التي تعود على مدراء المشاريع عند تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي، ولكن لم يتم التطرق للتحديات الواقعية لتطبيق الذكاء الاصطناعي، على المستوى البشري، أو التقني، أو التنظيمي.

رابعا: أهمية الدراسة الحالية في ضوء الفجوات البحثية

استنادا لما تمت مناقشته نجد أن هذه الدراسة تتمتع بأهمية خاصة من كونها:

- تساهم في معالجة الفجوة المعرفية في البيئة الهندسية الإماراتية، وعلى وجه الخصوص في إمارة أبو ظبي.
- توفر تحليلا شاملا وبشكل متكامل جماع ما بين النواحي النظرية والتطبيقية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال إدارة التكلفة في مشاريع البناء.
- توفر الدراسة إطارا علميا يساهم في دعم المؤسسات ومساعدتها في تبني الذكاء الاصطناعي في مجال إدارة المشاريع.
- توفير الدعم اللازم لأصحاب القرار من حيث تطوير السياسات الخاصة بالتحول الرقمي في قطاع البناء.
- تساهم في تعزيز الاتجاه نحو التحول الذكي على النحو الذي يتفق مع رؤية دولة الإمارات 2030.

الفصل الثالث - منهجية الدراسة

-مقدمة

يتناول هذا الفصل منهجية الدراسة التي اعتمد عليها الباحث في تحقيق أهداف البحث والإجابة عن تساؤلاته، وذلك من خلال توضيح الأسس العلمية والإجراءات المنهجية التي تم اتباعها لدراسة أثر تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي. وتعد منهجية البحث من الركائز الأساسية التي تستند إليها الدراسات العلمية، حيث تضمن دقة النتائج ومصادقيتها من خلال الاعتماد على أساليب منظمة في جمع البيانات وتحليلها وتفسيرها.

وانطلاقاً من طبيعة الدراسة التي تهدف إلى تحليل العلاقة بين المتغير المستقل والمتمثل في تطبيقات الذكاء الاصطناعي بأبعادها المختلفة، والمتغير التابع المتمثل في إدارة التكلفة في المشاريع الإنشائية، فقد تم اعتماد المنهج الوصفي الاستدلالي بوصفه المنهج الأنسب لهذه الدراسة، لما يتميز به من قدرة على وصف الظاهرة محل الدراسة وتحليلها، واستخلاص النتائج التي تسهم في تفسير العلاقات بين المتغيرات.

ويتضمن هذا الفصل عرضاً مفصلاً لمجتمع الدراسة وعينتها، وأداة الدراسة المستخدمة في جمع البيانات والمتمثلة في الاستبانة، إضافة إلى توضيح إجراءات بناء الأداة والتحقق من صدقها وثباتها، والأساليب الإحصائية التي تم استخدامها في تحليل البيانات واختبار فرضيات الدراسة. كما يتناول الفصل حدود الدراسة الزمانية والمكانية، والإجراءات التي تم اتباعها لضمان جودة البيانات ودقتها.

وبذلك يسهم هذا الفصل في توفير إطار منهجي متكامل يمكن من خلاله فهم كيفية تنفيذ الدراسة ميدانياً، ويعزز من موثوقية النتائج التي سيتم عرضها في الفصول اللاحقة.

تصميم البحث

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وذلك لملاءمته لطبيعة موضوع الدراسة الذي يهدف إلى تحليل العلاقة بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وإدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي. ويُعد المنهج الوصفي التحليلي من أكثر المناهج استخداماً في الدراسات الإدارية والهندسية، حيث يركز على وصف الظاهرة محل الدراسة وتحليلها اعتماداً على البيانات التي يتم جمعها من أفراد العينة.

ويهدف هذا المنهج إلى وصف واقع استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع مشاريع البناء، وتحليل تأثير هذه التطبيقات في تحسين إدارة التكلفة في المشاريع الإنشائية. كما يساعد هذا المنهج في تحديد طبيعة العلاقة بين المتغير المستقل في الدراسة وهو تطبيقات الذكاء الاصطناعي بأبعاده المختلفة، والمتغير التابع وهو إدارة التكلفة في مشاريع البناء.

وقد تم جمع البيانات اللازمة للدراسة باستخدام الاستبانة الإلكترونية التي تم تصميمها استنادًا إلى الأدبيات العلمية والدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع البحث. وقد تضمنت الاستبانة مجموعة من الفقرات التي تقيس أبعاد المتغيرات الرئيسية في الدراسة باستخدام مقياس ليكرت الخماسي، وذلك بهدف قياس اتجاهات وآراء المشاركين حول دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة التكلفة في مشاريع البناء. كما تم تحليل البيانات التي تم جمعها باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة من خلال برنامج التحليل الإحصائي SPSS، حيث تم استخدام مجموعة من الأساليب الإحصائية الوصفية والاستنتاجية مثل المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، إضافة إلى اختبار علاقات التأثير بين متغيرات الدراسة.

-المنهجية وطرق البحث.

منهج الدراسة

يعتبر المنهج الوصفي التحليلي من أكثر المناهج البحثية المستخدمة في الدراسات الهندسية والإدارية، وذلك يعود لمقدرته على أن يصف الظواهر كما هي في الواقع، ومن بعد ذلك تحليلها بأسلوب منهجي من أجل الكشف عن العلاقات ما بين المتغيرات، ومن ثم استخلاص تفسيرات علمية من الممكن تعميمها. إن الهدف من هذه المنهجية هو تقديم صورة دقيقة للواقع، ومن بعد ذلك تفسيره على النحو الذي يتفق مع أسس علمية من دون تدخل في طبيعة الظاهرة، أو تغيير في ظروفها (الخولي، 2019؛ Creswell & Creswell, 2018).

إن هذا المنهج قائم على الدمج ما بين الوصف الموضوعي من جهة، والتحليل النقدي من جهة أخرى؛ حيث يهتم الوصف بجمع المعلومات، ومن ثم رصد خصائص الظاهرة المدروسة، في حين يكون التركيز في التحليل على تفسير البيانات، ومن ثم تحديد العلاقات، والأنماط، والاتجاهات بين المتغيرات المختلفة (الغنام، 2020). وعليه، يعتبر المنهج الوصفي التحليلي منهج يصف بالشمولية على النحو الذي يمكن الباحث من أن يفهم الظواهر المعقدة عبر دراسة عناصرها، وبيئتها، وتأثيراتها بصورة مترابطة.

يتميز هذا المنهج أيضا بالقدرة على التعامل مع البيانات بنوعها الكمي، والنوعي، الأمر الذي يجعله يناسب دراسة القضايا الإدارية والهندسية الحديثة، حيث تتداخل المعلومات الرقمية، والتقنية، والسلوكية، مع بعضها البعض، ولذا يعتبر هو المنهج الأنسب لتنتم دراسة أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البناء؛ حيث تتطلب هذه الظاهرة الفهم العميق، والدقيق للبيانات الهندسية، والمالية، والتحليل للعوامل التنظيمية، والتقنية التي تؤثر فيها (العتيبي، 2021).

أيضا من نقاط قوة المنهج الوصفي التحليلي أنه يمكن الباحث من فهم السياق الواقعي للمشاريع، ومن ثم التعرف على التحديات، والفرص التي ترتبط بتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في بيئة العمل، من دون الحاجة لتدخل تجريبي. كل ذلك يجعل هذا المنهج يناسب البحوث التي تقيم الممارسات الحالية،

وتحلل آثارها ، وهو من الأمور المحورية في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي التي تشهد توسع كبير في مجال تطبيق الأنظمة الذكية (السليطي، 2022).

أيضا أن اتباع هذا المنهج يساعد على جمع معلومات مختلفة ، من مصادر متعددة، الأمر الذي يعزز موثوقية النتائج، وقابليتها للتفسير، ويدعم اتخاذ القرارات القائمة على الأدلة، وهو ما يتطلبه عمل المؤسسات الهندسية، والإدارية عند تقييم آثار التحول الرقمي، والتقنيات الذكية على الكفاءة المالية، والتشغيلية (العمرى، 2020).

بصورة عامة ، فإن من مميزات المنهج الوصفي التحليلي المرونة العالية، والمقدرة على تقديم تحليل عميق للواقع التطبيقي، الأمر الذي يجعله من الخيارات المثالية للبحوث التي تستهدف فهم الظواهر المعاصرة في بيئة العمل، خصوصاً تلك المرتبطة بالتقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي، وإدارة التكلفة، والإدارة الرقمية. ولذلك فإن استخدامه في هذه الدراسة له ما يبرره علمياً ، ومنهجياً ، كونه يدعم جودة ، ودقة النتائج.

أدوات الدراسة :

تعتمد الدراسة على عدد من الأدوات البحثية المتكاملة التي تهدف لجمع بيانات كمية ونوعية تتصف بالمصداقية العالية، على النحو الذي يعزز المقدرة على تفسير أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين عملية إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي. وتشمل هذه الأدوات ما يلي:

1. الاستبانة (Questionnaire)

تعتبر الاستبانة هي الأداة الرئيسة في هذه الدراسة، وذلك كونها تتمتع بالمقدرة على جمع بيانات كمية واسعة من شريحة كبيرة من المشاركين في فترة وكنية قصيرة، وبتكلفة منخفضة. ومن المخطط له استخدام استبانة رقمية يتم رفعها على موقع Microsoft Forms. المحاور التي تدور حولها الاستبانة تتمثل في تقييم ما يلي:

- مستوى تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء بإمارة أبو ظبي.
- تقييم مدى تأثير تلك التطبيقات على دقة تقدير التكلفة، ومراقبة المصاريف، وتقليل الانحرافات المالية.
- دراسة مستوى جاهزية الشركات في إمارة أبو ظبي من حيث البنية التكنولوجية، والكوادر البشرية لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي.

كما تم اختيار مقياس ليكرت الخماسي ، لقياس اتجاهات المشاركين بشكل دقيق ، وسيتم إجراء اختبار صدق المحتوى عن طريق العرض على عدد من المحكمين المتخصصين في إدارة المشاريع والذكاء الاصطناعي، هذا بجانب اختبار ثبات الأداة للتأكد من اتساق الإجابات.

. التحليل الإحصائي (Statistical Analysis)

سيتم استخدام التحليل الإحصائي كونه أداة أساسية لمعالجة البيانات الكمية التي يتم جمعها عبر الاستبانة. وسيتم استخدام برنامج SPSS لإجراء ما يلي:

- التحليل وصفي للمتغيرات الديموغرافية كالجنس، والعمر، والمؤهل الدراسي.
- استخدام اختبارات الارتباط والانحدار لاختبار الفروض، وخاصة تلك التي تقيس:
 - العلاقة بين الذكاء الاصطناعي ودقة تقدير التكلفة.
 - العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وتقليل الانحرافات المالية.
 - العلاقة بين دمج الذكاء الاصطناعي و(BIM) وتحسين الرقابة على التكلفة.
 - حساب الدلالة الإحصائية (P-value) التي تحدد ما إذا كانت العلاقات ذات دلالة إحصائية حقيقية.

يسهم التحليل الإحصائي في توفير نتائج كمية دقيقة تدعم الاستنتاجات العلمية، وتعزز القدرة على تعميم النتائج على مشاريع البناء مشابهة بإمارة أبو ظبي.

مجتمع الدراسة

يتكون مجتمع الدراسة من جميع العاملين في قطاع مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي، وبشكل خاص الأفراد الذين يرتبط عملهم بشكل مباشر بإدارة المشاريع الإنشائية وإدارة التكلفة في تلك المشاريع. ويشمل مجتمع الدراسة مهندسي المشاريع، ومهندسي التكلفة، ومهندسي التخطيط، ومديري المشاريع، إضافة إلى مديري التكلفة العاملين في شركات المقاولات، والمكاتب الاستشارية الهندسية، والمؤسسات الحكومية وشبه الحكومية المرتبطة بتنفيذ المشاريع الإنشائية في الإمارة.

ويعد اختيار هذا المجتمع مناسباً لطبيعة الدراسة الحالية التي تهدف إلى التعرف على تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي، حيث إن هذه الفئات المهنية هي الأكثر تعاملًا مع عمليات تخطيط التكاليف وتقديرها ومراقبتها خلال مراحل تنفيذ المشاريع المختلفة. كما أنهم من الفئات التي بدأت تتعامل بشكل متزايد مع التقنيات الرقمية الحديثة مثل أنظمة إدارة المشاريع الرقمية، ونمذجة معلومات البناء (BIM)، وتقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في تحليل البيانات والتنبؤ بالتكاليف.

عينة الدراسة

تكونت عينة الدراسة من عينة قصدية بلغ حجمها (120) مشاركًا من العاملين في قطاع مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي. وقد شملت العينة أفرادًا من الجنسين ومن مختلف الفئات العمرية والمؤهلات العلمية وسنوات الخبرة المهنية، بما يضمن تمثيلًا مناسبًا لمختلف الخبرات العملية في مجال إدارة

المشاريع الإنشائية. تم اختيار عينة ممثلة من المجتمع البحثي باستخدام طريقة العينات الموجهة . وتم اختيار عينة عشوائية بسيطة من مجتمع الدراسة مكونة من 135 مبحوثا ، وبلغ عدد الاستبيانات الموزعة 135 استبيان استرجع منها 127 استبيان ، واستبعد منها 8 استبيان لعدم صلاحيتها للتحليل الإحصائي، وعليه يكون الاستبيانات المستخدمة في التحليل 120 استبيان لغايات التحليل الإحصائي ، والجدول (1) يبين العينة الخاضعة للتحليل.

جدول رقم (1) : العينة الخاضعة للتحليل

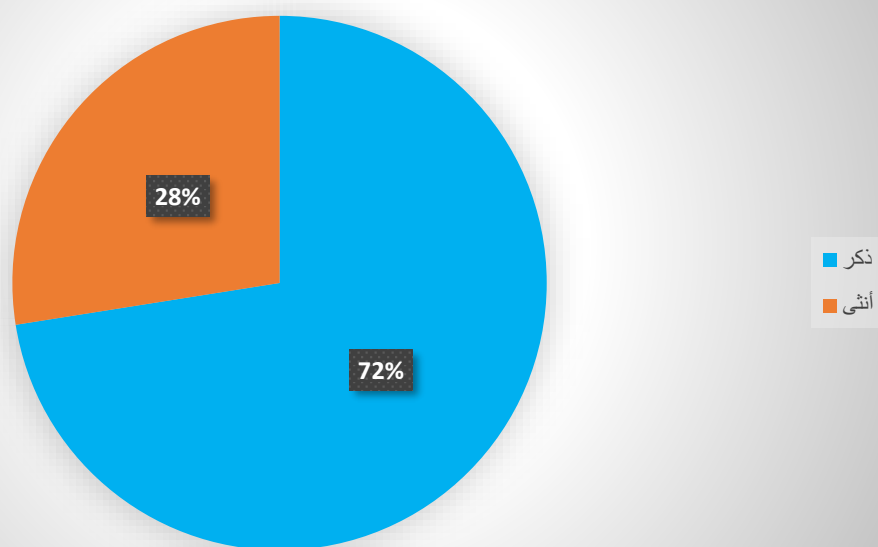
الاستبيانات	النسبة من العينة الموزعة
الاستبيانات الموزعة	135
الاستبيانات المسترجعة	127
الاستبيانات المستبعدة	8
الاستبيانات الخاضعة للتحليل	120

وتضمنت العينة عدداً من الفئات المهنية المرتبطة بإدارة المشاريع مثل مديري المشاريع، ومهندسي المواقع، ومهندسي التكلفة، ومهندسي التخطيط، إضافة إلى بعض الوظائف الأخرى المرتبطة بإدارة وتنفيذ المشاريع الإنشائية. وقد تم اختيار هذه الفئات نظراً لارتباطها المباشر بموضوع الدراسة وقدرتها على تقييم أثر استخدام التقنيات الحديثة، وخاصة تطبيقات الذكاء الاصطناعي، في تحسين كفاءة إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبوظبي، وذلك بهدف الحصول على بيانات أكثر شمولية حول واقع استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع الإنشائية.

جدول رقم (2) : توزيع أفراد عينة الدراسة حسب النوع الاجتماعي

العمر	العدد	النسبة المئوية
ذكر	87	72.5%
أنثى	33	27.5%
المجموع	120	100%

توزيع أفراد عينة الدراسة حسب النوع الاجتماعي



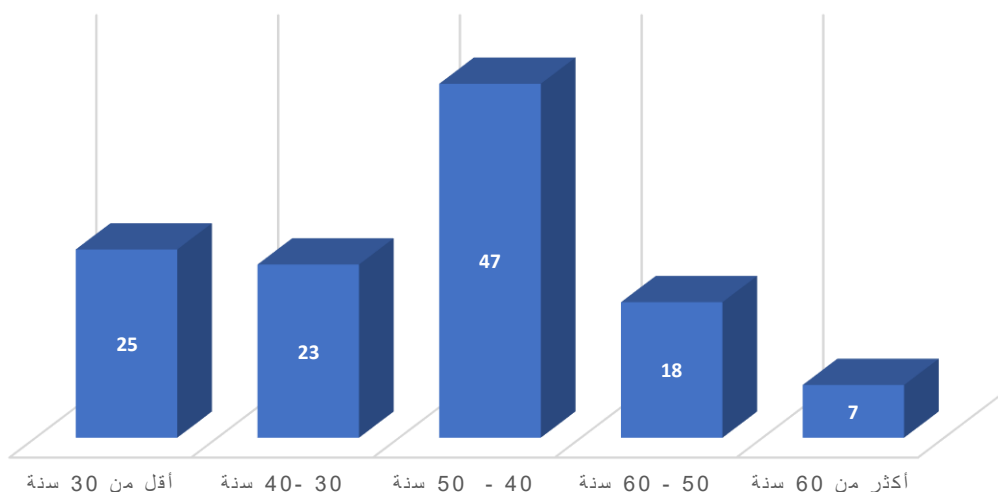
شكل رقم (2): توزيع أفراد عينة الدراسة حسب النوع الاجتماعي

جدول رقم (3): توزيع أفراد عينة الدراسة حسب العمر

النسبة المئوية	العدد	العمر
%20.83	25	أقل من 30 سنة
%19.17	23	30-40 سنة
%39.17	47	40-50 سنة
%15	18	50-60 سنة
%5.83	7	أكثر من 60 سنة
%100	120	المجموع

توزيع افراد عينة الدراسة حسب العمر

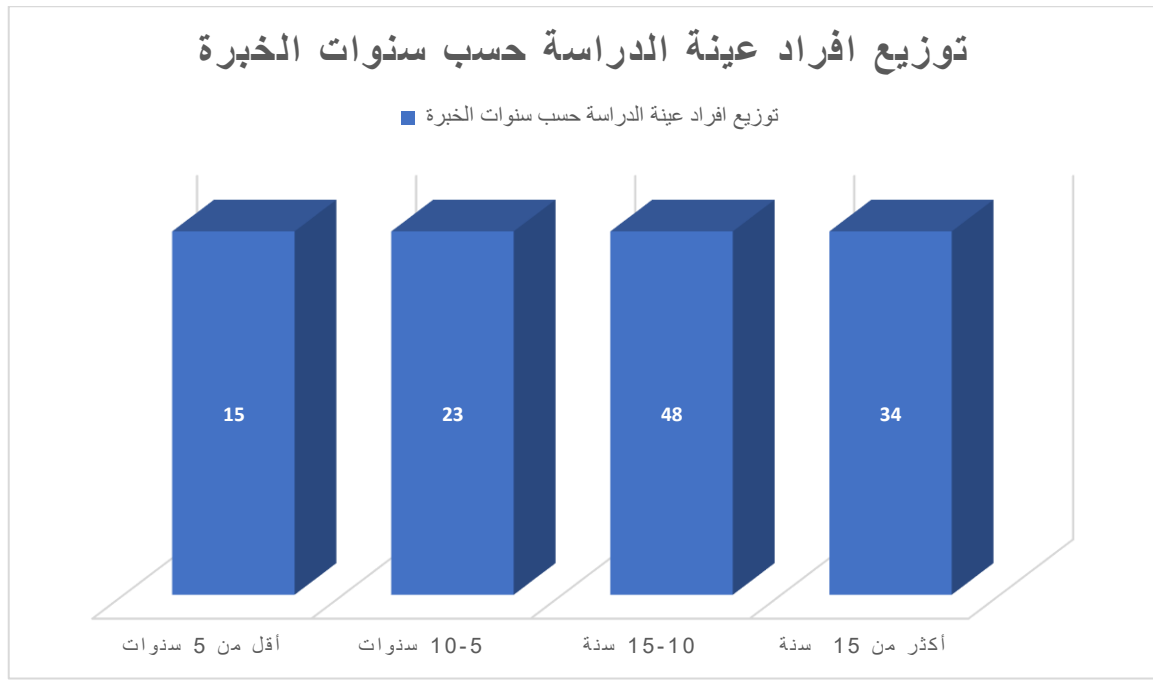
■ توزيع افراد عينة الدراسة حسب العمر



شكل رقم (3): توزيع افراد عينة الدراسة حسب العمر

جدول رقم (4): توزيع افراد عينة الدراسة حسب سنوات الخبرة

النسبة المئوية	العدد	العمر
12.5%	15	أقل من 5 سنوات
19.17%	23	5-10 سنوات
40%	48	10-15 سنة
28.33%	34	أكثر من 15 سنة
100%	130	المجموع



شكل رقم (4): توزيع افراد عينة الدراسة حسب سنوات الخبرة

طريقة اختيار العينة

اعتمدت الدراسة على العينة القصدية (Purposive Sampling)، وهي إحدى أساليب العينات غير الاحتمالية التي يتم فيها اختيار أفراد العينة بناءً على امتلاكهم خصائص معينة تتناسب مع أهداف الدراسة. ويعد هذا الأسلوب مناسباً للدراسات التطبيقية التي تستهدف فئات محددة من المجتمع تمتلك المعرفة والخبرة الكافية بالموضوع محل الدراسة.

وقد تم اختيار أفراد العينة من المهندسين ومديري المشاريع ومديري التكلفة العاملين في قطاع البناء في إمارة أبو ظبي، وذلك لكونهم الأكثر تعاملًا مع عمليات إدارة التكاليف والتخطيط المالي للمشاريع الإنشائية. كما أن هذه الفئة المهنية تمتلك الخبرة العملية التي تمكنها من تقييم دور التقنيات الحديثة، مثل تقنيات الذكاء الاصطناعي، في تحسين عمليات تقدير التكاليف ومراقبة الميزانيات وتقليل الهدر في الموارد المختلفة داخل المشاريع.

ويسهم استخدام العينة القصدية في هذه الدراسة في ضمان الحصول على معلومات دقيقة وواقعية حول موضوع البحث، حيث يتم اختيار المشاركين الذين لديهم معرفة مباشرة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع البناء.

مبررات حجم العينة

تم تحديد حجم عينة الدراسة ليكون 120 مشاركًا، وذلك استنادًا إلى عدد من الاعتبارات المنهجية المتعلقة بطبيعة الدراسة وأداة جمع البيانات المستخدمة.

أولاً، تعد الدراسات التي تعتمد على الاستبانة من الدراسات التي يمكن أن تحقق نتائج موثوقة عند استخدام حجم عينة يتراوح بين (100-200) مشارك، خاصة في الدراسات التي تستهدف فئة مهنية محددة. كما أن هذا الحجم من العينة يعد مناسباً لإجراء التحليلات الإحصائية باستخدام البرامج الإحصائية مثل SPSS.

ثانياً، إن مجتمع الدراسة في هذه الحالة يتمثل في فئة مهنية محددة هي العاملون في قطاع مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي، الأمر الذي يجعل من الصعب الوصول إلى أعداد كبيرة جداً من المشاركين الذين يمتلكون الخبرة المباشرة في مجال إدارة التكلفة وتطبيقات الذكاء الاصطناعي في المشاريع الإنشائية.

ثالثاً، يتيح هذا الحجم من العينة الحصول على قدر مناسب من التنوع في خصائص أفراد العينة مثل العمر، والمؤهل العلمي، وسنوات الخبرة، وطبيعة الوظيفة، وهو ما يسهم في تحسين دقة التحليل الإحصائي لنتائج الدراسة.

وبناءً على ذلك، يعد حجم العينة المختار مناسباً لتحقيق أهداف الدراسة واستخلاص نتائج يمكن الاستفادة منها في تفسير واقع استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي.

طريقة توزيع الاستبانة

تم استخدام الاستبانة الإلكترونية كأداة رئيسية لجمع البيانات من أفراد عينة الدراسة، حيث تم تصميم الاستبانة وإعدادها في صورة نموذج إلكتروني باستخدام منصة Microsoft Forms. ويتيح هذا النظام إنشاء استبانات رقمية يمكن توزيعها بسهولة على المشاركين وجمع البيانات وتحليلها بصورة منظمة.

وقد تم رفع الاستبانة على منصة Microsoft Forms، ثم توزيع رابط الاستبانة على أفراد العينة المستهدفة من خلال عدد من الوسائل الإلكترونية مثل البريد الإلكتروني ومنصات التواصل المهني مثل مجموعات المهندسين والعاملين في قطاع البناء، إضافة إلى بعض شبكات التواصل الاجتماعي المهنية المرتبطة بقطاع المشاريع الإنشائية.

كما تم توضيح الهدف من الدراسة للمشاركين في مقدمة الاستبانة، مع التأكيد على أن المعلومات التي سيتم جمعها ستستخدم لأغراض البحث العلمي فقط، وأن جميع البيانات سيتم التعامل معها بسرية تامة. وقد أتيح للمشاركين تعبئة الاستبانة بشكل طوعي دون الحاجة إلى ذكر أسمائهم أو أي معلومات تعريفية شخصية، وذلك لضمان الحصول على إجابات صادقة وموضوعية.

وساعد استخدام الاستبانة الإلكترونية عبر Microsoft Forms في تسهيل عملية الوصول إلى المشاركين في مواقع عملهم المختلفة، إضافة إلى تسريع عملية جمع البيانات وتنظيمها وتحويلها إلى جداول يمكن تحليلها إحصائياً باستخدام البرامج الإحصائية المناسبة.

صدق وثبات أداة الدراسة

أولاً: صدق أداة الدراسة

يعبر صدق أداة الدراسة عن مدى قدرة الأداة على قياس ما صممت من أجله، ومدى تمثيل فقراتها لمتغيرات الدراسة بشكل دقيق وشامل. وللتحقق من صدق أداة الدراسة تم اتباع مجموعة من الإجراءات العلمية لضمان ملائمة فقرات الاستبانة لأهداف الدراسة ومتغيراتها، وذلك على النحو الآتي:

1. الصدق الظاهري (Face Validity)

تم عرض الاستبانة في صورتها الأولية على عدد من المحكمين المتخصصين في مجالات إدارة المشاريع والهندسة المدنية وإدارة الأعمال ومناهج البحث العلمي، وذلك بهدف التأكد من:

- وضوح صياغة فقرات الاستبانة.
- سلامة اللغة المستخدمة في الفقرات.
- مدى ملائمة الفقرات لقياس متغيرات الدراسة وأبعادها.
- شمولية الأداة لجميع جوانب الموضوع محل الدراسة.

وقد قدم المحكمون عددًا من الملاحظات والتوصيات المتعلقة بإعادة صياغة بعض الفقرات وتحسين ترتيبها، بالإضافة إلى حذف أو تعديل بعض العبارات التي قد تسبب لبسًا لدى المبحوثين. وقد قام الباحث بإجراء التعديلات اللازمة وفقًا لملاحظات المحكمين، الأمر الذي أسهم في تحسين جودة أداة الدراسة وزيادة قدرتها على قياس متغيرات الدراسة بدقة.

2. الدراسة الاستطلاعية

قام الباحث بإجراء دراسة استطلاعية بهدف التأكد من وضوح فقرات الاستبانة وصلاحياتها للتطبيق الميداني، حيث تم توزيع الاستبانة على عينة استطلاعية مكونة من (30) مبحوثًا من العاملين في قطاع مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي، من مهندسي المشاريع ومهندسي التكلفة ومديري المشاريع.

وقد تم تحليل بيانات الدراسة الاستطلاعية باستخدام معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation)، وذلك لقياس الاتساق الداخلي لفقرات الاستبانة من خلال حساب معامل الارتباط بين كل بعد من أبعاد الدراسة والدرجة الكلية للاستبانة.

جدول رقم (5): نتائج معامل ارتباط بيرسون بين أبعاد الدراسة والدرجة الكلية

المتغير	البعد	معامل الارتباط
تطبيقات الذكاء الاصطناعي	التحليل التنبؤي للتكاليف	0.84
تطبيقات الذكاء الاصطناعي	الأتمتة الذكية لإدارة المشاريع	0.86
تطبيقات الذكاء الاصطناعي	دعم اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي	0.83
تطبيقات الذكاء الاصطناعي	كفاءة تخصيص الموارد المالية	0.81
إدارة التكلفة	دقة تقدير تكاليف المشروع	0.87
إدارة التكلفة	التحكم في تكاليف المشروع	0.85
إدارة التكلفة	تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية	0.82
إدارة التكلفة	كفاءة تخصيص الموارد المالية	0.84

وتشير نتائج التحليل إلى وجود معاملات ارتباط مرتفعة بين أبعاد الدراسة والدرجة الكلية للاستبانة، حيث تراوحت قيم معاملات الارتباط بين (0.81 – 0.87)، وهي قيم تدل على وجود درجة جيدة من الاتساق الداخلي بين فقرات الأداة، مما يؤكد تمتع أداة الدراسة بدرجة مناسبة من الصدق تسمح باستخدامها في جمع البيانات.

وتشير نتائج التحليل إلى وجود معاملات ارتباط مرتفعة بين أبعاد الدراسة والدرجة الكلية للاستبانة، حيث تراوحت قيم معاملات الارتباط بين (0.81 – 0.87)، وهي قيم تدل على وجود درجة جيدة من الاتساق الداخلي بين فقرات الأداة، مما يؤكد تمتع أداة الدراسة بدرجة مناسبة من الصدق تسمح باستخدامها في جمع البيانات.

ثانياً: ثبات أداة الدراسة

يقصد بثبات أداة الدراسة مدى قدرة الأداة على إعطاء نتائج متسقة عند تطبيقها أكثر من مرة في ظروف متشابهة. وللتحقق من ثبات أداة الدراسة تم استخدام معامل كرونباخ ألفا (Cronbach Alpha) لقياس الاتساق الداخلي لفقرات الاستبانة.

جدول رقم (6): نتائج اختبار كرونباخ ألفا

البعد	عدد الفقرات	معامل ألفا
التحليل التنبؤي للتكاليف	4	0.84
الأتمتة الذكية لإدارة المشاريع	4	0.86
دعم اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي	4	0.83
كفاءة تخصيص الموارد المالية	4	0.82
دقة تقدير تكاليف المشروع	4	0.87
التحكم في تكاليف المشروع	4	0.85
تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية	4	0.83
كفاءة تخصيص الموارد المالية	4	0.84

وتشير النتائج إلى أن معاملات الثبات لجميع الأبعاد تراوحت بين (0.87 – 0.812)، بينما بلغ معامل الثبات الكلي للأداة 0.91، وهي قيمة مرتفعة تشير إلى تمتع الأداة بدرجة عالية من الثبات والاعتمادية. وقد بلغ معامل الثبات الكلي للاستبانة (0.92)، وهي قيمة مرتفعة تشير إلى أن أداة الدراسة تتمتع بدرجة عالية من الثبات والاعتمادية، مما يدل على صلاحيتها للتطبيق الميداني.

-حدود البحث

تقتصر هذه الدراسة على مجموعة من الحدود التي تحدد نطاقها العلمي والميداني، وذلك على النحو الآتي:

1. الحدود المكانية:

تقتصر الدراسة على مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي بدولة الإمارات العربية المتحدة، حيث تم اختيار هذه الإمارة نظرًا للنمو الكبير الذي يشهده قطاع البناء فيها، إضافة إلى التوسع في استخدام التقنيات الرقمية الحديثة في إدارة المشاريع الإنشائية.

2. الحدود الزمانية:

تم تطبيق الدراسة خلال العامين (2025-2026)، وهي الفترة التي تم خلالها جمع البيانات الميدانية وتحليلها.

3. الحدود البشرية:

تقتصر الدراسة على مهندسي مشاريع البناء، ومهندسي التكلفة، ومديري المشاريع، ومديري التكلفة العاملين في المؤسسات الحكومية والخاصة المرتبطة بتنفيذ وإدارة المشاريع الإنشائية في إمارة أبو ظبي.

4. الحدود الموضوعية:

- تقتصر الدراسة على تحليل تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة التكلفة في مشاريع البناء، وذلك من خلال دراسة أبعاد تطبيقات الذكاء الاصطناعي المتمثلة في:
 - التحليل التنبؤي للتكاليف،
 - الأتمتة الذكية لعمليات إدارة المشاريع،
 - دعم اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي،
 - كفاءة تخصيص الموارد المالية،
- وعلاقتها بإدارة التكلفة في مشاريع البناء بأبعادها المتمثلة في:
 - تحسين دقة تقدير التكاليف،
 - تعزيز التحكم في تكاليف المشاريع والحد من تجاوز الميزانية،
 - تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية،
 - تحسين كفاءة تخصيص الموارد المالية.

مصطلحات الدراسة (التعريفات الإجرائية)

يتضمن هذا القسم تعريفاً إجرائياً للمصطلحات الأساسية الواردة في الدراسة، وذلك لتوضيح المقصود بها في سياق البحث الحالي، حيث تم تعريفها بما يتناسب مع طبيعة الدراسة وأداة القياس المستخدمة.

الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence)

يشير الذكاء الاصطناعي إلى مجموعة من التقنيات والأنظمة الحاسوبية التي تمكن الأنظمة الرقمية من محاكاة القدرات الذهنية البشرية مثل التعلم والتحليل واتخاذ القرار من خلال استخدام الخوارزميات وتحليل البيانات الضخمة. ويقصد به في هذه الدراسة استخدام التقنيات الذكية في قطاع البناء بهدف دعم عمليات إدارة المشاريع وتحسين كفاءة إدارة التكلفة.

تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء

تشير تطبيقات الذكاء الاصطناعي في هذه الدراسة إلى استخدام التقنيات الرقمية الذكية مثل التحليل التنبؤي، وتحليل البيانات الضخمة، وأنظمة دعم القرار، والأتمتة الرقمية في إدارة مشاريع البناء، بهدف تحسين كفاءة التخطيط للمشاريع وتعزيز القدرة على تحليل البيانات المتعلقة بالتكاليف والموارد.

ويقاس هذا المتغير من خلال أربعة أبعاد رئيسية هي:

- التحليل التنبؤي للتكاليف
- الأتمتة الذكية لعمليات إدارة المشاريع
- دعم اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي
- كفاءة تخصيص الموارد المالية

التحليل التنبؤي للتكاليف

يشير التحليل التنبؤي للتكاليف إلى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وخوارزميات تحليل البيانات للتنبؤ بالتكاليف المستقبلية للمشاريع الإنشائية بالاعتماد على تحليل البيانات التاريخية للمشاريع السابقة. ويقصد به في هذه الدراسة مدى استخدام الأدوات الذكية في تحسين دقة تقدير التكاليف وتقليل احتمالات تجاوز ميزانية المشروع.

الأتمتة الذكية لعمليات إدارة المشاريع

تشير الأتمتة الذكية إلى استخدام الأنظمة الرقمية والبرمجيات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في أتمتة بعض العمليات المرتبطة بإدارة المشاريع مثل إعداد الجداول الزمنية، ومتابعة تقدم العمل، وتحليل التكاليف، بهدف تقليل الأخطاء البشرية وتحسين كفاءة إدارة المشاريع الإنشائية.

دعم اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي

يقصد به استخدام الأنظمة الذكية وتقنيات تحليل البيانات في توفير معلومات وتحليلات دقيقة تساعد الإدارة في اتخاذ قرارات مالية وإدارية أكثر كفاءة فيما يتعلق بإدارة التكاليف في المشاريع الإنشائية.

كفاءة تخصيص الموارد المالية

تشير كفاءة تخصيص الموارد المالية إلى قدرة إدارة المشروع على توزيع الموارد المالية المتاحة بطريقة تحقق الاستخدام الأمثل للميزانية المخصصة للمشروع، وذلك من خلال الاستفادة من تقنيات تحليل البيانات والأنظمة الذكية في التخطيط المالي للمشاريع.

إدارة التكلفة في مشاريع البناء (Cost Management)

تشير إدارة التكلفة إلى مجموعة العمليات التي تهدف إلى تخطيط التكاليف وتقديرها ومراقبتها خلال مراحل تنفيذ المشروع المختلفة، بهدف ضمان تنفيذ المشروع ضمن الميزانية المحددة وتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد المالية.

ويقاس هذا المتغير في هذه الدراسة من خلال أربعة أبعاد رئيسية هي:

- دقة تقدير تكاليف المشروع
- التحكم في تكاليف المشروع
- تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية
- كفاءة تخصيص الموارد المالية

دقة تقدير تكاليف المشروع

تشير دقة تقدير التكاليف إلى مدى قدرة إدارة المشروع على إعداد تقديرات مالية دقيقة تعكس التكاليف الفعلية للمشروع قبل بدء التنفيذ، بما يساهم في تقليل احتمالات تجاوز الميزانية المقررة للمشروع.

التحكم في تكاليف المشروع

يقصد به قدرة إدارة المشروع على متابعة التكاليف الفعلية للمشروع ومقارنتها بالتكاليف المخططة، بهدف اكتشاف الانحرافات المالية واتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة للحفاظ على الميزانية المحددة للمشروع.

تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية

يشير هذا المفهوم إلى قدرة إدارة المشروع على الحد من الهدر في الموارد المختلفة مثل المواد والعمالة والوقت، بما يساهم في تقليل التكاليف التشغيلية وتحسين كفاءة استخدام الموارد داخل المشروع.

كفاءة تخصيص الموارد المالية (في إدارة التكلفة)

يقصد به قدرة إدارة المشروع على توزيع الموارد المالية بطريقة تحقق الاستخدام الأمثل للميزانية المتاحة، بما يساعد في تحقيق أهداف المشروع المالية والتنفيذية بكفاءة.

الأداة المستخدمة للتحليل الإحصائي

تم استخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (Statistical Package for Social Sciences – SPSS) الإصدار (29) لتحليل البيانات التي تم جمعها من خلال الاستبانة الإلكترونية. ويعد هذا البرنامج من أكثر البرامج الإحصائية استخدامًا في الدراسات الاجتماعية والإدارية والهندسية، حيث يوفر مجموعة واسعة من الأدوات الإحصائية التي تساعد في تنظيم البيانات وتحليلها واستخلاص النتائج بصورة علمية دقيقة.

وقد تم إدخال البيانات المستخرجة من الاستبانة الإلكترونية التي تم تصميمها باستخدام Microsoft Forms إلى برنامج SPSS بعد تحويلها إلى ملف بيانات قابل للتحليل، ثم إجراء مجموعة من التحليلات الإحصائية الوصفية والاستدلالية التي تساعد في تحقيق أهداف الدراسة واختبار فرضياتها.

وقد تضمنت عملية التحليل الإحصائي استخدام عدد من الأساليب الإحصائية، من أهمها:

أولاً: الأساليب الإحصائية الوصفية

تم استخدام الأساليب الإحصائية الوصفية بهدف وصف خصائص أفراد عينة الدراسة وتحليل استجاباتهم على فقرات الاستبانة، وتشمل هذه الأساليب:

- التكرارات (Frequencies).
- النسب المئوية (Percentages).
- المتوسطات الحسابية (Means).
- الانحرافات المعيارية (Standard Deviations).

ثانياً: الأساليب الإحصائية الاستدلالية

تم استخدام مجموعة من الأساليب الإحصائية الاستدلالية بهدف اختبار فرضيات الدراسة وتحليل العلاقة بين متغيرات الدراسة، ومن أهمها:

- اختبار معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) لقياس العلاقة بين متغيرات الدراسة.
- اختبار كرونباخ ألفا (Cronbach Alpha) لقياس ثبات أداة الدراسة.
- تحليل الانحدار البسيط والمتعدد (Regression Analysis) لدراسة تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البناء.

وقد ساهم استخدام هذه الأساليب الإحصائية في تحليل البيانات بطريقة علمية دقيقة، الأمر الذي يساعد في تفسير نتائج الدراسة والوصول إلى استنتاجات موضوعية حول تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي.

الفصل الرابع - النتائج والتوصيات

المقدمة

يهدف هذا الفصل الرابع الي تحليل البيانات التجريبية هذه الدراسة والتي تم جمعها من اجل تقييم صورة حقيقية عن العلاقة السببية بين تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي. تناولت الدراسة تحليلاً شاملاً للبيانات مكون من:

- القسم الأول اختبار التوزيع الطبيعي
- القسم الثاني تحليل ومناقشة التحليل الوصفي لمتغيرات بيانات الدراسة وأبعادها،
- القسم الثالث يحتوي على تحليل البيانات للتأكد من مدي ملائمة البيانات لتحليل الانحدار،
- والقسم الرابع هو اختبار الفرضيات.

اختبار التوزيع الطبيعي

تم إجراء اختبار Kolmogorov-Smirnov وهو اختباراً إجرائياً لعينة واحدة، ووظيفته مقارنة التوزيع التراكمي لدالة المتغير مع توزيع نظري محدد (كالتوزيع الطبيعي أو بويسون أو الأسّي). ويتم ذلك من خلال حساب الفروق المطلقة بين وظائف التوزيع التراكمي المحسوب والمجدول. تكمن أهمية اختبار Kolmogorov-Smirnov في التحقق من هيكلية البيانات، حيث تشترط الاختبارات العملية أن تكون البيانات موزعة توزيعاً طبيعياً (Henry and Thode, 2002).

جدول رقم (7): اختبار Kolmogorov-Smirnov للتوزيع الطبيعي

Kolmogorov-Smirnova		المتغير وأبعاده
Sig.	Statistics	
		1-المتغير المستقل
0.000	.160	1-2 التحليل التنبؤي للتكاليف
0.000	.223	1-3 الأتمتة الذكية
0.000	.220	1-4 دعم القرار بالذكاء الاصطناعي
0.000	.265	1-5 كفاءة تخصيص الموارد المالية
		2-المتغير التابع
0.000	.316	1-2
0.000	.316	2-2
0.000	.336	3-2
0.000	.298	4-2

يوضح الجدول (7) نتائج اختبار Kolmogorov-Smirnov للتوزيع الطبيعي، حيث قيمة p لكل متغير أكبر من (0.05) للمتغير التابع الرئيسي (الأداء الاقتصادي) بلغت قيمته 0.073 وهي أكبر من (0.05) مما يشير اعتداليته. بلغت جميع القيم للمتغيرين المستقل والتابع أقل من 0.05، مما يشير ظاهرياً إلى عدم خضوعها للتوزيع الطبيعي. نظراً لأن حجم العينة 120 مشارك ويعتبر هذا العدد عدداً كبيراً كافياً لتطبيق قانون النهاية المركزية (Central Limit Theorem)، ولأن مقياس ليكرت (Likert Scale) المستخدم يعامل كمقياس فترى عند التجميع، فقد اعتبرت بيانات الدراسة صالحة لإجراء الاختبارات الإحصائية المعلمية (Parametric Tests) دون وجود أي مشكلة إحصائية أساسية.

تحليل البيانات الوصفية

المتغير المستقل: تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء

البعد الأول: التحليل التنبؤي للتكاليف

تم تحليل البيانات باستخدام اختبار (t) لعينة واحدة. إذا كانت آراء أفراد العينة في المحتوى آراء إيجابية فيعني قيمة المتوسط الحسابي أكبر من (3) وقيمة (P) أقل من 0.05 وفي هذه النتيجة تكون قيمة (t) موجبة، أو آراء المشاركين في المحتوى سلبية يعني قيمة المتوسط الحسابي أقل من (3) وقيمة (P) أقل من 0.05 وهنا تكون قيمة اختبار (t) سالبة. كذلك الآراء المحايدة وغير جوهرية إذا كانت قيمة (P) أكبر من 0.05، وهنا بغض النظر عن المتوسط الحسابي، فهذا يعني أن آراء المشاركين لم تبتعد عن درجة الحياد بشكل كافٍ يُعتد به إحصائياً.

جدول رقم (8): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعد التحليل التنبؤي للتكاليف

البنود	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة t	قيمة P	الترتيب
1-تستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل بيانات المشاريع السابقة بهدف التنبؤ بالتكاليف المستقبلية.	4.319	.812	58.04	0.000	1
2-تساعد أدوات الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة تقدير تكاليف مشاريع البناء.	4.227	.644	71.65	0.000	2
3-تساهم تقنيات التحليل التنبؤي في تقليل مخاطر تجاوز ميزانية المشروع.	4.034	.795	55.15	0.000	3
4-تدعم أنظمة الذكاء الاصطناعي عملية التنبؤ بتكاليف المواد والعمالة.	3.933	.945	45.38	0.000	4

بين الجدول (4-2) أن المتوسط الحسابي للبند رقم (1) والذي ينص على تستخدم الشركة تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل بيانات المشاريع السابقة بهدف التنبؤ بالتكاليف المستقبلية فقد بلغ 0.812 ± 4.319 ، وهي اعلي قيمة لمتوسط آراء المشاركين في هذا البعد، كما أن قيمة المتوسط الحسابي أكبر من القيمة الافتراضية (3)، وأيضاً بلغت قيمة اختبار (t) 58.04، وقيمة الدلالة الإحصائية (0.000)، وهي أصغر من مستوى الدلالة المعتمد (0.05). وهذا يشير إلى وجود موافقة إيجابية من قبل أفراد العينة، مما يعني أن المشاركين يوافقون بدرجة مرتفعة جداً على استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالتكاليف بناءً على البيانات التاريخية.

وبعدها تنازلياً جاء البند رقم (2) التي ينص على تساعد أدوات الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة تقدير تكاليف مشاريع البناء في المرتبة الثانية، حيث نجد أن متوسطها الحسابي بلغ 0.644 ± 4.227 ، وقيمة اختبار (t) هي 71.65، وقيمة الدلالة (0.000) وبما أنها أقل من مستوى الأهمية (0.05)، فإن مؤشر الاختبار إيجابياً وذو دلالة إحصائية، مما يؤكد موافقة المشاركين على أن أدوات الذكاء الصناعي لها دور في تحسين دقة تقدير تكاليف مشاريع البناء بدرجة مرتفعة. وفي المرتبة الثالثة جاء البند رقم (3) تساهم تقنيات التحليل التنبؤي في تقليل مخاطر تجاوز ميزانية المشروع بمتوسط حسابي 0.795 ± 4.034 حيث كانت قيمة اختبار (t) هي 55.15، وقيمة الدلالة (0.000).

أما في المرتبة الرابعة فكان البند رقم (4) تدعم أنظمة الذكاء الاصطناعي عملية التنبؤ بتكاليف المواد والعمالة حيث بلغ متوسطها الحسابي 0.945 ± 3.933 ، وكانت قيمة اختبار (t) هي 45.38، وقيمة الدلالة (0.000).

بناءً إلى نتائج بيانات بعد التحليل التنبؤي للتكاليف، حصلت جميع البنود على متوسطات حسابية أعلى من القيمة الافتراضية وذات دلالة إحصائية (0.000)، مما يشير إلى أن قطاع مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي تعتمد بشكل فعال على أدوات الذكاء الاصطناعي والتحليل التنبؤي في إدارة وتقدير تكاليف مشاريعها. كذلك، فإن انخفاض قيم الانحراف المعياري يعكس تجانساً كبيراً في آراء المشاركين في الدراسة، مما يعطي قوة وثباتاً للنتائج المستخلصة حول أهمية التحليل التنبؤي في كفاءة تكاليف المشاريع.

البعد الثاني: الأتمتة الذكية لعمليات إدارة المشاريع

جدول رقم (9): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعد الأتمتة الذكية لعمليات إدارة المشاريع

البنود	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة t	قيمة P	الترتيب
1- يتم استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي لأتمتة عمليات تخطيط وجدولة المشاريع.	3.899	.995	42.755	0.000	4
2- تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تقليل الأخطاء البشرية في إدارة تكاليف المشاريع.	4.017	.833	52.575	0.000	3

2	0.000	67.436	.666	4.118	3-تسهم الأتمتة الذكية في تحسين كفاءة إدارة الموارد في مشاريع البناء .
1	0.000	60.169	.751	4.143	4-تساهم أنظمة الذكاء الاصطناعي في تسريع عمليات متابعة التكاليف

يوضح الجدول (9) أن المتوسط الحسابي للبند رقم (4) والذي ينص على أن تساهم أنظمة الذكاء الاصطناعي في تسريع عمليات متابعة التكاليف قد بلغت 4.143 ± 0.751 ، وهي أعلى قيمة لهذا البعد، وبما أن المتوسط الحسابي أكبر من القيمة الافتراضية (3)، كذلك بلغت قيمة اختبار (t) لهذه البند 60.169، وقيمة الدلالة الإحصائية (0.000)، وهي أصغر من مستوى الدلالة المعتمد (0.05). وهذا يشير إلى وجود موافقة إيجابية مرتفعة جداً من قبل أفراد العينة على دور أنظمة الذكاء الاصطناعي في تسريع متابعة تكاليف المشاريع.

جاء في المرتبة الثانية البند رقم (3) الذي ينص على الأتمتة الذكية تساهم في تحسين كفاءة إدارة الموارد في مشاريع البناء بمتوسط حسابي بلغ 4.118 ± 0.666 ، وقيمة اختبار (t) بلغت 67.436، وقيمة الدلالة (0.000)، وبما أنها أقل من (0.05) فإن ذلك يؤكد إدراك المشاركين بالدور الجوهري للأتمتة في تحسين كفاءة الموارد بدرجة مرتفعة.

أما المرتبة الثالثة فكان للبند رقم (2) تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تقليل الأخطاء البشرية في إدارة تكاليف المشاريع بمتوسط حسابي 4.017 ± 0.833 ، حيث كانت قيمة اختبار (t) هي 52.575، وقيمة الدلالة (0.000).

وفي المرتبة الأخيرة (4) جاء البند رقم (1) يتم استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي لأتمتة عمليات تخطيط وجدولة المشاريع بمتوسط حسابي 3.899 ± 0.995 ، وقيمة اختبار (t) بلغت 42.755، وقيمة الدلالة (0.000). بناءً إلى النتائج أعلاه بينت أن جميع البنود قد حصلت على متوسطات حسابية أعلى من القيمة الافتراضية وبدلالة إحصائية إيجابية، مما يشير إلى أن الشركات تتبنى الأتمتة الذكية كخيار استراتيجي لتطوير عمليات إدارة المشاريع وتقليل الأخطاء. كذلك، فإن قيم الانحراف المعياري للبنود أقل من (1) أو أقل تعكس تجانساً كبيراً في آراء المشاركين حول فاعلية الأتمتة الذكية في بيئة العمل.

البعد الثالث: تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية

جدول رقم (10): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعث تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية

البنود	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة t	قيمة P	الترتيب
1-تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تقليل الهدر في المواد المستخدمة في	4.109	.800	56.01	0.000	1

البناء .					
2-تساعد التقنيات الحديثة في تحسين كفاءة استخدام الموارد.	4.092	.791	56.38	0.000	2
3-تسهم نظم التحليل الذكية في تقليل التكاليف غير الضرورية في المشروع.	3.949	.904	47.43	0.000	4
4-تساعد الأنظمة الذكية في تحسين إدارة عمليات الشراء.	3.9916	.90662	48.028	0.000	3

اظهر الجدول (10) أن المتوسط الحسابي للبند رقم (1) والذي ينص على أن تقنيات الذكاء الاصطناعي تسهم في تقليل الهدر في المواد المستخدمة في البناء قد بلغ 4.109 ± 0.800 ، وهي أعلى قيمة لبعد تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية، وبما أن المتوسط الحسابي أكبر من القيمة الافتراضية (3)، كما بلغت قيمة اختبار (t) 56.011، وقيمة الدلالة الإحصائية (0.000)، وهي أصغر من مستوى الدلالة المعتمدة (0.05).

وتشير هذه النتيجة إلى وجود موافقة إيجابية مرتفعة جداً من قبل أفراد العينة، مما يعني أن المشاركين يوافقون بالدور الفعال والواضح للذكاء الاصطناعي للحد من فاقد المواد الإنشائية.

وجاء في المرتبة الثانية البند رقم (2) والذي تنص على أن التقنيات الحديثة تساعد في تحسين كفاءة استخدام الموارد بمتوسط حسابي بلغ 4.092 ± 0.791 ، وقيمة اختبار (t) بلغت 56.381، وقيمة الدلالة (0.000)، وبما أنها أقل من مستوى الأهمية (0.05)، فإن ذلك يؤكد وعي المشاركين بالارتباط الوثيق بين تبني التقنيات الحديثة وتزويد من كفاءة الموارد المتاحة في المشاريع.

أما المرتبة الثالثة فقد احتلها البند رقم (4) تساعد الأنظمة الذكية في تحسين إدارة عمليات الشراء بمتوسط حسابي 3.991 ± 0.906 ، حيث كانت قيمة اختبار (t) هي 48.028، وقيمة الدلالة (0.000)، مما يعكس اتفاق المشاركين على أن الأنظمة الذكية تساهم في ضبط المشتريات وتقادي المصاريف الزائدة. وفي المرتبة الرابعة، جاء البند رقم (3) تسهم نظم التحليل الذكية في تقليل التكاليف غير الضرورية في المشروع بمتوسط حسابي 3.949 ± 0.904 ، وقيمة اختبار (t) بلغت 47.434، وقيمة دلالة (0.000). استناداً إلى هذه النتائج بيانات بعد تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية، يتبين أن جميع البنود قد حصلت على متوسطات حسابية أعلى من القيمة الافتراضية وبدلالة إحصائية تامة، مما يشير إلى أن ممارسات الإدارة الذكية في مواقع العمل تساهم بشكل مباشر في خفض الأعباء المالية غير المبررة وتدعم الاستدامة المالية للمشاريع. كذلك، يعكس انخفاض قيم الانحراف المعياري أقل من (1) تجانساً كبيراً في آراء المشاركين حول أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي في مواجهة الهدر المالي والمادي.

البعد الرابع: كفاءة تخصيص الموارد المالية

جدول رقم (11): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعء كفاءة تخصيص الموارد المالية

البنود	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة t	قيمة P	الترتيب
يتم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات الضخمة المتعلقة بتكاليف المشاريع.	3.949	.891	48.35	0.000	4
تساعد تقنيات تحليل البيانات الضخمة في تحسين التخطيط المالي للمشاريع.	3.983	.823	52.78	0.000	3
تسهم تحليلات البيانات في اكتشاف مصادر الهدر في تكاليف المشاريع.	4.092	.724	61.59	0.000	2
تساعد تقنيات تحليل البيانات في تحسين كفاءة إدارة الميزانية	4.151	.755	59.97	0.000	1

يوضح الجدول (11) أن المتوسط الحسابي للبند رقم (4) والذي ينص على أن تساعد تقنيات تحليل البيانات في تحسين كفاءة إدارة الميزانية قد بلغ 4.151 ± 0.755 ، وهي القيمة الأعلى لبعء كفاءة تخصيص الموارد المالية، وبما أن المتوسط الحسابي أكبر من القيمة الافتراضية (3)، كما بلغت قيمة اختبار (t) لهذه البند 59.97، وقيمة الدلالة الإحصائية (0.000)، وهي أصغر من مستوى الدلالة المعتمد (0.05).

وهذا يشير إلى وجود موافقة إيجابية مرتفعة جداً من قبل أفراد العينة، مما يعني أن العينة تؤمن بدور تحليل البيانات في ضبط وتطوير إدارة الميزانيات المالية للمشاريع. وجاء في المرتبة الثانية البند رقم (3) الذي ينص على أن تسهم تحليلات البيانات في اكتشاف مصادر الهدر في تكاليف المشاريع بمتوسط حسابي بلغ 4.092 ± 0.724 ، وقيمة اختبار (t) بلغت 61.59، وقيمة الدلالة (0.000) وبما أنها أقل من مستوى الأهمية (0.05)، فإن المشاركون أكدوا قدرة تقنيات البيانات على كشف الثغرات المالية التي تؤدي إلى ضياع الموارد، وذلك بدرجة موافقة مرتفعة.

أما المرتبة الثالثة فكان البند رقم (2) تساعد تقنيات تحليل البيانات الضخمة في تحسين التخطيط المالي للمشاريع بمتوسط حسابي 3.983 ± 0.823 ، حيث كانت قيمة اختبار (t) هي 52.78، وقيمة الدلالة (0.000).

وفي المرتبة الأخيرة، جاء البند رقم (1) يتم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات الضخمة المتعلقة بتكاليف المشاريع بمتوسط حسابي 3.949 ± 0.891 ، وقيمة اختبار (t) بلغت 48.35، وقيمة

دلالة (0.000) استناداً إلى النتائج أعلاه، يتبين أن جميع البنود قد حصلت على متوسطات حسابية أعلى من القيمة الافتراضية وبدلالة إحصائية تامة، مما يعكس إدراك أفراد العينة للأهمية الاستراتيجية لتحليل البيانات الضخمة في تحسين الرؤية المالية وتخصيص الموارد المالية للمشاريع بكفاءة عالية. كما يعزز انخفاض قيم الانحراف المعياري اقل من (1) من توافق آراء المشاركين وموثوقية النتائج المستخلصة حول بعد كفاءة تخصيص الموارد المالية.

المتغير التابع: إدارة التكلفة في مشاريع البناء

البعد الأول: دقة تقدير تكاليف المشروع

جدول رقم (12): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعد دقة تقدير تكاليف المشروع

البنود	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة t	قيمة P	الترتيب
1- تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة تقدير تكاليف مشاريع البناء	3.932	.767	55.91	0.000	2
2- تساعد أدوات التحليل الذكية في تقليل الأخطاء في تقدير التكاليف	3.974	.619	69.67	0.000	1
3- تعتمد إدارة المشروع على البيانات الذكية في إعداد تقديرات مالية دقيقة	3.747	.772	52.91	0.000	4
4- يسهم استخدام التقنيات الحديثة في تحسين موثوقية تقدير التكاليف	3.779	.828	49.56	0.000	3

يوضح الجدول (12) أن المتوسط الحسابي للبند رقم (2) والذي ينص على أن أدوات التحليل الذكية تساعد في تقليل الأخطاء في تقدير التكاليف قد بلغ 3.974 ± 0.619 ، وهي اعلي قيمة في هذا البعد، مما جعلها في المرتبة الأولى بين البنود. وبما أن المتوسط الحسابي أكبر من القيمة الافتراضية (3)، كما بلغت قيمة اختبار (t) لهذه البند 69.67، وقيمة الدلالة الإحصائية (0.000)، وهي أصغر من مستوى الدلالة المعتمد (0.05)، فهذا يشير إلى وجود موافقة إيجابية مرتفعة جداً من قبل أفراد العينة على أن الاعتماد على التحليلات الذكية يقلل من هامش الخطأ البشري في التقديرات المالية لمشاريع البناء.

تنازلياً جاء في المرتبة الثانية البند رقم (1) والذي ينص على أن تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة تقدير تكاليف مشاريع البناء بمتوسط حسابي بلغ 3.932 ± 0.767 ، وقيمة اختبار (t) بلغت 55.91 وقيمة الدلالة (0.000)، وتعكس هذه النتائج إدراك أفراد العينة للدور الرئيسي الذي تلعبه تقنيات الذكاء الصناعي في الوصول إلى تقديرات مالية واقعية ومقاربه من التكاليف الفعلية. أما المرتبة الثالثة فكان البند رقم (4) يسهم استخدام التقنيات الحديثة في تحسين موثوقية تقدير التكاليف بمتوسط حسابي $3.779 \pm$

0.828، وقيمة اختبار (t) بلغت 49.56 وقيمة الدلالة (0.000) ، مما يشير إلى اتفاق المشاركين على أن التكنولوجيا الحديثة تمنح التقديرات المالية صفة الموثوقية والاعتمادية. وفي المرتبة الرابعة جاء البند رقم (3) تعتمد إدارة المشاريع على استخدام البيانات الذكية في إعداد تقديرات مالية دقيقة بمتوسط حسابي ± 3.747 وقيمة اختبار (t) بلغت 52.9 .

استناداً إلى نتائج بعد دقة تقدير تكاليف المشروع، يتبين أن جميع بنود البعد قد حصلت على متوسطات حسابية تفوق القيمة الافتراضية (3) بدلالة إحصائية قاطعة (0.000)، وهذا يشير إلى وعي القائمين على المشاريع بالأثر الحيوي لأدوات الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة التخطيط المالي وتقادي العجز في الميزانيات. كما أن الانحرافات المعيارية المنخفضة (0.61 - 0.82) تؤكد وجود توافق كبير في آراء أفراد العينة حول المزايا التقنية في دقة التقدير.

البعد الثاني: التحكم في تكاليف المشروع

جدول رقم (13): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعد التحكم في تكاليف المشروع

البنود	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة t	قيمة P	الترتيب
تساعد التقنيات الحديثة في مراقبة تكاليف المشروع بشكل مستمر.	3.771	.851	48.11	0.000	4
تسهم نظم الذكاء الاصطناعي في الحد من تجاوز ميزانية المشروع.	3.806	.794	52.24	0.000	3
تساعد أدوات التحليل الذكية في اكتشاف الانحرافات في التكاليف مبكراً.	3.857	.773	54.40	0.000	2
تساهم التقنيات الرقمية في تحسين الرقابة المالية على المشروع	3.890	.698	60.75	0.000	1

يوضح الجدول (13) أن المتوسط الحسابي للبند رقم (4) والذي ينص على مساهمة التقنيات الرقمية في تحسين الرقابة المالية على المشروع قد بلغ 3.890 ± 0.698 ، وهي اعلي قيمة في هذا البعد، لذا تحتل المرتبة الأولى.

وبما أن متوسطها الحسابي أكبر من القيمة الافتراضية (3)، كذلك بلغت قيمة اختبار (t) 60.75، وقيمة الدلالة الإحصائية (0.000)، وهي أصغر من مستوى الدلالة المعتمد (0.05). وهذا يشير إلى إدراك المشاركين العالي للدور الجوهري الذي تلعبه التقنيات الرقمية في إحكام السيطرة المالية وضمان شفافية الصرف داخل مشاريع البناء.

وجاء في المرتبة الثانية البند رقم (3) هي تساعد أدوات التحليل الذكية في اكتشاف الانحرافات في التكاليف مبكراً بمتوسط حسابي بلغ 3.857 ± 0.773 ، وقيمة اختبار (t) بلغت 54.40 وقيمة الدلالة (0.000). ويعكس ذلك قناعة المشاركين بأن أنظمة التحليل الذكية تعمل كمنظومة إنذار مبكر تمنح الإدارة فرصة التدخل السريع قبل تفاقم الانحرافات المالية.

أما المرتبة الثالثة فقد احتلتها البند رقم (2) تسهم نظم الذكاء الاصطناعي في الحد من تجاوز ميزانية المشروع بمتوسط حسابي 3.806 ± 0.794 وقيمة اختبار (t) بلغت 52.24، مما يؤكد حلول الذكاء الاصطناعي في الحفاظ على الانضباط المالي لمشاريع البناء وأهميتها ضمن الحدود المقررة لها. وفي المرتبة الرابعة جاء البند رقم (1) تساعد التقنيات الحديثة في مراقبة تكاليف المشروع بشكل مستمر بمتوسط حسابي 3.771 ± 0.851 وقيمة اختبار (t) بلغت 48.11 استناداً إلى النتائج أعلاه، يتبين أن جميع المتوسطات الحسابية لبند البعد تراوحت بين 3.77 و 3.89، وهي قيم تفوق القيمة الافتراضية (3) بدلالة إحصائية قاطعة (0.000).

وهذا يشير إلى وعي القائمين على مشاريع البناء بأن التحكم الفعال في التكاليف لم يعد ممكناً بالطرق التقليدية وحدها، بل أصبح مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً بمدى توظيف التقنيات الذكية والرقمية. كما أن الانحرافات المعيارية المنخفضة أقل من (1) تؤكد من موثوقية هذه النتائج ويؤيد التوافق الكبير في آراء المشاركين حول جدوى هذه التقنيات في تحسين الرقابة المالية.

البعد الثالث: تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية

جدول رقم (14): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعد تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية

البنود	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة t	قيمة P	الترتيب
تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تقليل الهدر في المواد المستخدمة في البناء.	3.764	.788	52.06	0.000	4
تساعد التقنيات الحديثة في تحسين كفاءة استخدام الموارد.	3.779	.796	51.53	0.000	2
تسهم نظم التحليل الذكية في تقليل التكاليف غير الضرورية في المشروع.	3.789	.811	50.93	0.000	1
تساعد الأنظمة الذكية في تحسين إدارة عمليات الشراء.	3.737	.919	44.16	0.000	3

يوضح الجدول (14) أن المتوسط الحسابي للبند رقم (3) والذي ينص على أن تسهم نظم التحليل الذكية في تقليل التكاليف غير الضرورية في المشروع قد بلغ 3.789 ± 0.811 ، وهي اعلي قيمة في هذا البعد، مما جعلها تحتل المرتبة الأولى. وبما أن المتوسط الحسابي أكبر من القيمة الافتراضية (3)، كما بلغت

قيمة اختبار (t) 50.93، وقيمة الدلالة الإحصائية (0.000)، وهي أصغر من مستوى الدلالة المعتمد (0.05).

وهذا يشير إلى إدراك أفراد العينة العميق بأن الذكاء الاصطناعي ونظم التحليل تمثل ركن أساسي في رصد النفقات الزائدة وتقليص الأعباء المالية غير المبررة في مشاريع البناء بأمانة أبو ظبي. وجاء في المرتبة الثانية البند رقم (2) والذي ينص على أن تساعد التقنيات الحديثة في تحسين كفاءة استخدام الموارد بمتوسط حسابي بلغت قيمته 0.796 ± 3.779 ، وقيمة اختبار (t) بلغت 51.53، وقيمة الدلالة (0.000). وهذا يعزز القناعة بأن استخدام التكنولوجيا الحديثة ينعكس مباشرة على استغلال الموارد المتاحة بالشكل الأمثل، مما يضمن كفاءة التشغيل بنجاح للمشاريع المنفذة. أما المرتبة الثالثة فقد احتلتها البند رقم (4) تساعد الأنظمة الذكية في تحسين إدارة عمليات الشراء بمتوسط حسابي 0.919 ± 3.737 وقيمة (t) بلغت 44.166، مما يؤكد العلاقة الوثيقة بين عمليات الشراء رقمياً وضبط ميزانيات التوريد للمشاريع.

وفي المرتبة الرابعة جاء البند رقم (1) تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تقليل الهدر في المواد المستخدمة في البناء بمتوسط حسابي 3.764 وقيمة (t) بلغت 52.067، وهو ما يشير إلى وعي أفراد العينة بالأثر الإيجابي لتقنيات الذكاء الصناعي في تقليل نسب الفاقد في المواد الإنشائية. استناداً إلى النتائج أعلاه، يتبين أن جميع بنود البعد قد حصلت على متوسطات حسابية مرتفعة تفوق القيمة الافتراضية وبدلالة إحصائية (0.000)، وهذا يعكس الرؤية الاقتصادية البينة لدى المشاركين تربط بين كفاءة تنفيذ المشروع والقدرة على السيطرة على الهدر من خلال الحلول الذكية بتقنيات الذكاء الصناعي. كما أن الانحرافات المعيارية المنخفضة تعكس إجماعاً قوياً في آراء المشاركين حول الدور الوقائي والعلاجي للأنظمة الذكية في مواجهة التكاليف غير الضرورية.

البعد الرابع: كفاءة تخصيص الموارد المالية

جدول (15): اختبار المتوسطات الحسابية والقيم الإحصائية لبعد كفاءة تخصيص الموارد المالية

البنود	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة t	قيمة P	الترتيب
تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين توزيع الموارد المالية في المشروع.	3.722	.901	45.05	0.000	4
تسهم أدوات التحليل الذكية في تحسين التخطيط المالي للمشاريع.	3.796	.882	46.73	0.000	2
تساعد الأنظمة الذكية في تحديد أولويات الإنفاق في المشروع.	3.756	.853	48.01	0.000	3

1	0.000	50.30	.836	3.857	تسهم التقنيات الرقمية في تحسين كفاءة استخدام الميزانية
---	-------	-------	------	-------	--

بين الجدول رقم (15) أن المتوسط الحسابي للبند رقم (4) والذي ينص على أن تسهم التقنيات الرقمية في تحسين كفاءة استخدام الميزانية قد بلغ 3.857 ± 0.836 ، وهي اعلي قيمة لبعد كفاءة تخصيص الموارد المالية (المرتبة الأولى).

وبما أن المتوسط الحسابي أكبر من القيمة الافتراضية (3)، كما بلغت قيمة اختبار (t) لهذه البند 50.30، وقيمة الدلالة (0.000)، وهي أصغر من مستوى الدلالة المعتمد (0.05)، فهذا يشير إلى إدراك المشاركين التام بأن التحول الرقمي هو الركيزة الأساسية والحاسم لرفع كفاءة استغلال الميزانيات المرصودة للمشاريع.

وجاء في المرتبة الثانية البند رقم (2) والذي ينص على أن تسهم أدوات التحليل الذكية في تحسين التخطيط المالي للمشاريع بمتوسط حسابي بلغ 3.796 ± 0.882 ، وقيمة اختبار (t) بلغت 46.73 وقيمة الدلالة (0.000). وهذا يؤكد الاعتقاد بأن أدوات التحليل الذكي ليست مجرد وسيلة تقنية فحسب، بل هي استثمار استراتيجي ينعكس مباشرة على دقة التخطيط المالي وتلافي العجز المستقبلي لمشاريع أبناء في إمارة أبو ظبي.

أما المرتبة الثالثة فقد احتلتها البند رقم (3) والذي ينص على أن تساعد الأنظمة الذكية في تحديد أولويات الإنفاق في المشروع بمتوسط حسابي قدره 3.756 ± 0.853 وقيمة (t) بلغت 48.01. وفي المرتبة الرابعة جاء البند رقم (1) تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين توزيع الموارد المالية في المشروع بمتوسط حسابي 3.722 وقيمة (t) بلغت 45.05. ويشير هذا التقارب في القيم إلى إدراك المشاركين العميق بمفهوم الكفاءة المالية، لأن التوزيع العشوائي للموارد المالية دون الاستناد إلى تحليل ذكي يؤدي إلى استنزاف الميزانية من غير إضافة قيمة إنتاجية حقيقية.

استناداً إلى نتائج بعد كفاءة تخصيص الموارد المالية، تبين أن جميع بنود البعد قد حصلت على متوسطات حسابية مرتفعة تفوق القيمة الافتراضية (3) بدلالة إحصائية كاملة (0.000). وهذه تعكس رؤية إدارية ناضجة لدى المشاركين تربط بين توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي وبين زيادة كفاءة الموارد المالية للمشاريع. كما أن الانحرافات المعيارية المنخفضة وأقل من (1) تؤكد على التجانس الواضح في آراء العينة حول الدور الحيوي الذي تلعبه التكنولوجيا في تحسين جودة تخصيص الموارد.

اختبار فرضيات الدراسة

الاختبارات القبلية للبحث في اختبار فرضيات الدراسة

جدول رقم (16): اختبار معامل تضخم التباين والتباين المسموح ومعامل الالتواء

أبعاد المتغير المستقل	تضخم التباين VIF	التباين المسموح Tolerance	ومعامل الالتواء Skewness
التحليل التنبؤي للتكاليف	.412	2.430	-.206
الأتمتة الذكية لعمليات إدارة المشاريع	.224	4.470	-.472
دعم اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي	.237	4.221	-.928
كفاءة تخصيص الموارد المالية	.251	3.990	-.865

أوضحت نتائج الجدول رقم (16) الموضح لاختبارات التعددية الخطية والتوزيع الطبيعي لأبعاد تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء فإن قيم معامل تضخم التباين (VIF) قد تراوحت ما بين 2.430 كحد أدنى لبعد التحليل التنبؤي للتكاليف، و4.470 كحد أعلى لبعد الأتمتة الذكية لعمليات إدارة المشاريع. وجميع هذه القيم أقل من (10)، وهو ما يشير إلى عدم وجود مشكلة تعددية خطية. وتعرزت هذه النتيجة بقيم التباين المسموح التي تراوحت ما بين 0.224 و0.412، وجميعها أكبر من 0.05، مما يؤكد استقلالية الأبعاد وصلاحياتها للدخول في نموذج الانحدار.

بالنسبة لمعامل الالتواء تشير النتائج إلى أن قيم معامل الالتواء لجميع الأبعاد كانت سالبة وتراوحت ما بين -0.206 و-0.928 وبما أن جميع هذه النتائج تقع ضمن المدى المقبول إحصائياً (± 1)، فإن ذلك يعد مؤشراً على صلاحية بيانات هذه الدراسة وملائمتها لإجراء تحليل الانحدار الخطي لأنها تتبع التوزيع الطبيعي لخلوها من مشكلات الازدواجية الخطية وتحقق شرط الاعتدالية (لا تعاني من أي التواء).

نتائج اختبار فرضيات الدراسة:

تم استخدام تحليل الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Linear Regression) لاختبار الفرضية الرئيسية للدراسة، كما تم استخدام تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression) لاختبار الفرضيات الفرعية لأبعاد مدى تأثير أبعاد استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي.

جدول رقم (17) : نتائج اختبار تحليل التباين والانحدار المتعدد لأثر أبعاد استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي

المتغير التابع	ملخص النموذج		تحليل التباين ANOVA			جدول المعاملات				
	R	R ²	F	DF	Sig F	البيان	قيمة B	الخطأ المعياري	T	قيمة Beta
	معامل الارتباط	معامل التحديد	المحسوبة	درجات الحرية	الدلالة الإحصائية					
إدارة التكلفة في مشاريع البناء	.518a	.268	10.434	4	0.000	constant	2.084	.345	6.045	.000
						التحليل التنبؤي للتكاليف	-.111	.125	-.891	.037
						الأتمتة الذكية	.043	.157	.271	.078
						دعم القرار بالذكاء الاصطناعي	.317	.141	2.245	.007
						كفاءة تخصيص الموارد المالية	.180	.140	1.284	.022

الجدول (17) يوضح نتائج اختبار تحليل الانحدار المتعدد الذي تم استخدامه لتحليل أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي بأبعادها (التحليل التنبؤي للتكاليف، الأتمتة الذكية لعمليات إدارة المشاريع، دعم اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي، كفاءة تخصيص الموارد المالية) في إدارة التكلفة لمشاريع البناء في إمارة أبو ظبي.

تحليل الفرضية الرئيسية: (H1)

لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) لتطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي من وجهة نظر العاملين في قطاع البناء. تشير نتائج الجدول رقم (4-11) إلى وجود ارتباط معنوي بين متغيرات تطبيقات الذكاء الاصطناعي (المتغير المستقل) على إدارة التكلفة (المتغير التابع)، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط (0.518)، مما يدل على وجود ارتباط طردي متوسط. كما بلغت قيمة معامل التحديد (R^2) 0.268، مما يعني أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تفسر ما مقداره 26.8% من التباين في إدارة تكلفة مشاريع البناء، في حين أن بقية النسبة تعود إلى عوامل أخرى لم تدرج في نموذج هذه الدراسة. إضافة إلى ما سبق، بلغت قيمة F المحسوبة 10.434 عند مستوى دلالة إحصائية (Sig F = 0.000)، وهي أقل من مستوى الدلالة المعتمد (0.05) مما يؤكد معنوية

النموذج وصلاحيته لاختبار الفرضيات. واستناداً على هذه النتيجة، نرفض الفرضية الصفرية ونقبل الفرضية البديلة بوجود أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي.

تحليل نتائج اختبار الفرضيات الفرعية

1- اختبار الفرضية الفرعية الأولى:

لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) للتحليل التنبؤي للتكاليف على إدارة التكلفة بأبعادها (تحسين دقة تقدير التكاليف، وتعزيز التحكم في تكاليف مشاريع البناء والحد من تجاوز الميزانية، وتقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية، وتحسين كفاءة تخصيص الموارد المالية) في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي.

أوضحت النتائج أن قيمة B بلغت بواقع -0.111، مما يدل على وجود علاقة عكسية وقيمة T المحسوبة بلغت قيمتها (-0.891) عند مستوى دلالة (Sig = 0.037) وبما أن قيمة مستوى الدلالة أقل من (0.05)، فإننا نرفض الفرضية الصفرية ونقبل الفرضية البديلة، مما يؤكد وجود أثر ذو دلالة إحصائية للتحليل التنبؤي للتكاليف على إدارة التكلفة بأبعادها المختلفة.

2- اختبار الفرضية الفرعية الثانية:

لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) للأتمتة الذكية لعمليات إدارة المشاريع على إدارة التكلفة بأبعادها (تحسين دقة تقدير التكاليف، وتعزيز التحكم في تكاليف مشاريع البناء والحد من تجاوز الميزانية، وتقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية، وتحسين كفاءة تخصيص الموارد المالية) في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي.

وضحت النتائج المتعلقة ببعد الأتمتة الذكية وجود ارتباط ضعيف وغير معنوي مع إدارة التكلفة. وبالنظر إلى جدول المعاملات جدول (4-11)، بلغت قيمة B 0.043، كما أن قيمة T المحسوبة بلغت (0.271) عند مستوى دلالة (Sig = 0.078) وبما أن هذه القيمة أكبر من قيمة الدلالة (0.05)، فإن التأثير يعتبر غير دال إحصائياً. وبناءً عليه تم قبول الفرضية الصفرية التي تنص على عدم وجود أثر ذو دلالة إحصائية للأتمتة الذكية على إدارة التكلفة في مشاريع البناء.

3- اختبار الفرضية الفرعية الثالثة

لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) لدعم اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة بأبعادها (تحسين دقة تقدير التكاليف، وتعزيز التحكم في تكاليف مشاريع البناء والحد من تجاوز الميزانية، وتقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية، وتحسين كفاءة تخصيص الموارد المالية) في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي.

أظهرت النتائج وجود ارتباط معنوي بين دعم اتخاذ القرار (كمتغير مستقل) وإدارة التكلفة (متغير تابع). وبالنظر إلى جدول المعاملات، بلغت قيمة B بواقع 0.317. كما كانت قيمة T المحسوبة 2.245، وهي

قيمة دالة إحصائية عند مستوى دلالة $T = 0.007$ Sig.، مما يدل على الأهمية الكبيرة لتأثير دعم القرار. وبلغت قيمة $Beta 0.370$ ، وهي أعلى قيمة تأثير في أبعاد تطبيقات الذكاء الاصطناعي. استناداً إلى هذه النتائج تم رفض الفرضية الصفرية الثالثة ونقبل الفرضية البديلة والتي تؤكد وجود أثر ذو دلالة إحصائية لدعم اتخاذ القرار على إدارة التكلفة بأبعادها.

4- اختبار الفرضية الفرعية الرابعة:

لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) لكفاءة تخصيص الموارد المالية المدعومة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة بأبعادها (تحسين دقة تقدير التكاليف، وتعزيز التحكم في تكاليف مشاريع البناء والحد من تجاوز الميزانية، وتقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية، وتحسين كفاءة تخصيص الموارد المالية) في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي. وضحت النتائج المتعلقة ببعد كفاءة تخصيص الموارد المالية وجود ارتباط معنوي مع إدارة التكلفة. وبالنظر إلى جدول المعاملات أعلاه، أن قيمة T المحسوبة بلغت (1.284) بمستوى دلالة ($Sig = 0.022$) وبما أنها أقل من (0.05)، فإننا نرفض الفرضية الصفرية ونقبل الفرضية البديلة، مما يشير إلى وجود أثر ذو دلالة إحصائية لكفاءة تخصيص الموارد المالية المدعومة بالذكاء الاصطناعي على إدارة تكلفة مشاريع البناء بإمارة أبو ظبي.

ملخص النتائج:

بناءً على نتائج الاختبارات، فإن إدارة التكلفة المالية لمشاريع البناء بإمارة أبو ظبي (المتغير التابع) يتبع التوزيع الطبيعي. بناءً على قانون النهاية المركزية تم اعتماد صلاحية الأبعاد الفرعية للاختبارات المعلمية نظراً لحجم العينة الكافي (120 مشترك). أكدت النتائج خلو البيانات من مشكلة الازدواجية الخطية، واقتربها للاعتدالية وصالح لتحليل الانحدار.

كما خلصت الدراسة إلى قبول الفرضية البديلة، والتي بينت وجود أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة التكلفة بمشاريع البناء في إمارة أبو ظبي، بقدرة تفسيرية بلغت 26.8%، أما على مستوى الفرضيات الفرعية، فقد أثبتت النتائج وجود أثر معنوي لكل من بنود مرتبا بالأكثر تأثيرا وتشمل اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي، وكفاءة تخصيص الموارد المالية، والتحليل التنبؤي للتكاليف، بينما تم قبول الفرضية الصفرية الثانية لعدم معنوية أثر الأتمتة الذكية لعمليات إدارة المشاريع على إدارة التكلفة بشكل مستقل كبعد لوحده، تؤكد النتائج وتوضح الدور البارز للذكاء الاصطناعي في قطاع مشاريع البناء يتركز حالياً في تحسين جودة القرارات المالية والتخطيط الاستباقي للموارد المتاحة.

التوصيات

في ضوء نتائج اختبار فرضيات الدراسة، والتي أظهرت وجود تباين في مستوى تأثير أبعاد تطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي، يوصي الباحث بما يلي:

أولاً: التوصيات المرتبطة بنتيجة الفرضية الرئيسية (وجود أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة)

بناءً على ثبوت وجود تأثير كلي معنوي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة، يوصي الباحث بضرورة تبني هذه التطبيقات كمدخل استراتيجي في إدارة المشاريع الإنشائية، وعدم التعامل معها كحلول تقنية جزئية. كما ينبغي أن يتم إدماج الذكاء الاصطناعي ضمن السياسات المؤسسية لإدارة التكلفة، وربطه بمؤشرات الأداء المالي، بما يساهم في تحسين دقة التقدير، وتعزيز الرقابة على الإنفاق، وتقليل الانحرافات المالية.

ثانياً: التوصيات المرتبطة بنتيجة فرضية التحليل التنبؤي للتكاليف (وجود أثر معنوي للتحليل التنبؤي على إدارة التكلفة)

نظراً لثبوت الأثر الإيجابي للتحليل التنبؤي، يوصي الباحث بضرورة تطوير نماذج تنبؤية متقدمة تعتمد على البيانات التاريخية للمشاريع، وربطها بمتغيرات السوق المحلية مثل أسعار المواد والعمالة. كما ينبغي استخدام هذه النماذج في المراحل المبكرة من المشروع، خاصة في مرحلة التخطيط والتقدير الأولي، لما لها من دور في تقليل المخاطر المالية وتحسين دقة التوقعات المستقبلية.

ثالثاً: التوصيات المرتبطة بنتيجة فرضية الأتمتة الذكية (عدم وجود أثر معنوي مستقل للأتمتة الذكية)

في ضوء عدم ثبوت تأثير معنوي مستقل للأتمتة الذكية، يوصي الباحث بإعادة تقييم أساليب تطبيق الأتمتة داخل المشاريع، بحيث يتم توجيهها نحو العمليات المرتبطة مباشرة بإدارة التكلفة، مثل متابعة التدفقات النقدية، وإدارة العقود، وربط المشتريات بالموازنات. كما ينبغي تقييم كفاءة الأنظمة المؤتمتة المستخدمة حالياً، والتأكد من أنها تحقق قيمة مالية مضافة، وليس مجرد تحسينات تشغيلية شكلية.

رابعاً: التوصيات المرتبطة بنتيجة فرضية دعم اتخاذ القرار (دعم اتخاذ القرار هو الأكثر تأثيراً)

نظراً لأن هذا البعد جاء كأقوى العوامل تأثيراً، يوصي الباحث بإعطائه أولوية استراتيجية عند تطوير أو اعتماد أنظمة الذكاء الاصطناعي، من خلال الاستثمار في نظم دعم القرار التي توفر تحليلات متقدمة وسيناريوهات بديلة. كما ينبغي تمكين متخذي القرار من استخدام هذه الأنظمة بفعالية، من خلال التدريب وتبسيط واجهات الاستخدام، لضمان الاستفادة القصوى من مخرجاتها في تحسين الأداء المالي للمشاريع.

خامساً: التوصيات المرتبطة بنتيجة فرضية كفاءة تخصيص الموارد المالية (وجود أثر معنوي لتخصيص الموارد)

استناداً إلى النتائج التي أظهرت أهمية هذا البعد، يوصي الباحث بضرورة استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحليل توزيع الموارد المالية داخل المشاريع، بما يساعد على تحديد أولويات الإنفاق، وتقليل الهدر، وتحقيق الاستخدام الأمثل للميزانية. كما يمكن توظيف هذه الأنظمة في إعادة توزيع الموارد بشكل ديناميكي وفقاً لمتغيرات المشروع، مما يعزز من كفاءة الإدارة المالية.

سادساً: توصيات تكاملية مستندة إلى النتائج العامة للدراسة : في ضوء مجمل النتائج، يوصي الباحث بما يلي:

1. ضرورة تطوير بنية تحتية رقمية متكاملة تدعم تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتضمن تكامل البيانات بين أنظمة المشاريع المختلفة.
2. الاستثمار في تدريب وتأهيل الكوادر البشرية على استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات.
3. تعزيز التكامل بين الذكاء الاصطناعي ونمذجة معلومات البناء (BIM) لتحقيق إدارة أكثر كفاءة للتكلفة.
4. تطوير سياسات تنظيمية تدعم التحول الرقمي في قطاع البناء في إمارة أبو ظبي.
5. بناء قواعد بيانات دقيقة وشاملة للمشاريع، باعتبارها الأساس الذي تقوم عليه فعالية النماذج الذكية.

المراجع

-المراجع العربية

الدوريات

1. الأنصاري، محمد. (2024) تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع الهندسية. مجلة التكنولوجيا والإدارة. 10، 25-49.
2. الحربي، خالد. (2021) دور التقنيات الذكية في تحسين كفاءة الإنفاق في مشاريع البناء. مجلة الإدارة الحديثة. 8، 112-130.
3. الخولي، أحمد. (2019) إدارة التكاليف في المشاريع الهندسية الحديثة. مجلة العلوم الهندسية. 5، 55-70.
4. الزهراني، أحمد. (2020) تأثير الذكاء الاصطناعي على دقة التنبؤ بالتكاليف. مجلة الإدارة الهندسية. 12، 45-67.
5. السعدي، محمد. (2022) التحول الرقمي في قطاع البناء. مجلة الاقتصاد التطبيقي. 9، 88-105.
6. السليطي، عبد الله. (2022) الأنظمة الذكية ودورها في إدارة المشاريع. مجلة الإدارة الحديثة. 11، 33-52.
7. السهلي، عبد الرحمن. (2023) تحليل استخدام الذكاء الاصطناعي في المشاريع. مجلة الإدارة الهندسية. 14، 101-120.
8. الشمري، فهد. (2020) كفاءة استخدام الموارد في المشاريع الإنشائية. مجلة العلوم الإدارية. 7، 66-84.
9. العتيبي، خالد. (2021) إدارة المشاريع باستخدام التقنيات الحديثة. مجلة الإدارة التطبيقية. 6، 40-58.
10. العتيبي، خالد. (2022) تحليل المخاطر المالية في المشاريع الإنشائية. مجلة الإدارة المالية. 8، 77-95.
11. العمري، صالح. (2020) تأثير التكنولوجيا على الأداء المالي للمشاريع. مجلة الاقتصاد والإدارة. 10، 50-68.
12. الغنام، يوسف. (2020) تطوير نظم إدارة التكلفة. مجلة الإدارة الحديثة. 9، 90-110.

13. الكندي، سالم .(2023) تحليل أثر الأنظمة الذكية على الحد من التجاوزات المالية .
مجلة العلوم الإدارية.15 ، 77-98.
14. الهاشمي، علي .(2023) الذكاء الاصطناعي في تحسين اتخاذ القرار .مجلة الإدارة
الاستراتيجية.12 ، 60-82.
15. ضيف الله، عبد الله .(2019) تحليل تكاليف المشاريع باستخدام النماذج الحديثة .مجلة
العلوم الهندسية.4 ، 20-35.

المصادر الالكترونية

16. دائرة البلديات والنقل .(2022) تقرير مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي .تم الاسترجاع
بتاريخ 20/3/2026 من:
<https://www.dmt.gov.ae>
17. دائرة البلديات والنقل .(2023) تقرير التحول الرقمي في قطاع البناء .تم الاسترجاع
بتاريخ 20/3/2026 من:
<https://www.dmt.gov.ae>

-المراجع الأجنبية

الدوريات

1. Abioye, S.؛ Oyedele, L.؛ Akanbi, L. (2021). *Artificial intelligence in construction: A review*. **Journal of Building Engineering**. **35**,115-102 .
2. Alabdulkarim, A. (2023). *AI applications in project cost management*. **Journal of Construction Engineering**. **18**,70-55 .
3. Bock, T.؛ Linner, T. (2022). *Robotics and automation in construction*. **Automation in Construction**. **140**,120-104 .
4. Cheng, J.؛ Wang, X.؛ Chen, K. (2022). *AI-based cost prediction in construction projects*. **Advanced Engineering Informatics**. **51**,120-101 .
5. Henry, C.؛ Thode, S. (2002). *Cost management practices in engineering projects*. **Engineering Management Journal**. **14**,25-15 .
6. Ibrahim, Y.؛ Hanna, A. (2021). *Artificial intelligence applications in construction*. **Journal of Construction Engineering and Management**. **147**, 11-12.
7. Kaplan, A.؛ Haenlein, M. (2019). *Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land?*. **Business Horizons**. **62**,25-15 .
8. Kim, H.؛ Lee, S. (2023). *Smart systems in construction cost control*. **Sustainability**. **15**,15-1 .
9. Li, X.؛ Zhang, Y.؛ Wang, Z. (2024). *AI-driven cost optimization in construction*. **Automation in Construction**. **150**,130-105 .
10. Marzouk, M.؛ Enaba, M. (2019). *Risk analysis in construction projects*. **Journal of Civil Engineering**. **23**, 215-200 .
11. Oesterreich, T.؛ Teuteberg, F. (2020). *Digital transformation in construction*. **Computers in Industry**. **121**,115-103 .
12. Singh, V.؛ Kumar, A.؛ Sharma, R. (2023). *AI-based decision support systems*. **Expert Systems with Applications**. **210**,135-118 .
13. Wang, J.؛ Li, H.؛ Chen, Y. (2024). *Predictive analytics in construction management*. **Journal of Management in Engineering**. **40**,12-1 .
14. Zhang, L.؛ Wu, X.؛ Ding, L. (2022). *Building information modeling and AI integration*. **Automation in Construction**. **135**,118-104 .

المصادر الالكترونية

1. Project Management Institute (PMI) (2021). **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)**. Retrieved on 15/01/2026:
<https://www.pmi.org>
2. McKinsey Global Institute (2020). **The next normal in construction**. Retrieved on 12/02/2026:
<https://www.mckinsey.com>

الملاحق

الاستبانة

عزيزي المشارك / عزيزتي المشاركة،

تحية طيبة وبعد،

يهدف هذا الاستبيان إلى جمع البيانات اللازمة لإجراء دراسة علمية بعنوان "تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة التكلفة في مشاريع البناء في إمارة أبو ظبي"، وذلك في إطار البحث العلمي الرامي إلى التعرف على دور التقنيات الحديثة، وخاصة تطبيقات الذكاء الاصطناعي، في تحسين كفاءة إدارة التكاليف في قطاع البناء.

إن مشاركتكم في هذا الاستبيان تسهم بشكل كبير في دعم نتائج الدراسة والوصول إلى توصيات علمية تساعد في تطوير ممارسات إدارة المشاريع وتعزيز كفاءة استخدام الموارد المالية في مشاريع البناء. نؤكد لكم أن جميع المعلومات التي سيتم جمعها ستستخدم لأغراض البحث العلمي فقط، وسيتم التعامل معها بسرية تامة ولن يتم استخدامها لأي أغراض أخرى.

شاكرين لكم حسن تعاونكم ومساهمتم القيمة في إنجاح هذه الدراسة.

وتفضلوا بقبول فائق الاحترام والتقدير،

أولاً: البيانات الديموغرافية

1. النوع الاجتماعي

- ذكر
- أنثى

2. الفئة العمرية

- أقل من 30 سنة
- 30-40 سنة
- 40-50 سنة

- 50-60 سنة
- أكثر من 60 سنة

3. المؤهل العلمي

- دبلوم
- بكالوريوس
- ماجستير
- دكتوراه

3. سنوات الخبرة في قطاع البناء

- أقل من 5 سنوات
- من 5 إلى 10 سنوات
- من 10 إلى 15 سنة
- أكثر من 15 سنة

4. طبيعة الوظيفة

- مدير مشروع
- مهندس موقع
- مهندس تكلفة
- مهندس تخطيط
- أخرى

يرجى وضع إشارة (✓) أمام الفقرة لكل سؤال وفق المقياس التالي:

أوافق بشدة | أوافق | محايد | لا أوافق | لا أوافق بشدة

أ- المتغير المستقل: تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء

البعد الأول: التحليل التنبؤي للتكاليف

الفقرات	موافق جدا	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق على الإطلاق
تستخدم الشركة تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل بيانات المشاريع السابقة بهدف التنبؤ بالتكاليف المستقبلية.					
تساعد أدوات الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة تقدير تكاليف مشاريع البناء.					
تساهم تقنيات التحليل التنبؤي في تقليل مخاطر تجاوز ميزانية المشروع.					
تدعم أنظمة الذكاء الاصطناعي عملية التنبؤ بتكاليف المواد والعمالة.					

البعد الثاني: الأتمتة الذكية لعمليات إدارة المشاريع

الفقرات	موافق جدا	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق على الإطلاق
يتم استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي لأتمتة عمليات تخطيط وجدولة المشاريع.					
تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تقليل الأخطاء البشرية في إدارة تكاليف المشاريع.					

					تسهم الأتمتة الذكية في تحسين كفاءة إدارة الموارد في مشاريع البناء.
					تساهم أنظمة الذكاء الاصطناعي في تسريع عمليات متابعة التكاليف
البعد الثالث: دعم اتخاذ القرار باستخدام الذكاء الاصطناعي					
الفقرات	موافق جدا	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق على الإطلاق
					توفر أنظمة الذكاء الاصطناعي معلومات دقيقة تساعد الإدارة في اتخاذ قرارات مالية أفضل.
					تساعد أدوات الذكاء الاصطناعي في تحليل البدائل المختلفة المتعلقة بتكاليف المشروع.
					تساهم أنظمة دعم القرار المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في تقليل المخاطر المالية للمشروع.
					توفر تقنيات الذكاء الاصطناعي تقارير تحليلية تساعد في تحسين القرارات المتعلقة بالتكاليف
البعد الرابع: كفاءة تخصيص الموارد المالية					
الفقرات	موافق جدا	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق على الإطلاق
					يتم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات الضخمة المتعلقة بتكاليف المشاريع.

					تساعد تقنيات تحليل البيانات الضخمة في تحسين التخطيط المالي للمشاريع.
					تسهم تحليلات البيانات في اكتشاف مصادر الهدر في تكاليف المشاريع.
					تساعد تقنيات تحليل البيانات في تحسين كفاءة إدارة الميزانية

ب) المتغير التابع: إدارة التكلفة في مشاريع البناء

البعد الأول: دقة تقدير تكاليف المشروع					
الفقرات	موافق جدا	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق على الإطلاق
تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة تقدير تكاليف مشاريع البناء.					
تساعد أدوات التحليل الذكية في تقليل الأخطاء في تقدير التكاليف.					
تعتمد إدارة المشروع على البيانات الذكية في إعداد تقديرات مالية دقيقة.					
يسهم استخدام التقنيات الحديثة في تحسين موثوقية تقدير التكاليف.					
البعد الثاني: التحكم في تكاليف المشروع					
الفقرات	موافق جدا	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق على الإطلاق

					تساعد التقنيات الحديثة في مراقبة تكاليف المشروع بشكل مستمر .
					تسهم نظم الذكاء الاصطناعي في الحد من تجاوز ميزانية المشروع.
					تساعد أدوات التحليل الذكية في اكتشاف الانحرافات في التكاليف مبكراً.
					تساهم التقنيات الرقمية في تحسين الرقابة المالية على المشروع

البعد الثالث: تقليل الهدر والتكاليف غير الضرورية

الفقرات	موافق جداً	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق على الإطلاق
تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تقليل الهدر في المواد المستخدمة في البناء .					
تساعد التقنيات الحديثة في تحسين كفاءة استخدام الموارد.					
تسهم نظم التحليل الذكية في تقليل التكاليف غير الضرورية في المشروع.					
تساعد الأنظمة الذكية في تحسين إدارة عمليات الشراء.					

البعد الرابع: كفاءة تخصيص الموارد المالية

الفقرات	موافق جداً	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق على الإطلاق
تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين توزيع الموارد المالية في المشروع.					

					تسهم أدوات التحليل الذكية في تحسين التخطيط المالي للمشاريع.
					تساعد الأنظمة الذكية في تحديد أولويات الإنفاق في المشروع.
					تسهم التقنيات الرقمية في تحسين كفاءة استخدام الميزانية

Abstract الملخص

This study aimed to identify the impact of artificial intelligence applications on cost management in construction projects in the Emirate of Abu Dhabi, by analyzing the role of a group of dimensions such as predictive cost analysis, smart automation of project management processes, decision support using artificial intelligence, and the efficiency of allocating financial resources, in improving cost management in its various dimensions.

The study relied on the descriptive-inferential method to suit the nature of the study, where the questionnaire was used as the main tool for data collection. The study population consisted of those working in the construction project sector in the Emirate of Abu Dhabi, including project managers, cost engineers, planning engineers, and engineers working in government and private institutions. The study sample reached (120) participants who were selected by the intentional sampling method.

The results of the study showed that there is a statistically significant effect of artificial intelligence applications on cost management in construction projects, as the interpretive power of the model reached (26.8%). The results also showed that the most influential dimension is supporting decision-making using artificial intelligence, followed by the efficiency of the allocation of financial resources, and then predictive analysis of costs, while intelligent automation has not yet shown an independent moral effect. The results also confirmed that the use of artificial intelligence technologies contributes to improving the accuracy of cost estimation, enhancing financial control, reducing waste, and improving the efficiency of the use of resources.

Keywords: Artificial Intelligence, Cost Management, Construction Projects, Predictive Analysis, Decision Support, Smart Automation, Financial Resources Allocation, Emirate of Abu Dhabi.

Midocean University

College of Management

Department of Project Management



The Impact of Artificial Intelligence Applications on Cost Management in Construction Projects in the Emirate of Abu Dhabi

Prepared by:

Mashaer Mohammed Alhassan Awad Al-Karim El-Atta

Supervised by:

Dr. Al-Faisal Abdul Hamid

Dr. Fayez Jarad

Year: 2025-2026