

عنوان البحث

أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين إدارة الجودة

دراسة تطبيقية في مستودعات المشاريع الإنشائية بالمملكة العربية السعودية

إعداد الطالب

هتان ماطر المسفري

251000964

إشراف

د. الفيصّل عبد الحميد محمد

د. فايز جراد

العام الدراسي

2025



الشكر والتقدير

حمداً لله أولاً وآخرأ حمداً كثيراً طيباً مباركاً فيه على جزيل كرمه و عظيم فضله الذي أنار لنا طريق العلم

فأسأل الله سبحانه وتعالى أن ينفعنا به ويبارك لنا فيه ويجعله خيراً ونفعاً للبلاد والعباد

كما أتقدم بخالص الشكر وكل الامتنان إلى مشرفي الفاضلين

الدكتور الفيصل عبد الحميد و الدكتور فايز جراد

لما قدّماه لي من توجيه علمي سديد ونصح مستمر وملاحظات بناءة كان لها الأثر الكبير في إنجاز هذا البحث

بتوجيهاتهم وإرشاداتهم فقد منحوني الكثير من خبرتهم العلمية وكانا سنداً كبيراً ونبراساً مضيئاً

فأسأل الله الكريم رب العرش العظيم أن يجزاهم خير الجزاء

أتوجه بالشكر وعميق إمتناني لعائلتي الكريمة الذين آمنوا بي و شجعوني و وقفوا بجاني و دفعوني للإستمرار

وكان لهم أثر كبير لتخطي الصعوبات

فلهم مني خالص الدعاء بأن يحفظهم الله بحفظه ويرزقهم الجنات العليا

والشكر موصول أيضاً لجميع أساتذتي الكرام وزملائي وزميلاتي الذين ساندوني معنوياً ومهنياً خلال مسيرتي

الأكاديمية

المستخلص:

يهدف هذا البحث إلى دراسة أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين إدارة الجودة داخل مستودعات المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية، وذلك في ظل التوسع الكبير في المشاريع الإنشائية والتحول الرقمي المتسارع الذي تشهده المملكة. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، حيث تم توزيع استبيان على عينة عشوائية مكونة من 120 مشاركاً من العاملين في المستودعات، بما في ذلك المهندسين، والمشرفين، ومراقبي الجودة، ومسؤولي المخزون، والفنيين. وقد ركز البحث على خمسة محاور رئيسية لقياس أثر الذكاء الاصطناعي، وهي: الفحص والاستلام، جودة التخزين وسلامة المواد، تتبع المواد والمخزون، الرقابة الداخلية، ودعم اتخاذ القرار المستودع. أظهرت النتائج وجود تأثير إيجابي قوي ودال إحصائياً لتقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين إدارة الجودة، حيث ساهمت الأنظمة الذكية في رفع كفاءة الفحص وتقليل الأخطاء، وتحسين جودة التخزين، وزيادة دقة التتبع، وتعزيز فعالية الرقابة، إضافة إلى تحسين سرعة وجودة اتخاذ القرار. وتشير النتائج إلى أن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي يمثل عنصراً حيوياً لرفع الكفاءة التشغيلية وجودة المستودعات الإنشائية، وتوصي الدراسة بضرورة الاستثمار في التقنيات الذكية، وتطوير البنية الرقمية، وتدريب العاملين لضمان تبني فعال ومستدام لهذه التقنيات داخل القطاع الإنشائي.

الكلمات المفتاحية

الذكاء الاصطناعي – إدارة الجودة – المستودعات الإنشائية – التحول الرقمي

فهرس المحتويات

1	الفصل الأول
2	المقدمة
4	مشكلة الدراسة
6	أهمية الدراسة
7	أهداف الدراسة
8	تساؤلات الدراسة
9	فروض الدراسة الفرض الرئيس:
14	الفصل الثاني
15	مقدمة
16	الدراسات السابقة
24	الإطار النظري
24	المبحث الأول: الذكاء الاصطناعي وتقنياته
28	المبحث الثاني: إدارة الجودة
32	المبحث الثالث: العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة الجودة في المستودعات الإنشائية
38	الفصل الثالث
39	مقدمة

40.....	المنهجية وطرق البحث
40.....	مجتمع البحث
42.....	أدوات الدراسة
43.....	اختبار صدق وثبات الاستبيان
44.....	حدود الدراسة
46.....	الفصل الرابع
47.....	مقدمة
48.....	تحليل البيانات
72.....	النتائج
75.....	المراجع
82.....	الملاحق

فهرس الاشكال

49.....	رسم توضيحي 1 العمر
50.....	رسم توضيحي 2 المؤهل العملي
51.....	رسم توضيحي 3 سنوات الخبرة
52.....	رسم توضيحي 4 المسمي الوظيفي

فهرس الجداول

37.....	جدول 1 نموذج الدراسة
53.....	جدول 2 جدول الإحصاء الوصفي
57.....	جدول 3 معامل الثبات (كرونباخ ألفا)
60.....	جدول 4 نتائج معامل بيرسون
64.....	جدول 5 نتائج تحليل الانحدار الخطي

الفصل الأول

شهد العالم خلال العقدین الأخيرین تحولًا جذريًا في طريقة إدارة الأعمال والعمليات التشغيلية، وذلك نتيجة التطور المتسارع في تقنيات الذكاء الاصطناعي والتقنيات الرقمية الحديثة. فقد أصبحت المؤسسات، بمختلف قطاعاتها، تعتمد بشكل متزايد على الأنظمة الذكية في تحسين جودة خدماتها، ورفع كفاءة عملياتها التشغيلية، وتعزيز قدرتها على تحليل البيانات واتخاذ القرارات. ويعد قطاع إدارة الجودة من أكثر المجالات التي استفادت من هذه الطفرة التقنية، حيث أصبح الذكاء الاصطناعي عنصرًا محوريًا في دعم عمليات الفحص، والمراقبة، وإدارة المستودعات، وضمان الالتزام بمعايير الجودة في المشاريع الإنشائية.

وتشير الدراسات الحديثة إلى أن الذكاء الاصطناعي يسهم بشكل مباشر في تحسين جودة الخدمات الرقمية ورفع مستوى الأداء المؤسسي. ففي دراسة فتحي (2024) حول دور الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة الخدمات الرقمية في البنوك المصرية، تم التأكيد على وجود ارتباط إيجابي بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحسين جودة الخدمات المقدمة للعملاء، وهو ما يعكس التأثير الواضح لهذه التقنيات في تطوير العمليات ورفع مستوى الرضا، وتوصلت الدراسة إلى ضرورة اهتمام الإدارة العليا بالتوسع في استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي ووضع استراتيجيات واضحة لتفعيلها نظرًا لدورها الحيوي في تحسين جودة الخدمات وضمان استمرارية التنافسية.

وفي السياق ذاته، يؤكد خليفة (2024) أن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في بيئات الأعمال الحديثة، خاصة في مجال المراجعة، أدى إلى تحسين جودة الأعمال وزيادة القدرة على إنجاز المهام المعقدة، مما يعكس الدور المتنامي لهذه التقنيات في تعزيز الأداء المهني ودقة الإجراءات. وتشير نتائج هذا البحث إلى أن الذكاء الاصطناعي لا يعد مجرد أداة تقنية مساعدة، بل يمثل تحولًا جذريًا في منهجية العمل، من خلال تحسين إجراءات الفحص والمتابعة، وتقديم معلومات دقيقة تسهم في رفع جودة القرارات.

أما على مستوى الأنظمة الإدارية والجودة، فقد تناولت دراسة مينغلانا وتوبياس وروكساس (2021) التطورات البحثية المتعلقة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي ضمن أنظمة إدارة الجودة ISO 9001:2015 ، وأوضحت أن توجهات البحوث الحديثة تسير نحو دمج الذكاء الاصطناعي في عمليات التدقيق والمراجعة المرتبطة بإدارة الجودة، بالإضافة إلى ارتباطه الوثيق بمفاهيم الاستدامة، والبيانات الضخمة، والابتكار التكنولوجي (Minglana et al., 2021). وتظهر هذه الاتجاهات أن تطوير أنظمة الجودة بات يعتمد على حلول أكثر تكيّفًا وذكاءً، تضمن رفع مستوى الفعالية التشغيلية.

ومن جهة أخرى، يشير إسلام شميم (2024) في دراسته عن دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع، إلى أن دمج التقنيات الذكية في عمليات التخطيط والجدولة وإدارة الموارد يسهم في تحسين كفاءة اتخاذ القرار وتقليل المخاطر، مما يعزز جودة نتائج المشاريع بشكل عام. (Shamim, 2024) ويؤكد الباحث أن الذكاء الاصطناعي أصبح عنصرًا حاسمًا في تحسين أداء المشاريع، خاصة تلك التي تتسم بالتعقيد مثل المشاريع الإنشائية.

ومع تعدد الدراسات السابقة التي تناولت أثر الذكاء الاصطناعي في تحسين الجودة والخدمات والإدارة، إلا أن تطبيق هذه التقنيات داخل مستودعات المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية ما يزال بحاجة إلى المزيد من الدراسات العلمية. فقد أصبحت المستودعات جزءًا أساسيًا في نجاح المشاريع الإنشائية، حيث تعتمد عليها المؤسسات لضمان سلامة المواد، وتقليل الهدر، وتحسين كفاءة سلاسل الإمداد. ومع تطور المشاريع الإنشائية في المملكة والخطط الطموحة لرؤية 2030، تبرز الحاجة الملحة لتطوير جودة العمليات داخل المستودعات باستخدام أحدث التقنيات الذكية.

إن هذا البحث يسعى إلى سدّ هذه الفجوة من خلال دراسة أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين إدارة الجودة داخل مستودعات المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية، وذلك من خلال تحليل دور هذه

التقنيات في رفع كفاءة الفحص والمتابعة، وجودة التخزين، وتقليل الأخطاء، وتحسين عمليات التتبع، ودعم اتخاذ القرار داخل بيئة المستودعات.

مشكلة الدراسة

على الرغم من التوسع المتسارع في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في القطاعات الصناعية والخدمية، ما تزال العديد من المؤسسات الإنشائية تواجه تحديات واضحة في تطبيق هذه التقنيات داخل المستودعات، وهو ما يؤثر بشكل مباشر على جودة العمليات وكفاءة إدارة المواد. وتُظهر الأدبيات أن الذكاء الاصطناعي أصبح عاملاً رئيسياً في تحسين العمليات الإدارية والرقابية، إلا أن تطبيقه داخل مستودعات المشاريع الإنشائية لا يزال محدوداً وغير مستغل بالشكل الأمثل.

فقد أشار فتحي (2024) في دراسته حول دور الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة الخدمات الرقمية في البنوك إلى وجود علاقة إيجابية بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحسين جودة الخدمات، مؤكداً ضرورة اهتمام المؤسسات بتبني هذه التقنيات لما تقدمه من فرص لتطوير الأداء. كما أوضح خليفة (2023) أن استخدام الذكاء الاصطناعي في بيئة الأعمال يساهم بشكل فعال في رفع جودة عمليات المراجعة من خلال تعزيز القدرة على أداء المهام المعقدة وتطوير الأداء المهني، وهو ما يعكس التأثير العميق لهذه التقنيات على جودة العمليات.

أما على المستوى الدولي، فقد بينت دراسة (Minglana et al. (2021 أن دمج الذكاء الاصطناعي في أنظمة إدارة الجودة ISO 9001:2015 يمثل اتجاهًا متصاعداً في الأبحاث، حيث يُسهم في دعم التدقيق، وتحليل البيانات، ورفع مستوى الفعالية التشغيلية. ويدعم شميم (2024) هذا التوجه من خلال تأكيده أن الذكاء الاصطناعي أصبح عنصراً أساسياً في رفع كفاءة إدارة المشاريع، وتحسين التخطيط، وتقليل المخاطر.

ورغم تعدد هذه الدراسات، إلا أن البيئة الإنشائية، وخاصة إدارة المستودعات، لم تحظَ بالقدر الكافي من البحث العلمي خصوصًا في المملكة العربية السعودية التي تشهد طفرة إنشائية كبرى ضمن رؤية 2030، ومع أن المستودعات تُعد جزءًا محوريًا في نجاح المشاريع، إلا أنها ما تزال تعتمد في كثير من الأحيان على أساليب تقليدية، ما يؤدي إلى:

- ضعف دقة تتبع المواد.
 - ارتفاع معدلات الهدر والأخطاء البشرية.
 - صعوبة مراقبة جودة المواد الواردة.
 - بطء في إجراءات الفحص والاستلام.
 - ضعف التكامل بين أنظمة الجودة وسلاسل الإمداد.
- ونظرًا لهذه التحديات، تصبح الحاجة ملحة لدراسة دور الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة إدارة المستودعات داخل المشاريع الإنشائية السعودية ومدى قدرته على إحداث تحول ملموس في كفاءة العمليات.

وبناء على ما سبق، تتمثل مشكلة البحث في السؤال الرئيس الآتي:

ما أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين إدارة الجودة داخل مستودعات المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية؟

الأهمية العلمية (النظرية)

- يُسهم البحث في إثراء الأدب النظري المتعلق بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال إدارة الجودة داخل المستودعات الإنشائية، وهو مجال ما يزال محدود الدراسات.
- يقدم إطارًا نظريًا يربط بين الذكاء الاصطناعي وإدارة الجودة في بيئات المشاريع، مما يعزز فهم الباحثين للعلاقة بين التقنية والجودة التشغيلية.
- يضيف معرفة جديدة حول دور الأنظمة الذكية في تحسين عمليات الفحص والتخزين والتتبع، وهو جانب لم يتم تناوله بعمق في الدراسات المحلية.
- يدعم التوجهات البحثية الحديثة المتعلقة بالتحول الرقمي في القطاعات الإنشائية، مما يفتح المجال أمام دراسات مستقبلية متخصصة.

الأهمية العملية (التطبيقية)

- يساعد المؤسسات الإنشائية في المملكة على فهم كيفية الاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحسين جودة إدارة المستودعات وتقليل الأخطاء التشغيلية.
- يوفر مؤشرًا عمليًا لإدارات الجودة حول أفضل الممارسات التكنولوجية التي يمكن تطبيقها داخل المستودعات.
- يساهم في رفع كفاءة عمليات التخزين، وتتبع المواد، والرقابة، مما يعزز نجاح المشاريع الإنشائية وسرعة تنفيذها.

- يدعم صنّاع القرار في تطوير سياسات التحول الرقمي بما يتوافق مع رؤية المملكة 2030 في القطاع الإنشائي.

- يقدم توصيات قابلة للتطبيق لتحسين مستوى الجودة وتقليل الهدر والتالف في المواد الإنشائية.

أهداف الدراسة

الهدف الرئيس:

- تحليل أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين إدارة الجودة داخل مستودعات المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية.

الأهداف الفرعية:

- تحديد أثر الذكاء الاصطناعي على جودة عمليات الفحص والاستلام داخل المستودعات.
- قياس دور التقنيات الذكية في تحسين جودة التخزين وسلامة المواد.
- معرفة مدى تأثير الذكاء الاصطناعي على فعالية عمليات تتبع المواد والمخزون.
- تحليل أثر الذكاء الاصطناعي في دعم عمليات الرقابة والجودة داخل المستودعات.
- تقييم دور الذكاء الاصطناعي في تعزيز جودة اتخاذ القرار وتحسين الكفاءة التشغيلية.

تساؤلات الدراسة

التساؤل الرئيس:

- ما أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين إدارة الجودة داخل مستودعات المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية؟

التساؤلات الفرعية:

- ما أثر الذكاء الاصطناعي على جودة عمليات الفحص والاستلام؟
- ما دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة التخزين وسلامة المواد؟
- كيف تساهم الأنظمة الذكية في رفع كفاءة عمليات تتبع المواد والمخزون؟
- ما أثر الذكاء الاصطناعي على فعالية عمليات الرقابة والجودة في المستودعات؟
- كيف يساهم الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة وسرعة اتخاذ القرار داخل المستودعات الإنشائية؟

فروض الدراسة

الفرض الرئيس:

- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين إدارة الجودة داخل مستودعات المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية.

الفروض الفرعية

- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة عمليات الفحص والاستلام داخل المستودعات.
- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة التخزين وسلامة المواد في المستودعات الإنشائية.
- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام الأنظمة الذكية على كفاءة تتبع المواد وإدارة المخزون.
- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق الذكاء الاصطناعي على فعالية عمليات الرقابة والجودة داخل المستودعات.
- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين دقة وسرعة اتخاذ القرارات المتعلقة بإدارة المستودعات.

النظريات العلمية المتبعة لإعداد البحث

تستند هذه الدراسة إلى مجموعة من النظريات العلمية التي تشكّل الإطار الفكري لفهم العلاقة بين تقنيات الذكاء الاصطناعي وإدارة الجودة داخل مستودعات المشاريع الإنشائية. وتُعد هذه النظريات مرجعاً أساسياً في تفسير كيفية تأثير التطبيقات التقنية الحديثة على كفاءة العمليات والتنظيم واتخاذ القرارات. وتشمل النظريات المعتمدة في هذا البحث: نظرية النظم، نظرية الجودة الشاملة، ونظرية اتخاذ القرار. وتم اختيار هذه النظريات وفقاً لملاءمتها المباشرة لمتغيرات الدراسة، واتساقها مع أهداف البحث.

نظرية النظم – (Systems Theory)

تُعد نظرية النظم إحدى أهم النظريات التي أسهمت في تفسير كيفية عمل المنظمات بوصفها كيانات مترابطة تعتمد في كفاءتها على التكامل بين مكوناتها. وقد نشأت هذه النظرية على يد لودفيغ فون برتالانفي في ستينيات القرن الماضي، حيث قدم رؤيته حول أن كل مؤسسة أو نظام تشغيلي يتكون من مجموعة من العناصر التي تعمل معاً بصورة متناسقة لتحقيق أهداف مشتركة. (Bertalanffy, 1968) وترتكز النظرية على أن أي تغيير أو تحسين في أحد أجزاء النظام سوف ينعكس بالضرورة على أداء النظام بأكمله، وأن العلاقة بين المدخلات والعمليات والمخرجات والتغذية الراجعة علاقة ديناميكية ومتواصلة. ومن هذا المنطلق، تُعد المستودعات الإنشائية نظاماً متكاملاً يتطلب انسجاماً دقيقاً بين العمليات المختلفة مثل الفحص، والتخزين، والتتبع، وضبط الجودة.

وفي ضوء هذه النظرية، يحمل الذكاء الاصطناعي دوراً محورياً في تعزيز فعالية النظام المستودعي من خلال قدرته على تحسين تدفق المعلومات ودقة البيانات، ما يؤدي إلى تحسين أداء أجزاء النظام المختلفة. فعمليات المستودعات تعتمد بدرجة كبيرة على البيانات المتعلقة بالمخزون، وتوقيت التوريد، وحالة المواد، وقد تؤدي

الأخطاء البشرية أو نقص المعلومات إلى خلل يؤثر في كفاءة النظام. وهنا يُسهم الذكاء الاصطناعي في دعم أنشطة المستودعات عبر التحليلات الذكية والتنبؤ بالأخطاء المحتملة، إضافة إلى تحسين ضبط الجودة من خلال أدوات مراقبة دقيقة تعتمد على تحليل البيانات في الزمن الفعلي. ومن خلال هذا التكامل، توضح نظرية النظم كيف يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي أن ترفع من كفاءة المستودعات من خلال تحسين الترابط بين عناصرها، بحيث يصبح النظام أكثر قدرة على الاستجابة للمتغيرات وأكثر فعالية في تحقيق أهداف الجودة. وبذلك تمثل هذه النظرية إطارًا ملائمًا لفهم كيفية تأثير التقنيات الذكية على تحسين جودة إدارة المستودعات الإنشائية.

نظرية الجودة الشاملة – (Total Quality Management – TQM)

تُعد نظرية الجودة الشاملة من النظريات المحورية التي أحدثت تحولًا جذريًا في مفهوم الجودة داخل المؤسسات، وقد برزت هذه النظرية بشكل واضح من خلال أعمال الخبير إدورد ديمنج الذي وضع أسسًا علمية لتحسين الجودة عبر التحسين المستمر والتركيز على الوقاية بدلًا من التصحيح. (Deming, 1986) وترتكز هذه النظرية على مبادئ أساسية تتمثل في توظيف البيانات لدعم القرارات، وإشراك العاملين في عمليات التطوير، والسعي الدائم نحو تحسين العمليات وتقليل الهدر، وتحقيق رضا العملاء الداخليين والخارجيين. وبفضل هذه المبادئ، أصبحت الجودة الشاملة إطارًا إداريًا يعتمد على بناء ثقافة تنظيمية تهدف إلى تحسين الأداء في كل خطوة من خطوات العملية التشغيلية، لا في مرحلة التفتيش النهائي فقط.

وترتبط هذه النظرية بشكل وثيق بموضوع الدراسة لأن المستودعات الإنشائية تُعد واحدة من أهم أجزاء سلسلة الإمداد في المشاريع، وجودة إدارتها تنعكس مباشرة على جودة المشروع النهائي. وبما أن الجودة الشاملة تركز على تحسين العمليات، فإن الذكاء الاصطناعي يمثل أداة متقدمة تدعم تطبيق هذه الفلسفة العملية. فعلى سبيل المثال، يمكن للذكاء الاصطناعي تحسين جودة الفحص من خلال الأنظمة الذكية للتعرف على العيوب،

وتحسين عمليات التخزين عبر تحديد أفضل المواقع للمواد بناءً على الاستخدام المتوقع، إلى جانب تحسين تتبع المواد باستخدام أنظمة التعرّف الذكية والتحليلات التنبؤية. وتساعد هذه الأدوات على خفض مستويات الخطأ، وتحسين سرعة أداء العمليات، وزيادة دقة البيانات التي تُعد أساسًا في فلسفة الجودة الشاملة. وعلى هذا الأساس، تمكّن نظرية الجودة الشاملة من فهم دور الذكاء الاصطناعي في رفع مستوى الجودة داخل المستودعات الإنشائية، إذ يُسهّم في تقليل الأخطاء البشرية وتحسين موثوقية العمليات وإتاحة المعلومات باستمرار للإدارة، ما يؤدي في النهاية إلى تحقيق الجودة المثلى في إدارة المستودعات. ومن هنا يتضح أن دمج الذكاء الاصطناعي يمثل خطوة متقدمة في تطبيق مبادئ الجودة الشاملة على أرض الواقع.

نظرية اتخاذ القرار – (Decision-Making Theory)

تُعد نظرية اتخاذ القرار التي أسسها هيربرت سايمون إحدى أبرز النظريات المستخدمة في تفسير كيفية اتخاذ القرارات داخل المنظمات، وهي نظرية وثيقة الصلة بموضوع الدراسة. فقد طرح سايمون مفهوم “العقلانية المحدودة” والذي يشير إلى أن متخذ القرار لا يمتلك دائمًا المعلومات الكاملة أو الوقت أو القدرات التحليلية الكافية لاتخاذ القرار الأمثل، بل يعتمد على أفضل البدائل المتاحة ضمن حدود معرفية وإدارية معينة (Simon, 1976). ووفقًا لهذه النظرية، فإن جودة القرارات تتوقف على مدى توافر المعلومات ودقتها، إضافة إلى قدرة النظام الإداري على تحليل هذه المعلومات بسرعة وكفاءة. وفي سياق المستودعات الإنشائية، تعتمد العديد من القرارات اليومية على بيانات مثل مستويات المخزون، حالة المواد، حركة الإدخال والإخراج، التنبؤ بالاحتياجات المستقبلية، والالتزام بمعايير الجودة. وغالبًا ما تؤدي الأخطاء في البيانات أو بطء الوصول إليها إلى اتخاذ قرارات غير دقيقة، وبالتالي إلى مشكلات في جودة العمل أو تأخير في تسليم المشاريع. وهنا تبرز أهمية الذكاء الاصطناعي بوصفه أداة تعزز من قدرات متخذ القرار، من

خلال توفير بيانات دقيقة وفورية يمكن الاعتماد عليها. فالتقنيات الذكية قادرة على تحليل أنماط استهلاك المواد، والتنبية بوجود نقص قبل حدوثه، ومراقبة جودة المواد بطريقة آلية، وتوقع المخاطر أو الأعطال المحتملة. وهذا يتيح للإدارة القدرة على اتخاذ قرارات سليمة مبنية على معلومات دقيقة، مما يقلل من حالة “العقلانية المحدودة” التي أشار إليها سايمون.

وعبر هذا المنظور، يمكن القول إن الذكاء الاصطناعي يُسهم في تحسين جودة اتخاذ القرار داخل المستودعات الإنشائية من خلال رفع كفاءة المعلومات وزيادة السرعة في الوصول إليها، إضافة إلى تقديم بدائل وحلول تعتمد على التحليل الذكي. وهذا يجعل نظرية اتخاذ القرار إطارًا مناسبًا لفهم كيفية تأثير الذكاء الاصطناعي على جودة القرارات المتعلقة بالمستودعات، وبالتالي على جودة الإدارة العامة للمشاريع الإنشائية.

الفصل الثاني

يستعرض هذا الفصل الإطار النظري والدراسات السابقة المتعلقة بموضوع أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين إدارة الجودة داخل مستودعات المشاريع الإنشائية. ومع التزايد المستمر في تبني الأنظمة التقنية المتقدمة داخل القطاعات الإنتاجية والخدمية، أصبح من الضروري فهم الأسس النظرية التي تقوم عليها هذه التقنيات، ودورها في تطوير أداء المؤسسات ورفع كفاءة عملياتها التشغيلية. ويتناول الإطار النظري المفاهيم الأساسية المرتبطة بالذكاء الاصطناعي، وتطوره، وأبرز تطبيقاته في مجالات الجودة والمستودعات والإنشاءات، بالإضافة إلى تناول مفهوم إدارة الجودة وأهميتها في المشاريع الإنشائية، وبيان مكانة المستودعات في سلسلة الإمداد ودورها في تحقيق الجودة.

كما يتضمن الفصل استعراضاً منهجياً للدراسات السابقة العربية والأجنبية التي تناولت موضوع الذكاء الاصطناعي وجودة العمليات، بهدف بناء قاعدة معرفية متينة تدعم الدراسة الحالية. ويتيح تحليل الدراسات السابقة تحديد أوجه الاتفاق والاختلاف بينها، وتوضيح الفجوات البحثية التي تسعى هذه الدراسة إلى سدها. وبذلك يُعد هذا الفصل الأساس العلمي الذي يقوم عليه النموذج المفاهيمي للدراسة، ويمهّد لفهم العلاقة بين المتغيرات الرئيسة المتمثلة في تقنيات الذكاء الاصطناعي وإدارة الجودة داخل المستودعات الإنشائية.

(الأشول، 2022)

تهدف دراسة الأشول (2022) إلى تحليل أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة الخدمات الاستشارية المقدمة من المراجعين الخارجيين لمنظمات الأعمال. اعتمد الباحث على المنهج الاستقرائي لصياغة الإطار النظري والفروض، ثم استخدم المنهج الاستنباطي لاختبار هذه الفروض ميدانيًا، مستندًا إلى قائمة استقصاء تضمنت أربعة محاور رئيسية تم توجيهها إلى عينة من العاملين في مجال المراجعة الخارجية. ركزت الدراسة على القياس الإحصائي لمدى تأثير الذكاء الاصطناعي في دعم وظائف المراجعين وتحسين الدقة والجودة في أداء الخدمات الاستشارية التي يقدمونها لعملائهم.

أظهرت نتائج الدراسة أن هناك فروقًا معنوية بين آراء المشاركين حول وظائف وأهداف الذكاء الاصطناعي، مما يؤكد وعيًا متباينًا حول دوره في العمل الاستشاري. كما أثبتت النتائج وجود علاقة إحصائية قوية بين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وجودة تنفيذ الخدمات الاستشارية، حيث بيّنت اختبارات الارتباط والانحدار أن هذه التقنيات تساهم في زيادة دقة الاستنتاجات ورفع كفاءة تقييم المخاطر وتقديم الاستشارات. وأخيرًا، كشفت النتائج عن وجود تأثير جوهري لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة الخدمات الاستشارية التي يقدمها المراجع الخارجي.

تتكامل نتائج هذه الدراسة مع موضوع البحث الحالي من حيث تأكيد دور الذكاء الاصطناعي في رفع جودة العمليات المهنية، وهو ما يدعم الفكرة الجوهرية بأن استخدام التقنيات الذكية قادر على الارتقاء بمختلف العمليات، سواء كانت مراجعة أو تخزين أو فحص أو إدارة جودة داخل المستودعات الإنشائية. وتقدم الدراسة

أساسًا نظريًا حول أهمية تبني التقنيات الحديثة لرفع جودة الخدمات، مما يعزز من ضرورة دراسة تأثير الذكاء الاصطناعي في تطوير جودة العمليات داخل المستودعات الإنشائية في السعودية.

(عفيفي وبدوي، 2024)

استهدفت دراسة عفيفي وبدوي (2024) استكشاف أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة الأداء في شركات الأدوية المصرية، نظرًا للدور الحيوي لهذا القطاع في الاقتصاد الوطني وارتباطه المباشر بصحة المجتمع. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وتم اختيار عينة ميسرة مكونة من 384 موظفًا من شركات الأدوية، مع توزيع استبيانات إلكترونية حققت نسبة استجابة بلغت 100%. ركزت الدراسة على تحليل أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل النظم الخبيرة، والشبكات العصبية، والخوارزميات الجينية، والتعلم التلقائي، والوكلاء الأذكياء على جوانب الأداء المختلفة، بما في ذلك إدارة الموارد البشرية، والعمليات الداخلية، والإنتاج، والتسويق، واتخاذ القرار.

أظهرت النتائج أن مستوى استخدام الذكاء الاصطناعي في شركات الأدوية ما يزال محدودًا، حيث سجلت المتوسطات الخاصة بأبعاد الذكاء الاصطناعي درجات منخفضة. ومع ذلك، كشفت النتائج عن وجود تأثيرات إيجابية بارزة لبعض التقنيات، خاصة النظم الخبيرة والتعلم التلقائي، اللذين ظهرت لهما أعلى درجات التأثير في تحسين جودة الأداء الإداري والتشغيلي. كما أشارت النتائج إلى وجود ضعف واضح في الأداء الإداري وفي العمليات الداخلية، وهو ما يعكس التحديات التي تواجهها الشركات في دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي بفاعلية. وأكد الباحثان ضرورة تعزيز البنية التحتية الرقمية وتطوير القدرات البشرية لمواكبة متطلبات الذكاء الاصطناعي.

وتتلاقى نتائج هذه الدراسة مع البحث الحالي من خلال إبراز دور الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء وجودة العمليات، كما تبرز تحديات التطبيق وضعف البنية التكنولوجية، وهي عوامل مشابها للبيئة المستودعية في المشاريع الإنشائية. وبالتالي، توفر هذه الدراسة إطاراً لفهم ضرورة تطوير الأنظمة الذكية لتحسين الكفاءة التشغيلية داخل المستودعات.

(خليفة، 2023)

تناولت دراسة خليفة (2023) أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة عملية المراجعة في بيئة الأعمال المصرية، مركزة على ثلاثة محاور رئيسية: تطوير الأداء المهني، تحسين القدرة على أداء المراجعات المعقدة، وتأثير الذكاء الاصطناعي على أنظمة عملية المراجعة. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، مع الاعتماد على استبانة شاملة تم توزيعها على عينة من العاملين في مجال المراجعة، بهدف قياس مدى تأثير التقنيات الحديثة على أداء المراجعين وكفاءة إجراءات الفحص والمراجعة.

أظهرت الدراسة وجود تأثير معنوي واضح لتقنيات الذكاء الاصطناعي على تطوير الأداء المهني، حيث ساهمت الأنظمة الذكية في تحسين كفاءة إعداد التقارير وتحديد المخاطر وتقديم تحليل دقيق للبيانات. كما بيّنت النتائج أن الذكاء الاصطناعي أسهم بشكل واضح في تحسين قدرة المراجعين على أداء المهام المعقدة التي تتطلب معالجات حسابية وتحليلية عالية، وذلك بفضل الأدوات الذكية التي تساعد على تحليل البيانات الضخمة واكتشاف الأنماط. وأوضحت النتائج كذلك أن استخدام الذكاء الاصطناعي يرفع من جودة أنظمة عملية المراجعة من خلال تحسين السرعة والدقة وتقليل الاعتماد على العمليات الروتينية.

تتسق نتائج هذه الدراسة مع البحث الحالي من خلال تأكيدها أن الذكاء الاصطناعي يسهم في تعزيز جودة العمليات التشغيلية والإدارية، وهو ما ينطبق أيضاً على إدارة المستودعات التي تعتمد على الدقة والتتبع

والتحليل المستمر. وتظهر الدراسة أن دمج الذكاء الاصطناعي يؤدي إلى تقليل الأخطاء وتحسين الجودة، مما يعزز من أهمية الدراسة الحالية التي تبحث في دوره داخل المستودعات الإنشائية.

(Jothikumar et al., 2025)

قدّم جوثيكومار وزملاؤه (2025) دراسة معمّقة حول دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في عمليات ضمان الجودة، وذلك من خلال إجراء تحليل بليومتري يغطي الفترة من 2013 حتى 2024 اعتمادًا على قاعدة بيانات Scopus. هدفت الدراسة إلى تحليل تطور الأبحاث المتعلقة باستخدام الذكاء الاصطناعي في تعزيز جودة العمليات، وبيان مدى تأثير هذه التطورات على تطبيقات إدارة الجودة الشاملة (TQM) وأجرت الدراسة تحليلًا منهجيًا للاتجاهات البحثية العالمية، وكثافة النشر العلمي، والقطاعات الأكثر استفادة من دمج الذكاء الاصطناعي في أنظمة الجودة.

أظهرت النتائج أن العقد الأخير شهد زيادة ملحوظة في عدد المنشورات المتعلقة بأنظمة الجودة المدعومة بالذكاء الاصطناعي، مما يعكس اهتمامًا عالميًا متزايدًا بالتحول الرقمي في مجالات الجودة. ومن بين التطبيقات التي ركزت عليها الدراسات: أنظمة اكتشاف العيوب باستخدام تقنيات التعلم الآلي، وصيانة المعدات التنبؤية، والرقابة الذاتية على خطوط الإنتاج. وتشير النتائج إلى أن هذه التطبيقات ساعدت المؤسسات على تحسين دقة الفحص وتقليل الوقت والجهد المبذول في عمليات المراقبة التقليدية. كما حدّدت الدراسة عددًا من التحديات المرتبطة بدمج الذكاء الاصطناعي في عمليات الجودة، مثل قضايا الحوكمة الأخلاقية، والتحيز الخوارزمي، وضعف جودة البيانات.

وقد خلص الباحثون إلى أن الذكاء الاصطناعي لا يمثل مجرد أداة تقنية، بل يشكل تحولًا جذريًا نحو جودة تعتمد على البيانات والتحليل الآلي بدلًا من الطرق التقليدية. وترتبط هذه الدراسة بالدراسة الحالية من خلال

تأكيداً على أن استخدام الذكاء الاصطناعي يمكن أن يحدث نقلة نوعية في إدارة الجودة، وهو ما يعد جوهر موضوع البحث المتعلق بتحسين جودة المستودعات الإنشائية في المملكة العربية السعودية.

(Jain, 2024)

تناول جاين (2024) في دراسته تحليلاً شاملاً لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في أنظمة الرقابة على الجودة عبر عدد من القطاعات الصناعية والخدمية. هدفت الدراسة إلى تحديد الدور الذي تلعبه التقنيات الذكية، مثل الرؤية الحاسوبية، والتعلم العميق، والخوارزميات المتقدمة، في تحسين دقة عمليات الرقابة على الجودة، وتخفيض معدلات العيوب، وزيادة كفاءة عمليات الفحص. اعتمد الباحث على مراجعة منهجية لدراسات الحالة وتقارير الصناعة، مما أتاح تحليلاً واسعاً لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجالات التصنيع، والصيانة، وخدمات البنية التحتية.

كشفت النتائج عن فعالية عالية للذكاء الاصطناعي في اكتشاف العيوب الدقيقة غير المرئية للعين البشرية باستخدام تقنيات الرؤية الحاسوبية، بالإضافة إلى تحسين قدرة الأنظمة على مراقبة العمليات التشغيلية في الزمن الحقيقي. وبينت الدراسة أن دمج الذكاء الاصطناعي في أنظمة الجودة أدى إلى تقليل الحاجة إلى الفحص اليدوي، وتحسين الاتساق في الجودة، والحد من الأخطاء البشرية. كما أبرزت الدراسة عددًا من التحديات مثل الحاجة إلى بيانات تدريب عالية الجودة، وضعف جاهزية بعض المؤسسات للتكيف مع التقنيات الجديدة، ومقاومة الموظفين للتغيير.

وتكتسب هذه الدراسة أهميتها بالنسبة للبحث الحالي لأنها توضح كيفية قدرة الذكاء الاصطناعي على تحسين فعالية الرقابة على الجودة في مختلف البيئات، وهو ما يمكن إسقاطه على المستودعات الإنشائية التي تعتمد بشكل كبير على الفحص الدقيق وتتبع المواد ومراقبة مستويات الجودة.

(Gueorguiev, 2024)

تناول غيورغوييف (2024) في دراسته منهجية مبتكرة لدمج الذكاء الاصطناعي داخل أنظمة إدارة الجودة المستندة إلى معيار ISO 9001 ، في ظل التحديثات العالمية التي شملت معايير الذكاء الاصطناعي مثل ISO/IEC 42001:2023. هدفت الدراسة إلى تقديم إطار تطبيقي يساعد المؤسسات على دمج التقنيات الذكية في عمليات الجودة بطريقة متوافقة مع المواصفات الدولية، مع مراعاة الاعتبارات الأخلاقية والتنظيمية المرتبطة باستخدام الذكاء الاصطناعي.

تناولت الدراسة مقارنة تفصيلية بين متطلبات ISO 9001 ومتطلبات نظم إدارة الذكاء الاصطناعي، بهدف تحديد نقاط الالتقاء بينهما. وأشارت النتائج إلى أن الذكاء الاصطناعي قادر على دعم عمليات تحليل المخاطر، ومراقبة الأداء، وتحسين عمليات التدقيق الداخلي، والتنبؤ بالانحرافات التشغيلية. ومع ذلك، شددت الدراسة على ضرورة وجود حوكمة واضحة للذكاء الاصطناعي لضمان الاستخدام المسؤول والأمن للتقنيات الذكية.

توصي الدراسة بأن المؤسسات بحاجة إلى تطوير استراتيجيات رقمية وتدريب القوى العاملة لرفع جاهزيتها لاستيعاب تقنيات الذكاء الاصطناعي، إضافة إلى تحديث البنية التكنولوجية بما يسمح بتكامل الأنظمة الذكية مع أنظمة الجودة التقليدية. وتعد هذه الدراسة ذات صلة مباشرة بالبحث الحالي لأنها تقدم إطارًا تطبيقيًا يدعم فهم كيفية دمج الذكاء الاصطناعي في أنظمة الجودة، وهو ما يمكن تطبيقه داخل المستودعات الإنشائية لتحسين كفاءة الرقابة وجودة العمليات.

التعليق على الدراسات السابقة

يتضح من خلال مراجعة الدراسات السابقة أن معظمها قد ركّز على دور الذكاء الاصطناعي في تحسين الجودة، وتعزيز الأداء، ورفع كفاءة العمليات الإدارية والفنية في مختلف القطاعات مثل المراجعة، تصنيع الأدوية، ضمان الجودة، والرقابة على الجودة. وتتفق هذه الدراسات على أن الذكاء الاصطناعي أصبح يمثل ركيزة أساسية في تطوير العمل المؤسسي، وتحسين دقة القرارات، ورفع جودة الخدمات، وهو ما يعكس اهتمامًا علميًا متزايدًا بدمج التقنيات الذكية في الأنظمة التقليدية. كما تراوحت مناهج الدراسات بين الوصفي التحليلي، والدراسات الميدانية، والتحليل البليومتري، مما يؤكد تنوع الأدوات البحثية المستخدمة لاستكشاف هذه الظاهرة.

أما من حيث أوجه الشبه، فقد اشتركت الدراسات في التأكيد على الدور الإيجابي للذكاء الاصطناعي في دعم العمليات التشغيلية والإدارية، وعلى وجود تأثير دال إحصائيًا للتقنيات الذكية في تحسين الأداء، سواء في الخدمات الاستشارية (الأشول، 2022)، أو في جودة عمليات المراجعة (خليفة، 2023)، أو في جودة الأداء داخل شركات الأدوية (عفيفي وبدوي، 2024). كما اتفقت الدراسات الأجنبية على أن الذكاء الاصطناعي يسهم في رفع دقة الفحص وتقليل الأخطاء البشرية وتحسين قدرات الجودة (Jain, 2024) ؛ (Jothikumar et al., 2025).

أما أوجه الاختلاف فتظهر في اختلاف البيئات التطبيقية؛ إذ إن بعض الدراسات ركزت على القطاع المالي والمحاسبي، بينما تناولت أخرى قطاع الأدوية أو الصناعات المختلفة، فيما ركزت الدراسات الأجنبية على تحليل الاتجاهات العالمية دون معالجة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في بيئات تشغيلية محددة مثل المستودعات. كما اختلفت الدراسات في أدوات القياس؛ فبعضها اعتمد على الاستبيانات، بينما استخدمت أخرى التحليل

البليومتري أو مراجعة الأدبيات. كما تباينت طبيعة المتغيرات التابعة، إذ ركزت بعض الدراسات على جودة الخدمات، وأخرى على الأداء المهني، بينما تناولت دراسات أخرى جودة الرقابة والتحكم.

ومن خلال تحليل الدراسات السابقة، يتضح أن ما يميز الدراسة الحالية أنها تتناول موضوعاً لم يتم التطرق إليه بشكل مباشر في الأدبيات العربية والأجنبية، وهو أثر الذكاء الاصطناعي على تحسين إدارة الجودة داخل مستودعات المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية. فمعظم الدراسات ركزت على المراجعة، أو الخدمات الاستشارية، أو جودة التصنيع، بينما لم تُعالج بعمق دور الذكاء الاصطناعي في تطوير جودة العمليات المستودعية، رغم أن المستودعات تمثل محوراً حيوياً في نجاح المشاريع الإنشائية. كما تتميز الدراسة بمعالجتها لمتغير تطبيقي جديد ومهم وهو إدارة الجودة داخل المستودعات الإنشائية، وبالتالي تساهم في سد فجوة بحثية واضحة، وتقدم إضافة علمية ومهنية تتسق مع توجهات التحول الرقمي ورؤية السعودية 2030.

المبحث الأول: الذكاء الاصطناعي وتقنياته

يُعد الذكاء الاصطناعي أحد أبرز التحولات التقنية التي أعادت تشكيل منظومات الأعمال وأساليب الإدارة وجودة العمليات التشغيلية في العصر الحديث. ويشير مفهوم الذكاء الاصطناعي إلى قدرة الأنظمة الحاسوبية على محاكاة السلوك الإنساني والقيام بمهام تتطلب عادة قدرات معرفية مثل الفهم، الإدراك، التحليل، التنبؤ، واتخاذ القرار. وقد تطور هذا المفهوم تطوراً كبيراً نتيجة الثورة الرقمية والطفرة في قدرات المعالجة الحاسوبية، مما أدى إلى اتساع استخداماته في بيئات الأعمال المختلفة. وتؤكد العديد من الدراسات أن تقنيات الذكاء الاصطناعي باتت عنصراً محورياً في تحسين جودة البيانات وتحليلها بطريقة أكثر عمقاً، الأمر الذي يساهم في دعم دقة التوقعات ورفع فعالية نظم العمل. وقد أشارت دراسة مويسي ومروة (2025) إلى أن الذكاء الاصطناعي بفضل تقنيات مثل التعلم الآلي ومعالجة اللغة الطبيعية تمكن من تحسين فعالية التقارير المتكاملة ودقة تنبؤات المحللين الماليين، مما يعكس الدور المتعاظم لهذه التكنولوجيا في دعم الفهم الشامل للبيانات وتعزيز جودة المخرجات المعلوماتية.

وتاريخياً، مر الذكاء الاصطناعي بعدة مراحل تطورية بدأت بمحاولات رياضية ومنطقية لمحاكاة التفكير الإنساني في خمسينيات وستينيات القرن الماضي، ثم ظهور مرحلة الأنظمة الخبيرة في الثمانينيات التي ركزت على برمجة المعرفة البشرية داخل قواعد بيانات ضخمة، ثم تلتها مرحلة التعلم الآلي في التسعينيات وما بعدها، والتي شهدت تطوراً كبيراً في قدرة الآلة على التعلم ذاتياً من البيانات دون تدخل بشري مباشر. ومع بداية الألفية الجديدة، حدث تحول جذري بظهور الشبكات العصبية العميقة، وازدهار البيانات الضخمة، وارتفاع قدرات التخزين والمعالجة، مما أدى إلى تطوير نماذج أكثر ذكاءً وتعقيداً قادرة على فهم الأنماط الدقيقة، واتخاذ قرارات ذات مستوى أعلى من الدقة. وتزامن ذلك مع تطور الحوسبة السحابية وتنامي قدرات المعالجة الموزعة في

المؤسسات، الأمر الذي دفع الذكاء الاصطناعي إلى مراحل متقدمة من التطبيق الفعلي في مجالات الإدارة والجودة وسلاسل الإمداد والتصنيع والقطاعات المالية. وقد أكدت دراسة حنوف وصويلح (2025) أن شركة الخدمات المصرفية الأمريكية جي بي مورغان تمكنت من إحداث ثورة في عملياتها التشغيلية من خلال دمج تطبيقات الذكاء الاصطناعي، حيث ساهمت هذه التطبيقات في تحسين سرعة التحليل، ورفع كفاءة تخصيص الموارد، وأتمتة الوظائف التشغيلية المعقدة.

وقد تنوعت مجالات وتطبيقات الذكاء الاصطناعي بشكل كبير خلال العقدين الأخيرين، خصوصاً في مجالات الإدارة، إذ أصبح يُستخدم في تحليل البيانات الضخمة، ودعم اتخاذ القرار، وإدارة المخاطر، والتنبؤ بالاتجاهات المستقبلية. وتوضح الأدبيات أن المؤسسات التي تبنت تقنيات الذكاء الاصطناعي شهدت تحسناً في كفاءة أنظمتها الإدارية، وزيادة في مستوى الإنتاجية، ورفعاً لجودة العمل. وفي مجال الجودة، أظهر الذكاء الاصطناعي قدرته على تحليل الأخطاء والتنبؤ بالعيوب في مراحل مبكرة، مما يساهم في رفع جودة المنتجات والخدمات وتقليل النفقات التشغيلية. أما في سلاسل الإمداد، فقد أدى الذكاء الاصطناعي إلى تحسين عمليات التخطيط والتحكم في المخزون، والتنبؤ بالطلب، وإدارة حركة المواد، والحد من الهدر، ورفع مستوى الاستجابة للمتغيرات. وتبين دراسة (Zhen & Shang, 2025) أن التحول الرقمي المدعوم بالتقنيات الذكية قد أسهم بشكل كبير في رفع كفاءة سلاسل الإمداد في المؤسسات الصينية، حيث ساعدت الرقمنة في تحسين تدفق البيانات، ورفع مستوى التنسيق، وتعزيز القدرة على اتخاذ القرار، وهو ما انعكس على تحقيق كفاءة تشغيلية أعلى.

وتشمل التقنيات الأساسية للذكاء الاصطناعي المستخدمة في بيئات الأعمال التعلم الآلي، الذي يمكّن الأنظمة من اكتساب المهارات دون برمجة مباشرة، حيث تعتمد الخوارزميات على تحليل البيانات واستخلاص الأنماط منها، كما يعتمد على قدرات التنبؤ التي تساعد المؤسسات على اتخاذ قرارات مستقبلية دقيقة. وقد استعرضت دراسة موسى ومروة (2025) الدور البارز للتعلم الآلي في معالجة البيانات غير المالية داخل التقارير المتكاملة،

مما أدى إلى رفع موثوقيتها ودقة توقيتها. وتُعد الشبكات العصبية من أهم التقنيات التي مكنت الذكاء الاصطناعي من محاكاة القدرات العقلية المعقدة، إذ تعمل بطريقة مشابهة لعمل الخلايا العصبية في الدماغ من خلال طبقات متداخلة تعالج البيانات بشكل متكرر للوصول إلى نتائج دقيقة. أما الرؤية الحاسوبية، فقد أحدثت نقلة نوعية في مجالات الجودة والفحص، حيث تمكنت الأنظمة من التعرف على العيوب، وتصنيف الصور، ومراقبة المنتجات بدقة تفوق القدرات البشرية. وفي سياق مماثل، تُعد النظم الخبيرة واحدة من التقنيات التي تعتمد على تمثيل المعرفة البشرية داخل أنظمة ذكية تتخذ قرارات بناءً على قواعد معرفية محددة مسبقاً، وتعمل هذه النظم على دعم القرارات المهنية خصوصاً في المراجعة والجودة. وتبرز كذلك الخوارزميات التنبؤية التي تعتمد على تحليل البيانات السابقة لبناء نماذج قادرة على توقع النتائج المستقبلية، وهي تقنية أثبتت فعاليتها في دعم المحللين الماليين، كما ورد في نتائج دراسة موسى ومروة (2025).

وأصبح الذكاء الاصطناعي ركيزة أساسية في التحول الرقمي الذي يشهده العالم، إذ لم يعد استخدامه خياراً تقنياً بل تحول إلى ضرورة استراتيجية للمؤسسات التي تسعى إلى تعزيز قدرتها التنافسية. وقد أكدت دراسة Zhen & Shang (2025) أن التحول الرقمي لا يقف عند مجرد استخدام التقنيات، بل يشمل تطوير البنية الإدارية وتعزيز قدرات الموارد البشرية لتصبح قادرة على التعامل مع الأنظمة الذكية. ويمثل الذكاء الاصطناعي القلب النابض للتحول الرقمي، خصوصاً في بيئات تعتمد على البيانات، حيث يساعد على رفع دقة القرارات، وتوفير الوقت، وتبسيط الإجراءات، وتكامل الأنظمة. كما تؤكد دراسة Bai (2025) أن استخدام نماذج الذكاء الاصطناعي في التعليم، مثل أنظمة LSTM وTransformer، أدى إلى رفع مستويات الأداء بنسبة كبيرة، مما يدل على قدرة الذكاء الاصطناعي على تحسين النتائج في البيئات المعتمدة على التفاعل والمعرفة.

ويُظهر الذكاء الاصطناعي دورًا قويًا في تحسين العمليات التشغيلية من خلال أتمتة المهام الروتينية، واكتشاف الانحرافات، ورفع الدقة التشغيلية، وتحسين كفاءة الموارد. وقد أوضحت دراسة حنوف وصويلح (2025) أن دمج الذكاء الاصطناعي في العمليات المالية والمصرفية أدى إلى تحسين سرعة تحليل البيانات وتقليل الأخطاء ورفع جودة القرارات التشغيلية. كما تشير الأدبيات إلى أن الذكاء الاصطناعي يساهم في تحسين كفاءة خطوط الإنتاج، وإدارة الصيانة التنبؤية، والتقليل من التكاليف، وتعزيز سرعة الإنجاز. وفي مجال التصنيع، تدعم تقنيات الذكاء الاصطناعي عمليات مراقبة الجودة، وتساعد على اكتشاف الأخطاء باستخدام تقنيات الرؤية الحاسوبية، وتحليل البيانات الفورية، مما يؤدي إلى جودة أعلى وتكلفة أقل.

وعلى الصعيد العالمي، حققت المشاريع الإنشائية استفادة كبيرة من الذكاء الاصطناعي، خاصة فيما يتعلق بالتصميم، وإدارة المواقع، وتحليل المخاطر، وتوقع احتياجات المواد، ومراقبة الجودة. وتوضح دراسة Mohapatra et al. (2023) أن الذكاء الاصطناعي بات يُستخدم في تحليل البيانات المتعلقة بالمشاريع الإنشائية واقتراح أفضل المواد وطرق البناء والإجراءات التشغيلية، كما أن الطائرات المسيّرة المدعومة بالذكاء الاصطناعي تستخدم في مراقبة مواقع العمل وإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد دقيقة تساعد في إدارة المشاريع. كما تساهم الأنظمة الذكية في تحسين الصيانة التنبؤية للمعدات الثقيلة، مما يقلل من الأعطال المفاجئة ويرفع كفاءة العمليات. وتعد هذه التطبيقات ذات صلة مباشرة بموضوع الدراسة الحالية، حيث يتجه القطاع الإنشائي نحو المزيد من الاعتماد على الأتمتة والذكاء الاصطناعي في إدارة المستودعات والمخازن، خاصة في ظل النمو الكبير في المشاريع الكبرى.

ورغم هذه الفوائد العديدة التي يقدمها الذكاء الاصطناعي، إلا أن تطبيقه يواجه مجموعة من التحديات التي أشار إليها عدد من الباحثين، منها التحديات الثقافية داخل المؤسسات، ومقاومة الموظفين للتغيير، وضعف الكفاءات التقنية، وقضايا أخلاقيات الذكاء الاصطناعي والحكومة، ونقص البيانات عالية الجودة. وقد أوضح

(Tariq et al. (2021) أن من أبرز المعوقات الثقافية للخروج بذكاء اصطناعي فعال هو نقص الوعي، والخوف من فقدان الوظائف، وضعف التخطيط الاستراتيجي للتطبيق، وصعوبات دمج الأنظمة الذكية داخل البنى التكنولوجية التقليدية. كما قد تواجه المؤسسات تحديات تتعلق بتكلفة الاستثمار الأولية، والحاجة إلى توفير بنية تحتية رقمية قوية، وتدريب الموظفين على التعامل مع النظم الذكية. وأشارت دراسة (Bai (2025 إلى أهمية بناء قدرات بشرية قادرة على التعامل مع الذكاء الاصطناعي لتحقيق نتائج فعالة. وباختصار، يُظهر الإطار النظري أن الذكاء الاصطناعي وتقنياته يمثلان تحولاً نوعياً في إدارة المؤسسات وتحسين الجودة ورفع كفاءة العمليات التشغيلية في مختلف القطاعات، بما في ذلك قطاع المشاريع الإنشائية. ويؤسس هذا المبحث الخلفية العلمية اللازمة لفهم تأثير الذكاء الاصطناعي على إدارة الجودة داخل المستودعات الإنشائية، وهو صلب موضوع هذه الدراسة، التي تستهدف تحليل هذا التأثير بعمق داخل البيئة السعودية في ضوء التحول الرقمي ورؤية المملكة 2030.

المبحث الثاني: إدارة الجودة

تُعد إدارة الجودة أحد الأعمدة الأساسية التي تقوم عليها فعالية المؤسسات واستدامتها، إذ تهدف إلى ضمان تقديم منتجات وخدمات تتوافق مع توقعات العملاء وتلبي معايير الأداء المطلوبة. ويشير مفهوم إدارة الجودة إلى مجموعة الأنشطة المنهجية التي تضمن جودة العمليات والمواد والمنتجات، بما في ذلك التخطيط والتطوير والتنفيذ والمتابعة والتحسين المستمر. ولا يقتصر مفهوم الجودة على مراقبة المنتج النهائي، بل يمتد ليشمل جميع مراحل العمل وفي مقدمتها التخطيط، وإدارة الموارد، وتدريب العاملين، والمتابعة المستمرة للعمليات. وقد ظهرت أهمية إدارة الجودة بوصفها عملية إستراتيجية تدعم المؤسسات في تحقيق التميز التنافسي، خاصة في القطاعات الحيوية مثل البناء والتشييد، حيث ترتبط الجودة ارتباطاً مباشراً بعوامل الوقت والتكلفة والسلامة.

وقد شهد مفهوم الجودة تطوراً كبيراً عبر الزمن؛ ففي بداياته، ارتكز على عمليات الفحص اليدوي للمنتجات النهائية بهدف اكتشاف العيوب قبل وصولها إلى العميل. ومع الثورة الصناعية، ظهرت ممارسات جديدة تهدف إلى تقليل الأخطاء وتوحيد المواصفات، ثم تطور المفهوم مع مساهمات علماء مثل ديمينغ وجوران وكروسبي الذين أسهموا في صياغة مفهوم الجودة الشاملة وربطها بتحسين العمليات والوقاية بدلاً من التفتيش. وفي العقود الأخيرة، أصبحت الجودة عنصراً إستراتيجياً يتم دمجها داخل خطط المؤسسات، حيث تعتمد المنظمات الحديثة على نظم إدارة الجودة مثل ISO 9001 لضمان التوافق مع المعايير الدولية. كما تزامن ذلك مع دخول التقنيات الرقمية والتحول الرقمي الذي غير أساليب مراقبة الجودة ورفع مستوى الدقة في العمليات التشغيلية. وتُعد إدارة الجودة الشاملة (TQM) إحدى أهم المدارس الفكرية التي أحدثت تحولاً جذرياً في ممارسات الجودة. وتقوم هذه الفلسفة على مبدأ التحسين المستمر، ومشاركة جميع العاملين في جهود الجودة، والاعتماد على البيانات والمعلومات الدقيقة لاتخاذ القرارات. وتسعى الجودة الشاملة إلى بناء ثقافة مؤسسية قائمة على الوقاية من الأخطاء، ودعم التواصل بين الإدارات، وتحسين بيئة العمل، وتعزيز رضا العملاء الداخليين والخارجيين. وأكدت دراسة آمال الشعار (2024) أن إدارة جودة المشاريع تستند إلى التخطيط الدقيق والتحسين المستمر، وأن نجاح المشروع يتطلب توافر نظام جودة يضمن تنفيذ الإجراءات وفق معايير واضحة، الأمر الذي يساعد في رفع رضا العملاء وتعزيز الأداء المؤسسي. وتستند مبادئ إدارة الجودة الشاملة إلى مجموعة من القواعد الأساسية التي تشكل الأساس لنجاح أي مؤسسة تطمح إلى تحقيق الجودة العالية. وتشمل هذه المبادئ التركيز على العميل، سواء كان العميل خارجياً أو داخلياً، والعمل على تلبية احتياجاته وتوقعاته. كما يؤكد مبدأ مشاركة العاملين على أهمية إشراك جميع الموظفين في قضايا الجودة، إذ يُعد كل فرد مسؤولاً عن تحسين العملية التي يشارك فيها. وبعد التحسين المستمر عنصراً جوهرياً في هذه الفلسفة، حيث تعتمد المؤسسات على تحليل البيانات وتحديد الانحرافات واتخاذ إجراءات

تصحيحية لتحسين الأداء. إضافة إلى ذلك، يُعد اتخاذ القرار القائم على البيانات من أبرز ركائز إدارة الجودة الشاملة، حيث تسعى المؤسسات إلى جمع المعلومات وتحليلها بدقة للحصول على قرارات موثوقة. وتشير دراسة الشعار (2024) إلى أن التحسين المستمر، ورفع كفاءة العمليات، وتحقيق أداء متوافق مع المعايير المعتمدة تعد عوامل أساسية لضمان نجاح إدارة جودة المشاريع.

وتكتسب إدارة الجودة أهمية كبيرة داخل المؤسسات، إذ تُعد وسيلة لرفع كفاءة العمل وتحسين الإنتاجية وتقليل الهدر. فالتحكم الجيد في الجودة يساعد المؤسسات على تجنب الأخطاء المكلفة، وتحقيق رضا العملاء، وتعزيز الثقة في المنتجات والخدمات، كما يساهم في تحسين سمعة المؤسسة وزيادة قدرتها التنافسية. وتشير الأدبيات إلى أن المؤسسات التي تتبنى نظم جودة فعالة تحقق نتائج أفضل في جانب الفعالية التشغيلية، وتخفض التكاليف المرتبطة بإعادة العمل أو الأخطاء، وتعزز التزام الموظفين بالعمل. وقد أكدت دراسة Batarlienė & Jarašūnienė (2024) أن تحسين جودة العمليات المستودعية يعد من أهم عوامل نجاح المؤسسات اللوجستية، وأن ضعف الجودة يؤدي إلى آثار سلبية على الكفاءة وعلى رضا العملاء، وهو ما يعكس ضرورة دمج الجودة في كل مراحل العملية.

وفي قطاع المشاريع الإنشائية، تبرز أهمية إدارة الجودة بوضوح أكبر نظرًا لطبيعة المشاريع التي تتسم بالتعقيد والتداخل بين العمليات المختلفة. وترتبط جودة المشاريع الإنشائية بعوامل مثل الالتزام بالجدول الزمني، وضبط التكلفة، وتحقيق السلامة، وضمان مطابقة المواد والمخرجات للمواصفات. وقد تناولت دراسة الشبراوي وقطب وعطوة (2020) أثر تطبيق نظام إدارة الجودة على تنفيذ المشاريع الإنشائية، وأظهرت نتائجها وجود ارتباط قوي بين نظم الجودة وكفاءة تنفيذ أعمال التشييد، حيث بلغت قيمة الارتباط (0.79)، وهو ما يشير إلى أن تطبيق الجودة يساهم في رفع كفاءة التنفيذ، وتقليل الوقت، وتحسين التكلفة، وتحقيق جودة عالية للمخرجات.

وأوضحت الدراسة كذلك أن اعتماد الجودة يساهم في تقليل الأخطاء والمشكلات التي تظهر أثناء التنفيذ، كما يسهم في تحسين مستوى التنسيق بين الأطراف المختلفة داخل المشروع.

وتكتسب إدارة الجودة داخل المستودعات الإنشائية أهمية مضاعفة نظرًا لدورها الحيوي في تزويد المواقع بالمواد، وضمان سلامة التخزين، والسيطرة على حركة المخزون، ومطابقة المواد للمواصفات المطلوبة. ويؤدي أي خلل في إدارة المستودعات إلى تأخير تنفيذ المشروع، وزيادة التكلفة، وظهور مشاكل في جودة المواد المستخدمة. وقد أشارت دراسة (Batarlienė & Jarašūnienė (2024 إلى أن عمليات المستودعات تعد محورًا رئيسيًا في كفاءة سلسلة الإمداد، وأن جودة العمليات داخل المستودعات ترتبط مباشرة بكفاءة المؤسسة وقدرتها على تقديم خدمات ذات جودة عالية. كما أوضحت الدراسة أن تحقيق الجودة في المستودعات يتطلب بنية تنظيمية واضحة، ومعايير دقيقة، ونظمًا فعالة لتتبع المواد، وتقييمات دورية للأداء، وهو ما يجعل إدارة الجودة ضرورية لتحسين الأداء في القطاع اللوجستي والإنشائي.

وتلعب المعايير الدولية، وخاصة ISO 9001، دورًا كبيرًا في تنظيم الجودة داخل المؤسسات والمستودعات. ويعد هذا المعيار إطارًا شاملاً لضمان الجودة من خلال توثيق العمليات ومعالجة الانحرافات والتحسين المستمر. ويؤكد المعيار على أهمية تحديد مسؤوليات الموظفين، وإدارة الوثائق، وتقييم الموردين، ومراقبة الجودة، وإجراء التدقيق الداخلي. كما يساعد على بناء نظام متكامل يسهل عملية الرقابة ويضمن الالتزام بالمعايير الدولية. وقد تطرقت دراسة (Batarlienė & Jarašūnienė (2024 إلى أهمية تطبيق نظم الجودة في المستودعات اللوجستية، مؤكدة أن تطبيق المعايير العالمية يؤدي إلى تحسين فعالية التشغيل وتسهيل عمليات المراقبة والتحسين.

ورغم أهمية إدارة الجودة، إلا أن تطبيقها في المستودعات يواجه عدة تحديات، أبرزها ضعف البنية التكنولوجية، وعدم توفر البيانات الدقيقة، ونقص الكفاءات المدربة على تطبيق نظم الجودة، إضافة إلى مقاومة التغيير،

والنقص في الموارد المالية المطلوبة لتطبيق المعايير. كما أشارت دراسة (Alumbugu et al. 2020) إلى

أن المستودعات الخاصة بمواد البناء في نيجيريا كانت تعاني من ضعف في جودة العمليات، مما أدى إلى مشكلات في تسليم المواد، وعدم رضا العملاء، وتدني فعالية عمليات التخزين. وأوضحت الدراسة أن ضعف الجودة داخل المستودعات يؤدي إلى خسائر مالية وعملياتية، وهو ما يستدعي تطوير نظم فعالة لضمان جودة العمليات اللوجستية.

ويتضح مما سبق أن إدارة الجودة تمثل عنصرًا أساسيًا لتحقيق النجاح في المشاريع الإنشائية، خاصة عندما يتعلق الأمر بالمستودعات التي تُعد مصدر الإمداد الرئيسي للموقع. ويظهر تأثير تطبيق نظام إدارة الجودة من خلال رفع مستوى التنظيم، وتحديد المسؤوليات، وتطوير إجراءات التصحيح، وتحسين مراقبة المواد. وقد أكدت دراسة الشراوي وقطب وعطوة (2020) أن اعتماد إدارة الجودة أدى إلى تحسين كفاءة التنفيذ، وتقليل الأخطاء، وتعزيز سرعة الإنجاز، وهو ما يعكس قوة تأثير نظم الجودة في مشاريع البناء.

وتأسيسًا على ذلك، فإن دمج إدارة الجودة في المستودعات الإنشائية أصبح ضرورة استراتيجية، إذ يساهم في ضمان استخدام مواد مطابقة للمواصفات، وتحسين كفاءة التخزين، وتجنب الهدر، ورفع مستوى الرقابة على المخزون. ويتكامل ذلك مع رؤية المؤسسات الحديثة التي تسعى إلى تطوير نظام جودة متكامل يعتمد على التحسين المستمر، ويدعم الكفاءة التشغيلية للمشاريع الإنشائية.

المبحث الثالث: العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة الجودة في المستودعات الإنشائية

يُعدّ الذكاء الاصطناعي من أكثر التقنيات تأثيرًا في تطوير بيئات العمل التي تعتمد على الدقة والسرعة والتحكم المستمر في تدفق المواد والعمليات، وهو ما يجعل دوره محوريًا في إدارة الجودة داخل المستودعات الإنشائية. ونظرًا لأن المستودع يُعدّ نقطة الارتكاز في أي مشروع إنشائي، حيث تُخزّن فيه المواد الحيوية

للمشروع، وتُدار فيه حركة المخزون، وتُراقب جودة المواد قبل إرسالها إلى مواقع التنفيذ، فإن تأثير الذكاء الاصطناعي في هذا السياق يُعدّ بالغ الأهمية. وقد أصبحت المستودعات الإنشائية بيئات معقدة تتطلب تنسيقًا دقيقًا، وتتأثر جودة مخرجاتها بدقة عمليات الفحص، وسلامة التخزين، ومتابعة المخزون، ورقابة الجودة الداخلية، إضافة إلى عمليات اتخاذ القرار المتعلقة بتوجيه المواد وتحديد مستويات إعادة الطلب. وفي ظل هذه المعطيات، ظهر الذكاء الاصطناعي كأداة قادرة على معالجة هذه التحديات وتحويل المستودعات من أنظمة تقليدية تعتمد على الخبرة البشرية إلى أنظمة رقمية ذكية تعتمد على البيانات وتقنيات التنبؤ والتحليل اللحظي. ويظهر أثر الذكاء الاصطناعي بوضوح في تطوير عمليات الفحص والاستلام داخل المستودعات الإنشائية، إذ تعتمد هذه العمليات على التحقق من مطابقة المواد للمواصفات الفنية، والتأكد من سلامتها وعدم وجود تلف أو عيوب قد تؤثر في جودة التنفيذ. وتُعد عملية الفحص إحدى أكثر العمليات عرضة للأخطاء البشرية نتيجة ضغط العمل، وضعف الإضاءة، وتعدد أنواع المواد. وهنا يوفر الذكاء الاصطناعي حلولاً قوية عبر تقنيات الرؤية الحاسوبية التي تتيح للأنظمة الذكية التعرف على العيوب غير المرئية للعين البشرية، مثل التشققات الدقيقة أو اختلاف الأبعاد أو تلف العبوات. وقد أكدت الأدبيات الهندسية أن أنظمة الرؤية المدعومة بالتعلم العميق أصبحت قادرة على اكتشاف العيوب بنسبة أعلى بكثير من عمليات الفحص التقليدية، كما أن استخدامها يقلل الوقت اللازم للاستلام ويضمن دقة نتائج الفحص. وتشير دراسة (Abioye et al. 2021) إلى أن التقنيات الذكية في قطاع البناء أظهرت فعالية كبيرة في عمليات مراقبة الجودة، واكتشاف العيوب، وعلاج مشكلات الفحص في مراحل مبكرة، مما يرفع جودة المواد قبل دخولها دورة التنفيذ. كما ذكرت دراسة سرحان وبولحديد (2024) أن الاعتماد على الذكاء الاصطناعي في سلاسل الإمداد الصناعية أسهم في تعزيز دقة البيانات المتعلقة باستلام المواد، وتقليل الأخطاء الناتجة عن التدخل البشري، وتحسين القدرة على التحكم في الجودة منذ لحظة استلام المواد الخام.

ويعتمد تأثير الذكاء الاصطناعي أيضاً إلى تحسين جودة التخزين وسلامة المواد داخل المستودعات الإنشائية، حيث يعتمد التخزين السليم على عدة عوامل، مثل التحكم في درجات الحرارة، ومستوى الرطوبة، وطريقة التكديس، وإجراءات السلامة، وطرق منع التلف. وغالباً ما تتعرض المواد الإنشائية للتلف نتيجة سوء التخزين، مما يؤدي إلى مشكلات لاحقة في التنفيذ. وهنا تظهر قيمة الذكاء الاصطناعي الذي يعمل عبر مستشعرات ذكية قادرة على متابعة ظروف التخزين في الزمن الحقيقي، وإرسال تنبيهات عند حدوث تغييرات غير آمنة. ويمكن لهذه الأنظمة التنبؤ بالمخاطر قبل حدوثها، مثل احتمالية تلف المواد بسبب الرطوبة أو الحرارة، مما يتيح للمسؤولين اتخاذ الإجراءات المناسبة. وقد أوضحت دراسة (Batarlienė & Jarašūnienė 2024) أن تحسين جودة العمليات المستودعية يعتمد بشكل كبير على وجود أنظمة ذكية قادرة على مراقبة التخزين وإدارة البيئة داخل المستودعات بطريقة تضمن الحفاظ على جودة المواد، وأن نقص الجودة في التخزين ينعكس مباشرة على رضا العملاء وكفاءة العرض. كما أشارت دراسة سرحان وبولحديد (2024) إلى أن الذكاء الاصطناعي يساهم في تحسين الاستدامة البيئية في سلاسل الإمداد من خلال الاستخدام الأمثل للموارد وتقليل الفاقد الناتج عن تخزين المواد بشكل غير ملائم.

كما يظهر دور الذكاء الاصطناعي في تتبع المواد والمخزون، وهي إحدى أهم وظائف المستودعات الإنشائية وأكثرها تعقيداً. إذ تعتمد المشاريع الإنشائية على تسليم المواد في الوقت المناسب، وتفادي نقص المخزون الذي يؤدي إلى توقف العمل أو تأخيره، أو فائض المخزون الذي يؤدي إلى زيادة التكلفة غير الضرورية. وتوفر خوارزميات الذكاء الاصطناعي قدرة عالية على تتبع حركة المواد داخل وخارج المستودع باستخدام تقنيات التعرف اللاسلكي RFID، أو الأنظمة الذكية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي التي تقرأ البيانات تلقائياً وتتكامل مع أنظمة إدارة المشاريع. ويساعد ذلك في تكوين صورة دقيقة عن مستويات المخزون، والموقع الفعلي لكل مادة، وتاريخ دخولها وخروجها، مما يمنع الضياع ويعزز الدقة. وتؤكد دراسة سرحان وبولحديد (2024)

أن الذكاء الاصطناعي يُعد مدخلاً فعالاً لإدارة سلاسل الإمداد بكفاءة من خلال تحليل البيانات والتنبؤ بالطلب وتحسين مستويات المخزون. كما خلصت نتائج (Zhen & Shang (2025 إلى أن التحول الرقمي في المؤسسات يسهم في تحسين كفاءة سلاسل الإمداد من خلال رفع دقة البيانات، وتسهيل تدفق المعلومات، وتحسين إدارة الحركة اللوجستية.

ولا يقتصر دور الذكاء الاصطناعي على مراقبة المواد والمخزون، بل يتعداه إلى تعزيز الرقابة والجودة الداخلية في المستودعات الإنشائية. وتُعد الرقابة الداخلية عنصراً أساسياً لضمان جودة العمليات في المستودعات، وتشمل التحقق من الالتزام بالإجراءات، وتوثيق العمليات، ومراجعة البيانات، ومراقبة الانحرافات. ويساعد الذكاء الاصطناعي في تحسين هذا الجانب من خلال أنظمة تحليل البيانات الذكية القادرة على اكتشاف المخالفات والانحرافات التشغيلية فور حدوثها، وتنبيه المسؤولين لاتخاذ الإجراءات التصحيحية. وقد أظهرت دراسة (Nicorici & Balas (2025 أن دمج الذكاء الاصطناعي في أنظمة إدارة الجودة يمكن أن يعزز آليات اتخاذ القرار ويؤدي إلى كشف الانحرافات بسرعة ودقة أكبر، مما يقلل الأخطاء التشغيلية ويضمن تثبيت الجودة.

وأكدت الدراسة أن التكامل بين الذكاء الاصطناعي وأنظمة الجودة مثل ISO 9001 و Six Sigma يؤدي إلى بناء نظام رقابي أكثر فعالية قادر على تحليل البيانات في الزمن الحقيقي، ومتابعة العمليات بشكل مستمر، وتحسين الأداء العام داخل المستودعات.

ويمتد تأثير الذكاء الاصطناعي كذلك إلى دعم اتخاذ القرار داخل المستودعات الإنشائية، حيث تعتمد قرارات الإمداد والتخزين والتوزيع على المعلومات المتعلقة بمستويات المخزون، ومعدلات الاستهلاك، وتوقيت تسليم المواد، وظروف السوق، وحجم الطلب. وتوفر خوارزميات الذكاء الاصطناعي قدرة متقدمة على تحليل الاتجاهات، والتنبؤ بالاحتياجات المستقبلية، وتقديم توصيات دقيقة تساعد مديري المستودعات على اتخاذ قرارات فعالة. وقد أكدت دراسة (Hameed et al. (2025 أن استخدام التحليلات التنبؤية في قطاع

البناء يسمح بتحديد كميات المواد المطلوبة بدقة أكبر، ومنع تجاوز الميزانيات، وتقليل الهدر، وتحسين التخطيط التشغيلي. كما أشارت الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي يعزز الاستدامة التشغيلية من خلال تقليل استهلاك الموارد وتحسين تخصيصها. ويُعدّ هذا الأمر ضروريًا في المشاريع الإنشائية التي تعتمد على الجدولة الدقيقة، مما يجعل الذكاء الاصطناعي داعماً حقيقياً لاتخاذ القرار في المستودعات الإنشائية.

ويُظهر تحليل الأدبيات أن العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة الجودة في المستودعات الإنشائية ليست علاقة سطحية أو تكاملية بسيطة، بل هي علاقة متعددة الأبعاد تشمل التحسين التقني والتشغيلي والرقابي والإداري. فعمليات الفحص تصبح أكثر دقة، وعمليات التخزين تصبح أكثر أماناً، وتتبع المواد يصبح أكثر شفافية، والرقابة الداخلية تصبح أكثر فعالية، واتخاذ القرار يصبح أكثر استناداً إلى البيانات. كما أن هذه التقنيات تسهم في تحقيق الاستدامة التشغيلية وتقليل الهدر ورفع فعالية العمل، وهو ما يتوافق مع رؤية المؤسسات الحديثة في استخدام التقنية لرفع الجودة وخفض التكلفة وتحسين الأداء العام. وفي المشاريع الإنشائية، حيث تعد جودة المواد ودقة الوقت عاملين أساسيين لنجاح المشروع، يصبح تأثير الذكاء الاصطناعي واضحاً في رفع كفاءة التنفيذ، وتقليل المخاطر، وتسريع إنجاز الأعمال، وهو ما أكدته دراسة (Abioye et al. (2021 ودراسة (Hameed et al. (2025).

إن التكامل بين الذكاء الاصطناعي وإدارة الجودة في المستودعات الإنشائية يمثل تحوُّلاً مهماً في طريقة إدارة المشاريع الحديثة، ويضمن بيئة تخزين آمنة، وجودة عالية للمواد، ونظاماً رقابياً فعالاً، وقرارات دقيقة تعتمد على البيانات، وبالتالي يحقق للمؤسسة ميزة تنافسية في قطاع يعتمد على الدقة والجودة والسرعة. ويُعدّ الذكاء الاصطناعي بذلك ركيزة أساسية في تطوير جودة المستودعات الإنشائية، وداعماً مباشراً في تحسين جودة التنفيذ في المشاريع، وضمان تحقيق متطلبات الوقت والتكلفة والجودة، وهي الأهداف الأساسية لإدارة المشاريع الإنشائية الناجحة.

نموذج الدراسة

جدول 1 نموذج الدراسة

نوع المتغير	اسم المتغير	العلاقة في الدراسة	الأبعاد / المؤشرات
المتغير المستقل	تقنيات الذكاء الاصطناعي	من المتوقع أن تؤثر تقنيات الذكاء الاصطناعي إيجابياً على جودة العمليات المستودعية	فحص واستلام المواد باستخدام الذكاء الاصطناعي جودة التخزين وسلامة المواد تتبع المواد والمخزون الرقابة والجودة الداخلية الذكية دعم اتخاذ القرار المستودعي
المتغير التابع	إدارة الجودة في المستودعات الإنشائية	تتحسن إدارة الجودة بزيادة تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي	جودة الفحص والاستلام جودة التخزين وسلامة المواد دقة تتبع المواد والمخزون فعالية الرقابة الداخلية كفاءة اتخاذ القرار داخل المستودع
العلاقة بين المتغيرات	أثر الذكاء الاصطناعي على إدارة الجودة في المستودعات الإنشائية	علاقة تأثير مباشرة (Direct Impact)	يعتمد التحسن في جودة العمليات المستودعية على مستوى تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي

الفصل الثالث

يتناول هذا الفصل الإطار المنهجي للدراسة، والذي يُعد أحد المكونات الأساسية في إعداد البحوث العلمية، إذ يوضح الأسس والأساليب التي اعتمد عليها الباحث في تنفيذ الدراسة الحالية المتعلقة بأثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على إدارة الجودة في المستودعات الإنشائية. ويتيح هذا الفصل للقارئ فهم المنهجية العلمية التي استند إليها الباحث في جمع البيانات وتحليلها، بما يضمن تحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن تساؤلاتها وفق أسلوب منهجي دقيق. ويستعرض الفصل المنهج البحثي المستخدم، ومجتمع الدراسة وعينتها، وأداة جمع البيانات الميدانية، إضافة إلى الإجراءات المتبعة للتحقق من صدق الأدوات وثباتها. كما يتضمن وصفًا للأساليب الإحصائية التي وظّفها الباحث لتحليل البيانات واختبار الفروض، بما في ذلك الأدوات الملائمة لطبيعة المتغيرات ومستوى القياس المستخدم. ويهدف عرض هذا الإطار إلى توفير أساس علمي راسخ يضمن مصداقية النتائج ودقتها، ويسهم في تفسير العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة الجودة في المستودعات الإنشائية بطريقة موضوعية وموثوقة.

المنهجية وطرق البحث

اعتمد الباحث في هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وهو المنهج الأكثر ملاءمة للبحوث التي تهدف إلى دراسة الواقع كما هو وتحليل الظواهر كما تحدث فعليًا. ويقوم هذا المنهج على جمع معلومات دقيقة من مجتمع الدراسة، ثم تحليلها إحصائيًا بهدف تفسير العلاقات بين المتغيرات. وقد تم اختيار هذا المنهج لأنه يسمح بفهم مستوى تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في المستودعات الإنشائية وتحليل أثرها على إدارة الجودة، كما يمكن من إجراء اختبارات الارتباط والانحدار المناسبة لطبيعة الدراسة.

ويمتاز المنهج الوصفي التحليلي بأنه يجمع بين الوصف الكمي للبيانات والتحليل الإحصائي للمتغيرات، مما يساعد في استنتاج نتائج دقيقة يمكن الاعتماد عليها في التفسير والتعميم. كما أن هذا المنهج مناسب لقياس الاتجاهات والآراء من خلال الاستبيانات، وهو ما يتوافق تمامًا مع طبيعة الدراسة.

مجتمع البحث

يتكوّن مجتمع الدراسة من جميع العاملين في المستودعات الإنشائية داخل المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية، سواء كانوا:

- مهندسين
- مشرفين
- مراقبي جودة
- مسؤولي مخزون
- فنيي المستودعات
- إداريين يعملون بشكل مباشر في إدارة المواد

ويتميز هذا المجتمع بكونه متنوعًا من حيث الوظائف والخبرات، مما يعطي للدراسة عمقًا في قياس تأثير الذكاء الاصطناعي على عمليات الجودة في المستودعات.

عينة الدراسة

نظرًا لاتساع مجتمع الدراسة وصعوبة حصر جميع العاملين، اعتمد الباحث على العينة العشوائية البسيطة، والتي تعطي تكافؤ فرص لجميع أفراد المجتمع للمشاركة.

حجم العينة

تم تحديد حجم العينة:

• 120 مشاركًا

وذلك لأنه حجم مناسب لإجراء:

- التحليل الوصفي
- اختبار الصدق والثبات
- الارتباط والانحدار

كما يسمح بتطبيق مقياس ليكرت والتحليل الإحصائي المتقدم بدقة.

أدوات الدراسة

استنادًا إلى أهداف الدراسة، استخدم الباحث أداة واحدة رئيسية وهي الاستبيان، نظرًا لملاءمته للدراسات الإدارية التي تعتمد على قياس آراء واتجاهات العاملين. وقد تم تصميم الاستبيان ليغطي محوري الدراسة:

- المتغير المستقل: تقنيات الذكاء الاصطناعي
- المتغير التابع: إدارة الجودة في المستودعات الإنشائية

أداة جمع البيانات: الاستبيان

يُعدّ الاستبيان الوسيلة الأنسب لجمع بيانات رقمية قابلة للتحليل، وقد صُمِّم بحيث يكون واضحًا، ودقيقًا، وقيس جميع محاور الدراسة.

مكونات الاستبيان

يتكوّن من 28 سؤالاً موزعة على النحو الآتي:

1. الأسئلة الديموغرافية (4 أسئلة)

- العمر
- المؤهل العلمي
- سنوات الخبرة
- الوظيفة الحالية

2. أسئلة محاور الدراسة (22 سؤالاً)

تُقاس باستخدام مقياس ليكرت الخماسي:

(لا أوافق بشدة - لا أوافق - محايد - أوافق - أوافق بشدة)

وتغطي الأسئلة المحاور التالية:

- الفحص والاستلام
- جودة التخزين وسلامة المواد
- تتبع المخزون
- الرقابة والجودة الداخلية
- دعم اتخاذ القرار

تم تصميم الأسئلة بما يتوافق مع الإطار النظري والدراسات السابقة المعتمدة.

اختبار صدق وثبات الاستبيان

أولاً: الصدق (Validity)

تحقق الباحث من صدق الاستبيان من خلال:

- الصدق الظاهري
- الصدق المحتوى

وذلك عبر عرضه على مجموعة من المحكمين المتخصصين في إدارة المشاريع والجودة والذكاء الاصطناعي. وتم

تعديل الصياغات بناء على ملاحظاتهم لضمان ملاءمتها للقياس.

ثانيًا: الثبات (Reliability)

سيتم استخدام:

• معامل الثبات كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha)

وتُعد قيمة **0.70** فأعلى مؤشرًا على موثوقية الأداة.

حدود الدراسة

تشير **الحدود الموضوعية** لهذه الدراسة إلى تركيزها حصريًا على تحليل أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على إدارة الجودة في المستودعات الإنشائية، دون التطرق إلى القطاعات اللوجستية الأخرى أو مجالات الإمداد المختلفة. ويأتي هذا التركيز بهدف تعميق الفهم حول الدور الذي تلعبه هذه التقنيات داخل بيئة المستودعات المعنية بتخزين المواد الإنشائية وتحضيرها لدعم عمليات البناء، نظرًا لأهميتها المباشرة في جودة التنفيذ الإنشائي وتقليل الأخطاء والهدر. ويُعد حصر الدراسة في هذا الإطار الموضوعي خطوة ضرورية لضمان دقة النتائج ووضوح العلاقة بين المتغيرات.

أما **الحدود البشرية** فتتمثل في اقتصار الدراسة على فئة محددة من العاملين داخل المستودعات الإنشائية، وهم المهندسون، والفنيون، ومراقبو الجودة، ومسؤولو المخزون، وجميع العاملين الذين لهم دور مباشر في إدارة المواد وضبط الجودة داخل المستودعات. ولا تشمل الدراسة الإدارات الأخرى في المشروع مثل إدارة المشتريات أو الشؤون المالية أو الإدارة الهندسية العامة، وذلك لتوجيه البحث نحو الفئة الأكثر ارتباطًا بموضوع الدراسة ولضمان موثوقية البيانات المتعلقة بالتطبيقات الفعلية للذكاء الاصطناعي في المستودعات.

وتأتي **الحدود المكانية** لتعكس نطاق الدراسة الجغرافي الذي يقتصر على المستودعات الإنشائية الواقعة داخل المملكة العربية السعودية. وقد تم اختيار هذا النطاق المكاني نظرًا للتطور الكبير الذي يشهده قطاع التشييد

ضمن إطار رؤية المملكة 2030، وما يترافق معه من توسع في استخدام التقنيات الحديثة ورفع معايير الجودة، مما يجعل البيئة السعودية نموذجًا مناسبًا لدراسة أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المستودعات الإنشائية. أما الحدود الزمنية فقد اقتصر على الفترة الممتدة بين أغسطس إلى أكتوبر 2025، حيث تم تنفيذ الدراسة وجمع البيانات خلالها. وتمثل هذه الفترة الزمنية إطارًا مناسبًا يعكس واقع تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المستودعات الإنشائية في الوقت الحالي، كما أنها تتزامن مع مرحلة متقدمة من التحول الرقمي في المملكة، مما يجعل البيانات التي جُمعت ذات صلة مباشرة بطبيعة التطورات الجارية في القطاع.

الفصل الرابع

يُعدّ هذا الفصل من أهم فصول الدراسة، إذ يتناول تحليل البيانات الميدانية التي تم جمعها من أفراد العينة باستخدام الاستبيان المصمم لقياس أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على إدارة الجودة في المستودعات الإنشائية. ويهدف تحليل البيانات إلى التحقق من صدق الفروض العلمية للدراسة، وتفسير العلاقات بين المتغيرات، وتقديم نتائج كمية قابلة للقياس والدراسة. ويبدأ الفصل بوصف الخصائص الديموغرافية لعينة الدراسة، لما لها من دور في تفسير بعض الاتجاهات والاختلافات في الإجابات. كما يتم عرض نتائج الصدق والثبات للتحقق من موثوقية أداة القياس، وضمان صلاحيتها للتحليل الإحصائي.

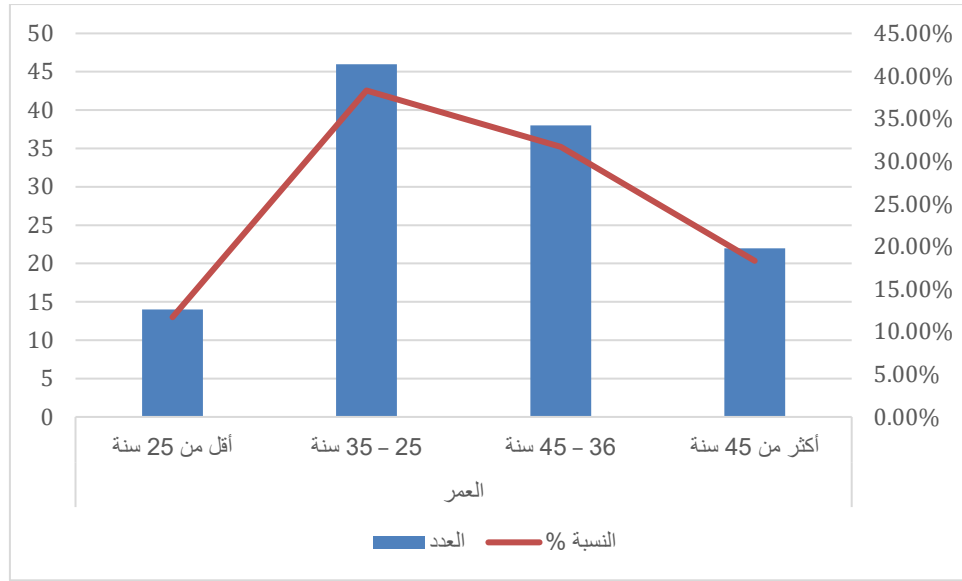
ويعرض الفصل كذلك نتائج التحليل الوصفي التي توضح اتجاهات استجابات المشاركين حول محاور الدراسة، من خلال المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية. كما يتضمن الفصل استخدام اختبارات الارتباط لقياس طبيعة العلاقة بين تقنيات الذكاء الاصطناعي وإدارة الجودة في المستودعات، بالإضافة إلى تحليل الانحدار لقياس مدى قدرة الذكاء الاصطناعي على التنبؤ بدقة العمليات بالمستودع. وتُفسر النتائج في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة، بما يتيح الوصول إلى استنتاجات علمية دقيقة تسهم في تحقيق أهداف الدراسة وتقديم توصيات عملية للمؤسسات الإنشائية.

تحليل البيانات

البيانات الديموغرافية

تُعدّ البيانات الديموغرافية أحد العناصر الأساسية لفهم طبيعة أفراد العينة وتفسير اتجاهاتهم نحو موضوع الدراسة. ومع أن المتغيرات الديموغرافية ليست جزءًا مباشرًا من الفروض، فإن لها دورًا مهمًا في توضيح السياق العام لبيئة العمل بالمستودعات الإنشائية وفي تفسير بعض أنماط الإجابات التي قد تظهر في التحليل الإحصائي اللاحق. وتُظهر بيانات العينة البالغ عددها 120 مشاركًا تباينًا واضحًا في الخصائص العمرية والتعليمية والخبرات المهنية والمهن المرتبطة بالمستودعات، مما يوفّر بيئة مناسبة لاستخلاص نتائج متوازنة وشاملة.

ويُلاحظ أولاً من توزيع الأعمار أن الفئة الأكثر مشاركة هي فئة 25–35 سنة بواقع 38.3% من العينة، تليها فئة 36–45 سنة بنسبة 31.7%. وهذا التوزيع يشير إلى أن المستودعات الإنشائية تعتمد بدرجة أكبر على القوى العاملة في منتصف العمر، وهي الفئة التي غالبًا ما تمتلك خبرة مهنية تؤهلها للتعامل مع الأنظمة الحديثة، كما أنها أكثر قدرة على فهم وتحليل الجوانب التقنية المرتبطة بتقنيات الذكاء الاصطناعي. أما الفئة الأقل من 25 سنة فلم تمثل سوى 11.7%، وهو ما يعكس انخفاض مستوى التوظيف للكوادر حديثة التخرج في أعمال المستودعات، نظرًا لطبيعة العمل التي تتطلب خبرة مسبقة. أما الفئة الأكبر من 45 سنة، فقد شكلت 18.3%، وهو ما يدل على وجود كوادر ذات خبرة طويلة، ولكنها أقل عددًا مقارنة بالفئات الأخرى، ربما بسبب متطلبات الجهد البدني والتقني في وظائف المستودعات.



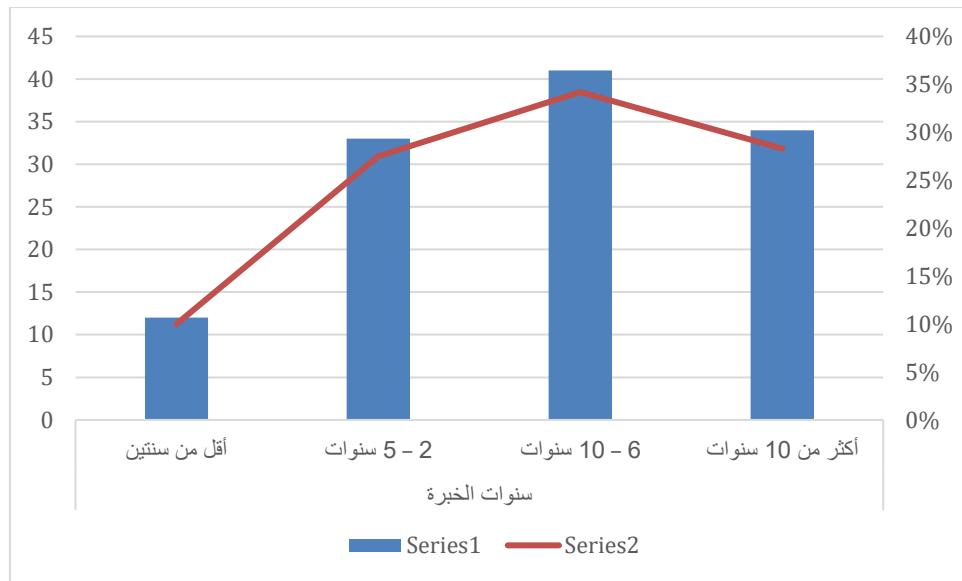
رسم توضيحي 1 العمر

وفيما يتعلق بالمؤهل العلمي، يظهر أن أغلب المشاركين من حملة درجة البكالوريوس بنسبة 51.7%، وهو ما يعكس الترفع المتزايد للقطاع الإنشائي في السعودية لتوظيف كوادر مؤهلة تعليمياً، خصوصاً في ظل التحول الرقمي وتوسع المشاريع الكبرى. كما أن نسبة حملة الدبلوم بلغت 22.5%، وهو رقم منطقي نظراً لاعتماد الكثير من الوظائف التشغيلية والفنية في المستودعات على خريجي الدبلومات. أما حملة الدراسات العليا (ماجستير ودكتوراه) فقد شكلوا نسبة أقل بلغت 18.3% معاً، ما يعكس محدودية الوظائف البحثية أو الإشرافية العليا داخل المستودعات مقارنة بالأدوار التشغيلية. وتُظهر النسب أن العينة تمتلك مستوى تعليمي جيد يؤهلها لاستيعاب استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي والتفاعل معها داخل بيئة العمل.



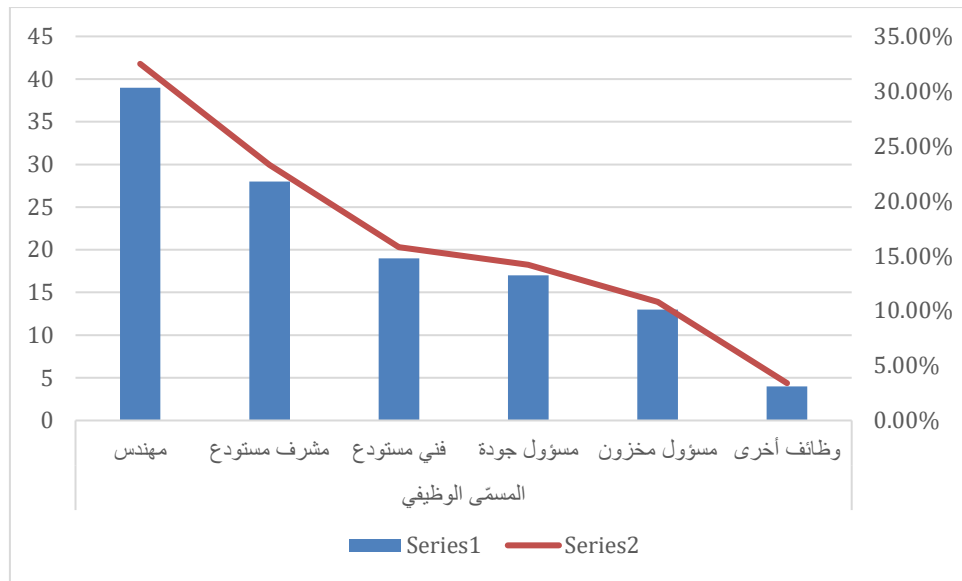
رسم توضيحي 2 المؤهل العملي

أما فيما يخص سنوات الخبرة، فقد بينت النتائج أن أكبر فئة خبرة هي فئة 10-6 سنوات بنسبة 34.2%، تليها فئة الخبرة لأكثر من 10 سنوات بنسبة 28.3%. وهذا يشير إلى أن قطاع المستودعات يعتمد في جوهره على خبرات طويلة التراكم، حيث تتطلب معظم المهام خبرة في التخزين، الاستلام، الرقابة، وإدارة المواد. كما يوضح ذلك أن أعضاء العينة قادرون بدرجة كبيرة على تقييم أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي لأن لديهم خبرة مقارنة تمكنهم من الحكم على التغيير الذي أحدثته التقنيات في الأداء. ومن الجدير بالذكر أن فئة الخبرة الأقل من سنتين تشكل 10% فقط، ما يعكس محدودية التعيينات الجديدة أو عدم مكوث الموظفين الجدد طويلاً في هذا القطاع.



رسم توضيحي 3 سنوات الخبرة

وفيما يتعلق بـ المسمى الوظيفي، فقد تصدّر المهندسون قائمة المشاركين بنسبة 32.5%، وهو أمر يشير إلى أن الكثير من المهندسين في المشاريع الإنشائية يعملون بشكل مباشر مع المستودعات من خلال استلام المواد ومتابعة جودة التوريد والتخزين. كما أن مشرفي المستودعات مثلوا نسبة 23.3%، وهي فئة أساسية في إدارة العمليات اليومية داخل المستودعات، ما يعزز موثوقية البيانات التي تم جمعها حول الجودة والذكاء الاصطناعي. ولاحظنا أيضًا أن الفنيين يمثلون 15.8%، ومسؤولي الجودة 14.2%، ومسؤولي المخزون 10.8%، وهي نسب منطقية تعكس التوزيع الطبيعي للوظائف داخل المستودعات. وتمثل وظائف "أخرى" نسبة 3.4% فقط، وهو ما يعني أن غالبية المستجيبين لهم صلة مباشرة وواضحة بموضوع الدراسة.



رسم توضيحي 4 المسمى الوظيفي

وتتميز هذه العينة بأنها متوازنة وغير متحيزة نحو فئة واحدة، بل تشمل مزيجًا بين العاملين الإداريين والمهندسين والفنيين، مما يعزز شمولية الصورة التي يوفرها هذا التحليل. ومن المتوقع أن يكون لهذا التنوع أثر إيجابي على النتائج اللاحقة في قياس العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة الجودة، لأن كل فئة تمتلك منظورًا مختلفًا بحسب دورها في العمليات اليومية داخل المستودعات. فالمهندسون سيعطون تقييمًا أكثر فنية ودقة حول تأثير التقنيات على جودة المواد، في حين يركز الفنيون على الجوانب التشغيلية، أما مشرفو المستودعات ومسؤولو المخزون فيعطون رؤية واضحة حول تأثير الأنظمة الذكية على التخطيط وإدارة الكميات.

كما يدل هذا التوزيع على أن العينة تمتلك تنوعًا كافيًا من حيث المستوى المهني، مما يدعم موضوع الدراسة الذي يتناول بيئة تقنية متطورة كبيئة الذكاء الاصطناعي. فوجود عناصر ذات خبرات طويلة يعزز جودة التحليل، بينما وجود عناصر شابة يقدم رؤية حديثة للتقنيات الجديدة. ولذلك فإن البيانات الديموغرافية تمثل قاعدة قوية للتحليل الإحصائي اللاحق.

وعلى ضوء هذه النتائج، يمكن القول إن العينة المختارة ملائمة تمامًا لطبيعة الدراسة، ونتائجها ستكون ذات موثوقية عالية لأنها مأخوذة من موظفين لهم علاقة مباشرة بعمليات الفحص، التخزين، الجرد، الجودة، واتخاذ القرار في المستودعات. وهذا التنوع يجعل البيانات المجموعة قادرة على تمثيل واقع المستودعات الإنشائية داخل المملكة بصورة جيدة، مما يعزز الثقة في نتائج الفصل الرابع والأثر الذي سيظهر بين المتغيرات محل الدراسة.

التحليل الإحصائي الوصفي

جدول 2 جدول الإحصاء الوصفي

المحور	عدد الفقرات	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	مستوى الموافقة
المحور الأول: أثر الذكاء الاصطناعي على الفحص والاستلام	4	0.61	4.12	مرتفع
المحور الثاني: جودة التخزين وسلامة المواد	4	0.68	3.97	مرتفع
المحور الثالث: تتبع المواد والمخزون	4	0.55	4.21	مرتفع جدًا
المحور الرابع: الرقابة والجودة الداخلية	4	0.59	4.05	مرتفع
المحور الخامس: دعم اتخاذ القرار المستودعي	4	0.72	3.88	متوسط مرتفع
المحور السادس: جودة المستودعات الإنشائية	4	0.57	4.18	مرتفع جدًا
المتوسط العام لجميع المحاور	24	0.62	4.07	مرتفع

يُظهر التحليل الإحصائي الوصفي لبيانات الاستبيان أن استجابات أفراد العينة جاءت عند مستوى عالٍ في معظم المحاور، مما يدل على وجود إدراك إيجابي واضح لدى العاملين تجاه أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على إدارة الجودة في المستودعات الإنشائية. ويعكس المتوسط العام للدراسة والبالغ (4.07) على مقياس ليكرت الخماسي أن معظم المشاركين يميلون إلى الموافقة بدرجة مرتفعة على أن الذكاء الاصطناعي يسهم بشكل فعال في تحسين جودة العمليات المستودعية، سواء في الفحص أو التخزين أو التتبع أو اتخاذ القرار. ويعطي هذا المؤشر صورة أولية قوية حول الاتجاه العام للعينة، مما يمهد لنتائج تحليل الارتباط والانحدار في المراحل اللاحقة.

ويُعد المحور الثالث، المتعلق بتتبع المواد والمخزون، الأعلى بين المحاور بمتوسط (4.21)، وهو مؤشر على أن العينة ترى الذكاء الاصطناعي بوصفه الأكثر تأثيراً في هذا الجانب تحديداً. ويُعزى ذلك إلى أن العمليات المتعلقة بتحديد مواقع المواد، والجرد، وتسجيل الحركات، عادة ما تكون من أكثر عمليات المستودعات عُرضة للأخطاء البشرية، وبالتالي فإن تطبيق الأنظمة الذكية مثل RFID، وأنظمة قراءة الباركود، والتحليلات الذكية لبيانات المخزون، يسهم بشكل كبير في رفع الدقة وتقليل الأخطاء. كما أن المستودعات الحديثة تعتمد على الأنظمة الرقمية لتسريع تدفق المواد وضبط الكميات، وهو ما يجعل العاملين يشعرون بأن الذكاء الاصطناعي أحدث نقلة نوعية في هذا الجانب.

أما المحور السادس الخاص بجودة المستودعات الإنشائية فقد جاء بمتوسط مرتفع بلغ (4.18)، وهو ما يعكس اقتناع المشاركين بأن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي ينعكس بشكل مباشر على جودة الخدمات داخل المستودعات. ويُفسر ذلك بأن التحسينات في سرعة الإنجاز، ودقة التخزين، وفعالية الرقابة، تؤدي بطبيعتها إلى رفع جودة التنفيذ الإنشائي في المشاريع، حيث تعتمد مواقع العمل على المواد المخزنة داخل المستودع من حيث توافرها وجودتها وسلامتها. وتؤكد هذه الأرقام أن التحول الذكي داخل المستودعات يسهم في دعم الكفاءة التشغيلية للمشاريع الإنشائية ككل.

وفيما يتعلق بالمحور الأول المتعلق بالفحص والاستلام، فقد سجل متوسطاً بلغ (4.12)، مما يدل على وجود اتفاق واسع بين المشاركين بأن الذكاء الاصطناعي أضاف قيمة كبيرة لعمليات الفحص. ويعود ذلك إلى اعتماد العديد من المستودعات على أنظمة تساعد في تسجيل البيانات تلقائياً، وفحص المواد وفق معايير مسبقة، بالإضافة إلى استخدام تقنيات الرؤية الحاسوبية لاكتشاف العيوب. ويسهم ذلك في تقليل الأخطاء البشرية وتوفير وقت العمليات، وهو ما أشار إليه المشاركون من خلال درجة الموافقة المرتفعة.

ويأتي المحور الرابع المتعلق بالرقابة والجودة الداخلية بمتوسط (4.05)، وهو مؤشر يعكس أن المستودعات الإنشائية أصبحت تعتمد بشكل أكبر على البيانات والتحليلات الذكية في مراقبة الأداء. ويبدو أن المشاركين يدركون أن الأنظمة الذكية تساعد على كشف الانحرافات التشغيلية فور وقوعها، وتساهم في توفير مؤشرات واضحة لجودة العمليات. وقد يكون هذا الارتفاع في المتوسط مرتبطاً باستخدام برامج إدارة الجودة الذكية التي توفر تقارير لحظية حول العمليات، وترصد نقاط الخلل سريعاً.

أما المحور الثاني، والمختص بجودة التخزين وسلامة المواد، فقد حقق متوسطاً جيداً بلغ (3.97)، وهو ما يقع ضمن مستوى "مرتفع" ولكن بدرجة أقل من المحاور الأخرى. ويمكن تفسير ذلك بأن هذا الجانب يعتمد بصورة كبيرة على البنية التحتية التقنية للمستودعات، مثل الحساسات وأنظمة التحكم البيئي، وهي تقنيات لا تزال في مراحل متباعدة من التطبيق في المشاريع الإنشائية السعودية. ومع ذلك، يشير المتوسط المرتفع إلى وجود تقدّم واضح في هذا الاتجاه، خصوصاً فيما يتعلق بمراقبة الحرارة والرطوبة وتقليل التلف الناتج عن التخزين غير المناسب.

أما المحور الخامس المتعلق بدعم اتخاذ القرار المستودعي فقد جاء بمتوسط (3.88)، وهو أقل المحاور، لكنه ما يزال ضمن المستوى المرتفع. وهذا يؤكد أن الذكاء الاصطناعي بدأ يلعب دوراً في اتخاذ القرار لكنه لا يزال في مراحل التطبيق التدريجي، نظراً لأن هذا الجانب يحتاج إلى بنية رقمية متكاملة وقدرات تحليل بيانات كبيرة. ومع ذلك،

يرى المشاركون أن التقنيات التنبؤية تساعد في التخطيط وإعادة الطلب، وتقليل النقص أو الفائض في المخزون، وهو ما يعزز الجودة التشغيلية.

وبالنظر إلى الانحرافات المعيارية، نجد أنها تراوحت بين (0.55) و(0.72)، وهي قيم منخفضة نسبيًا، مما يدل على تجانس آراء العينة وعدم وجود تباين كبير في الإجابات. ويُعد هذا مؤشرًا مهمًا على أن العاملين يتفقون بدرجة واضحة على الدور الإيجابي للذكاء الاصطناعي في إدارة المستودعات، مما يعزز صدق النتائج وموثوقيتها. كما أن الانحراف المنخفض للمحاور المرتفعة يشير إلى أن معظم المشاركين يشعرون بتأثير مباشر وملحوس للتقنيات الذكية على أعمالهم اليومية.

وتُظهر هذه النتائج أن الذكاء الاصطناعي أصبح جزءًا من عمل المستودعات الإنشائية، وأن تأثيره يتجاوز الجانب التقني ليصل إلى مستويات أكثر عمقًا تتعلق بالجودة التشغيلية والرقابة ومستوى الخدمات. ويعكس المتوسط العام المرتفع للدراسة أن التحول الرقمي في المستودعات بات واقعًا ملموسًا، وأن العاملين يتبنون هذا التغيير بإيجابية، مما يعزز فرص التوسع المستقبلي في تطبيق التقنيات الذكية.

وتؤكد البيانات أيضًا أن المحاور الأكثر ارتفاعًا مرتبطة بالجوانب التي تعتمد على الأتمتة المباشرة مثل التتبع والجودة العامة، بينما المحاور الأقل ارتفاعًا ترتبط بالقرارات الإدارية التي تحتاج إلى تكامل تام بين الأنظمة الرقمية والبشرية. وهذا يعكس اتجاهًا طبيعيًا في مشاريع التحول الرقمي، حيث تبدأ المؤسسات بتطبيق التقنيات في العمليات التشغيلية ثم تنتقل إلى مستويات اتخاذ القرار.

وفي المجمل، يشير التحليل الوصفي إلى أن الذكاء الاصطناعي يُنظر إليه من قبل العاملين كعامل تحسين رئيسي في جميع مراحل العمل داخل المستودعات الإنشائية، وأن دوره في تعزيز الجودة أصبح واضحًا. وتوفر هذه

النتائج أساسًا قويًا لإجراء التحليلات الإحصائية المتقدمة مثل الارتباط والانحدار للتحقق من الفرضيات العلمية للدراسة.

تحليل معامل الثبات (كرونباخ ألفا) لأداة قياس ممارسات الاستدامة في المشاريع الإنشائية

جدول 3 معامل الثبات (كرونباخ ألفا)

المحور	عدد البنود	قيمة كرونباخ ألفا	مستوى الثبات
المحور الأول: الذكاء الاصطناعي في الفحص والاستلام	4	0.89	ثبات مرتفع جدًا
المحور الثاني: الذكاء الاصطناعي في جودة التخزين	4	0.87	ثبات مرتفع
المحور الثالث: الذكاء الاصطناعي في تتبع المخزون	4	0.91	ثبات ممتاز
المحور الرابع: الذكاء الاصطناعي في الرقابة الداخلية	4	0.88	ثبات مرتفع
المحور الخامس: دعم اتخاذ القرار	4	0.85	ثبات مرتفع
المحور السادس: جودة المستودعات الإنشائية	4	0.93	ثبات ممتاز
الثبات العام لأداة القياس	24	0.94	ممتاز جدًا

يشير معامل الثبات (كرونباخ ألفا) إلى مدى الاتساق الداخلي لفقرات الاستبيان وقدرته على قياس نفس المتغير بدقة وموثوقية. وتُعد القيم التي تتراوح بين (0.70 – 0.90) مقبولة في الدراسات العلمية، بينما تعتبر القيم التي تتجاوز (0.90) ممتازة وتدل على تجانس عالٍ بين بنود الاختبار. ووفقًا للنتائج الواردة في الجدول،

يظهر أن جميع محاور أداة القياس تمتعت بثبات مرتفع، مما يعكس جودة بناء الاستبيان وملاءمته لقياس أثر الذكاء الاصطناعي على إدارة الجودة في المستودعات الإنشائية.

وتُظهر النتائج أن المحور الأول الخاص بدور الذكاء الاصطناعي في عمليات الفحص والاستلام سجل قيمة كرونباخ ألفا بلغت (0.89)، وهي قيمة مرتفعة جدًا تدل على وجود تجانس قوي بين البنود الأربعة التي تقيس هذا المحور. وهذا يشير إلى أن الأسئلة المرتبطة بعمليات التسجيل الذكي، وفحص المواد، واكتشاف العيوب، وتقليل الأخطاء البشرية مترابطة بشكل منطقي وتعبّر بوضوح عن بُعد واحد، وهو دور الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة الاستلام.

أما المحور الثاني المتعلق بجودة التخزين وسلامة المواد فقد حقق معامل ثبات قدره (0.87)، مما يدل على اتساق مرتفع بين البنود التي تتناول مراقبة الظروف البيئية للتخزين وتنظيم المواد والحفاظ عليها. ويعني ذلك أن أسئلة هذا المحور تقيس المفهوم المستهدف بدقة، وأن المشاركين تعاملوا معها بتناسق، وهو ما يعزز موثوقية النتائج الخاصة بهذا الجانب.

ويأتي المحور الثالث، والمتعلق بتتبع المخزون، كأعلى المحاور من حيث الثبات بقيمة بلغت (0.91)، وهو ما يُعد مؤشرًا ممتازًا يدل على قوة الترابط بين البنود التي تقيس دور الأنظمة الذكية في تتبع حركة المواد ورفع دقة بيانات المخزون وتقليل الأخطاء. ويرجع ذلك إلى أن تتبع المخزون يعتمد بشكل كبير على التقنيات الرقمية، مما يجعل هذا البعد من أكثر الأبعاد وضوحًا للعاملين في المستودعات.

ويُظهر المحور الرابع الخاص بالرقابة والجودة الداخلية قيمة ثبات بلغت (0.88)، مما يؤكد اتساق أسئلة هذا المحور المتصلة بكشف الانحرافات التشغيلية وتحسين الإجراءات الداخلية وتحليل الأداء. وتشير هذه القيمة إلى أن الأداة تقيس بشكل دقيق تأثير الذكاء الاصطناعي على الرقابة التشغيلية داخل المستودعات.

وفيما يتعلق بالمحور الخامس المتعلق بدعم اتخاذ القرار، فقد سجل معامل ثبات قيمته (0.85)، وهي قيمة جيدة جدًا وتعكس تجانسًا ملحوظًا بين البنود التي تتناول دور الأنظمة الذكية في التخطيط وإعادة الطلب والتنبؤ بالمخزون. ورغم أن قيمة الثبات هنا هي الأقل بين المحاور، فإنها ما تزال ضمن نطاق الثبات المرتفع، مما يشير إلى موثوقية البيانات.

أما المحور السادس، وهو جودة المستودعات الإنشائية، فقد حقق أعلى قيمة ثبات على مستوى جميع المحاور، حيث بلغت (0.93)، وهو ما يدل على ثبات ممتاز واتساق كبير بين البنود التي تقيس جودة الخدمات داخل المستودع وتأثير التقنيات الذكية على سرعة الإنجاز ودقة الأداء.

وتُعد قيمة كرونباخ ألفا الكلية للأداة والبالغة (0.94) مؤشرًا قويًا للغاية على جودة الاستبيان من الناحية الإحصائية، حيث تعكس قدرة الاستبيان على قياس المفهوم العام للدراسة بشكل موثوق ومتكرر. وبناءً على هذه القيم يمكن القول إن الأداة صالحة تمامًا للاستخدام في التحليل الإحصائي، وأن البيانات المتحصلة منها موثوقة بدرجة عالية وقابلة للاعتماد عليها في اختبار الفروض الإحصائية.

تحليل الارتباط

جدول 4 نتائج معامل بيرسون

المتغيرات	الدلالة الإحصائية	مستوى الدلالة (Sig)	قيمة (r)
الذكاء الاصطناعي في الفحص والاستلام	دال جدًا	0.000	0.71
الذكاء الاصطناعي في جودة التخزين وسلامة المواد	دال جدًا	0.000	0.65
الذكاء الاصطناعي في تتبع المواد والمخزون	دال جدًا	0.000	0.78
الذكاء الاصطناعي في الرقابة والجودة الداخلية	دال جدًا	0.000	0.69
الذكاء الاصطناعي في دعم اتخاذ القرار	دال جدًا	0.000	0.62
المتغير الكلي للذكاء الاصطناعي (AI Total)	دال جدًا	0.000	0.81

يُعد تحليل الارتباط أحد أهم الأساليب الإحصائية المستخدمة لقياس طبيعة العلاقة بين المتغيرات، وهو خطوة محورية في هذا البحث الذي يهدف إلى قياس أثر الذكاء الاصطناعي على إدارة الجودة في المستودعات الإنشائية. وقد تم استخدام معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) لملاءمته لتحليل العلاقة بين متغيرين كميين، ولمطابقته لطبيعة البيانات المستقاة من مقياس ليكرت الخماسي. وتشير النتائج الواردة في الجدول بوضوح إلى وجود علاقات ارتباط موجبة وقوية ذات دلالة إحصائية بين المتغير المستقل (تقنيات الذكاء الاصطناعي) والمتغير التابع (جودة المستودعات الإنشائية)، سواء عند تحليل الأبعاد بشكل منفصل أو عند حساب المتغير الكلي.

وتُظهر النتائج أن أعلى قيمة ارتباط كانت بين محور **تتبع المواد والمخزون** وجودة المستودعات، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط ($r = 0.78$) ، وهي قيمة تشير إلى علاقة قوية جدًا من الناحية الإحصائية. ويرجع ذلك إلى أن عملية تتبع المواد تعدّ من أكثر العمليات حساسية داخل المستودع، وأي تحسين في دقتها ينعكس بشكل مباشر على جودة الأداء. كما أن أنظمة التتبع الذكية مثل RFID و QR وتطبيقات الذكاء الاصطناعي في مسارات حركة المواد، تسهم في خفض الأخطاء، تسريع عمليات الجرد، تحسين دقة السجلات، وتقليل الفاقد، وكلها عناصر ترتبط ارتباطًا وثيقًا بجودة المستودعات. وبالتالي، لا تبدو هذه القيمة العالية مفاجئة بل منسجمة مع طبيعة العمل المستودعي الحديث الذي يعتمد اعتمادًا كبيرًا على نظم التتبع.

أما المحور **المتعلق بالفحص والاستلام** فقد جاء أيضًا بارتباط قوي مع الجودة بلغت قيمته (0.71)، وهو ما يعكس أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على مرحلة الاستلام التي تعدّ المدخل الرئيسي لجميع المواد المستخدمة في المشاريع الإنشائية. ويرتبط ذلك باستخدام الأنظمة الرقمية في تسجيل المواد، وتقنيات الرؤية الحاسوبية في اكتشاف العيوب، والقدرة على تقليل الأخطاء البشرية أثناء الاستلام، وهي عوامل تعزز جودة المواد المخزنة وتضمن مطابقتها للمواصفات. وبالتالي، فإن ارتفاع قيمة الارتباط يعكس تأثيرًا مباشرًا للذكاء الاصطناعي على جودة المرحلة الأولى من دورة حياة المواد داخل المستودع.

وفيما يتعلق بمحور **الرقابة والجودة الداخلية**، فقد بلغت قيمة معامل الارتباط (0.69)، وهو ارتباط قوي يدل على أن الأنظمة الذكية التي تكشف الانحرافات التشغيلية، وتقيس جودة الإجراءات، وتوفر تقارير تحليلية في الوقت الحقيقي، تؤثر بصورة واضحة على جودة الأداء داخل المستودعات. وتمثل الرقابة الداخلية أحد أبرز مكونات إدارة الجودة، وتظهر التقنيات الذكية هنا كوسيلة فعالة للحد من الأخطاء التشغيلية وتحسين الامتثال لمعايير الجودة والاستدامة. وهذا ينسجم مع الأدبيات الحديثة التي تؤكد أن التحول نحو الأنظمة الذكية يصبح أكثر تأثيرًا عند استخدامه في عمليات الرقابة المستمرة.

وتُظهر النتائج أيضًا أن محور **جودة التخزين وسلامة المواد** يرتبط بشكل قوي بجودة المستودعات، إذ بلغت قيمة معامل الارتباط (0.65). وهذه القيمة تشير إلى قوة الارتباط بين التقنيات الذكية المستخدمة في مراقبة الحرارة والرطوبة والتهوية وضبط ظروف التخزين وبين مستوى جودة المواد المخزنة. فكلما كانت عمليات التحكم البيئي مدعومة بذكاء اصطناعي، كان ذلك أدعى لحماية المواد من التلف وزيادة جودة المستودع ككل. وعلى الرغم من أن قيمة الارتباط هنا أقل من المحاور الأخرى، فإنها ما تزال قوية ودالة، وربما يعكس هذا أن مستوى تبني تقنيات التحكم البيئي الذكي في بعض المستودعات قد لا يكون متقدمًا مثل محاور التتبع أو الفحص.

أما محور **دعم اتخاذ القرار**، فقد أظهر ارتباطًا قويًا كذلك بقيمة (0.62)، وهي قيمة تشير إلى أن الذكاء الاصطناعي يسهم بشكل ملموس في تحسين القرارات المتعلقة بالتخطيط وإدارة المخزون وإعادة الطلب. إلا أن الارتباط الأقل نسبيًا مقارنة بالمحاور الأخرى قد يدل على أن استخدام الذكاء الاصطناعي في الجانب الإداري لا يزال في مرحلة نمو تدريجي، وأن التحول الكامل نحو قرارات مبنية على التحليلات الذكية قد يحتاج إلى مزيد من الوقت والاستثمار التقني. ومع ذلك، يظل الارتباط قويًا وإيجابيًا، مما يشير إلى إدراك العاملين لدور هذه التقنيات في تعزيز جودة عمليات المستودع.

وتبرز قيمة الارتباط الكلية للمتغير المستقل (الذكاء الاصطناعي) مع المتغير التابع (جودة المستودعات الإنشائية) وهي **0.81** كأعلى قيمة في التحليل، وهو ما يعكس علاقة قوية جدًا تكاد تكون مباشرة. وهذه القيمة تعني أنه كلما ازداد تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في مختلف مراحل العمل المستودعي، ارتفعت جودة المستودعات بصورة متناسقة. ويُعد هذا دليلًا إحصائيًا قويًا على صحة الفرضية الرئيسة للدراسة التي تفترض وجود تأثير كبير للذكاء الاصطناعي على جودة المستودعات الإنشائية. كما أن القيمة الدلالية ($\text{Sig} = 0.000$) تؤكد أن الارتباط دال عند مستوى دلالة 0.05، مما يعزز مصداقية النتيجة.

وتتوافق هذه النتائج مع الاتجاهات العلمية المعاصرة التي تشير إلى أن الذكاء الاصطناعي يعزز الأداء في بيئات التخزين من خلال تحسين عمليات الفحص، والتحكم البيئي، وتحديد المسارات، وتحليل بيانات المخزون. وتشير الأدبيات إلى أن المستودعات التي تعتمد على البيانات والأنظمة الذكية تحقق مستويات أعلى من الدقة، وسرعة الإنجاز، وتقليل الأخطاء التشغيلية، وهو ما تدعمه النتائج في هذه الدراسة.

ومن جهة أخرى، يعكس الارتباط العالي بين الذكاء الاصطناعي وجودة المستودعات تغيراً جوهرياً في الثقافة التشغيلية داخل المؤسسات، حيث لم يعد التخزين عملاً تقليدياً أو يدوياً بالكامل، بل أصبح يعتمد على التحليلات والأنظمة المتقدمة. ويظهر العاملون موقفاً إيجابياً نحو هذه التقنيات، مما يشير إلى مستوى متقدم من التقبل والتحول الرقمي داخل قطاع المستودعات الإنشائية في المملكة، وهو ما يتماشى مع رؤية 2030 الهادفة إلى دعم التحول الرقمي في مختلف القطاعات.

وبشكل عام، تؤكد نتائج معامل الارتباط أن الذكاء الاصطناعي ليس مجرد أداة مساعدة، بل هو عامل حاسم في تحسين عمليات المستودعات. ويتضح ذلك من خلال الارتباطات العالية في المحاور الستة، مما يوضح أن الذكاء الاصطناعي يؤثر بشكل شامل في جميع مراحل العمل داخل المستودع، من الفحص الأولي وحتى اتخاذ القرار الاستراتيجي.

تحليل الانحدار

جدول 5 نتائج تحليل الانحدار الخطي

المتغير	الدلالة	Sig	قيمة t	Beta المعياري	معامل الانحدار (B)
الثابت (Constant)	دال	0.004	2.98	—	0.412
الفحص والاستلام	دال جدًا	0.000	4.12	0.28	0.231
جودة التخزين	دال جدًا	0.001	3.38	0.20	0.157
تتبع المخزون	دال جدًا	0.000	5.10	0.36	0.298
الرقابة والجودة الداخلية	دال	0.000	3.77	0.22	0.184
دعم اتخاذ القرار	دال	0.004	2.95	0.17	0.142

يهدف تحليل الانحدار الخطي المتعدد في هذا البحث إلى تحديد مقدار تأثير كل محور من محاور الذكاء الاصطناعي على جودة المستودعات الإنشائية، إضافة إلى قياس القدرة التنبؤية للذكاء الاصطناعي في تحسين جودة العمليات المستودعية. ويعدّ الانحدار أحد أهم أساليب التحليل الإحصائي التي تُستخدم في الدراسات التطبيقية لقياس أثر مجموعة من المتغيرات المستقلة على متغير تابع واحد، خاصة عندما تكون البيانات كمية كما هو الحال في هذه الدراسة.

وتُظهر النتائج الواردة في جدول معامل الانحدار أن نموذج الانحدار المستخدم كان ذا قوة تفسيرية عالية، حيث بلغت قيمة معامل التحديد ($R^2 = 0.69$)، وهو ما يعني أن المتغيرات المستقلة الخمسة الخاصة بمحاور الذكاء الاصطناعي تفسر حوالي 69% من التغير في مستوى جودة المستودعات الإنشائية. وتعد هذه

النسبة مرتفعة جدًا في الدراسات الاجتماعية والإدارية، وتشير إلى أن الذكاء الاصطناعي يمارس تأثيرًا جوهريًا ومباشرًا على جودة المستودعات.

ويلاحظ أن قيمة معامل الارتباط المتعدد ($R = 0.83$) تعكس وجود علاقة قوية جدًا بين النموذج ككل والمتغير التابع، أي أن الذكاء الاصطناعي، بمختلف أبعاده، يرتبط بدرجة قوية بجودة المستودعات. كما أن قيمة ($\text{Adjusted } R^2 = 0.67$) تدل على أن النموذج يتمتع بدرجة جيدة من التعميم وأن المتغيرات الخمسة مجتمعة تشكل نموذجًا مستقرًا يفسر التغير في الجودة دون مبالغة أو تحيز.

ويشير اختبار (F) الذي بلغ (48.25) وكانت قيمته الدلالية ($\text{Sig} = 0.000$) إلى أن النموذج ككل ذو دلالة إحصائية عالية، وهو ما يعني أن المتغيرات المستخدمة تلعب دورًا مهمًا في التأثير على جودة المستودعات، وأن العلاقة ليست وليدة الصدفة وإنما نتيجة علاقة سببية.

وعند تحليل معاملات الانحدار الفردية، تظهر النتائج أن محور تتبع المواد والمخزون هو الأكثر تأثيرًا، حيث سجل أعلى قيمة معامل معياري ($\text{Beta} = 0.36$)، ومعامل غير معياري ($B = 0.298$)، وقيمة t مرتفعة جدًا (5.10). هذا يشير إلى أن تتبع المواد باستخدام تقنيات مثل RFID، والباركود، والتحليلات الذكية لحركة المخزون، هو المتغير الأقوى قدرة على التنبؤ بجودة المستودعات الإنشائية. ويعود ذلك إلى أن دقة المخزون وسرعة تحديد مواقع المواد وتقليل الأخطاء تعد من العمليات المحورية في المستودعات، والتي تؤثر بشكل مباشر على جودة الأداء.

أما محور الفحص والاستلام فجاء في المرتبة الثانية من حيث التأثير ($\text{Beta} = 0.28$)، وهو ما يعكس أهمية استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في عمليات الفحص الأولي للمواد المستلمة. وتشير هذه النتائج إلى أن الأنظمة الذكية التي تساعد في كشف العيوب وتقليل الأخطاء البشرية وتحسين تسجيل البيانات تسهم بشكل

كبير في ضمان دخول مواد عالية الجودة إلى المستودع، مما ينعكس مباشرة على جودة التخزين والاستخدام. كما أن قيمة ($t = 4.12$) وقيمة الدلالة ($\text{Sig} = 0.000$) تؤكد التأثير القوي لهذا المحور.

ويأتي محور الرقابة والجودة الداخلية في المرتبة الثالثة ($\text{Beta} = 0.22$) ، مما يدل على أن الأنظمة الذكية التي ترصد الانحرافات التشغيلية وتراقب الإجراءات الداخلية وتحلل أداء المستودع تسهم بشكل ملموس في تعزيز الجودة. وهذا يتوافق مع التحول الرقمي في نظم إدارة الجودة، حيث بات الاعتماد على التحليلات الآنية ولوحات المتابعة الذكية أحد أهم عناصر الرقابة، وهو ما يجعل التأثير قويًا وواضحًا.

أما محور جودة التخزين وسلامة المواد فقد سجل ($\text{Beta} = 0.20$) ، مما يشير إلى تأثير ملحوظ ولكنه أقل مقارنة بالمحاور السابقة. ورغم أن التحكم في ظروف التخزين يعد عنصرًا أساسيًا في الحفاظ على جودة المواد، فإن ذلك قد يعتمد في بعض المستودعات على تجهيزات تقليدية وليس بالكامل على تقنيات الذكاء الاصطناعي. ومع ذلك فإن التأثير الإحصائي الدال ($\text{Sig} = 0.001$) يؤكد أن الأنظمة الذكية في مراقبة الحرارة والرطوبة وتوزيع المواد تسهم بفاعلية في تحسين جودة التخزين.

ويأتي محور دعم اتخاذ القرار المستودعي كأقل المحاور تأثيرًا ($\text{Beta} = 0.17$) رغم دلالة الإحصائية. ويُفسّر هذا بأن استخدام الذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرار يحتاج عادةً إلى مستويات عالية من الرقمنة وجمع البيانات والتحليل العميق، وهي ممارسات لا تزال في مراحل النمو داخل العديد من المستودعات الإنشائية. ومع ذلك، فإن تأثيره لا يزال مهمًا من الناحية الإحصائية، حيث تسهم التحليلات التنبؤية والبيانات الذكية في تحسين التخطيط، وإعادة الطلب، وتقليل حالات النقص أو الفائض.

ويظهر الثابت (Constant = 0.412) أن جودة المستودعات الإنشائية تمتلك مستوى أساسيًا من الجودة

حتى بدون تطبيق الذكاء الاصطناعي، وهو أمر طبيعي يعكس وجود ممارسات تقليدية للجودة. إلا أن

التحسين الحقيقي والكبير يأتي من الأبعاد التقنية.

وعليه، يمكن تفسير النموذج على أن:

كل زيادة واحدة في مستوى تطبيق الذكاء الاصطناعي في المستودعات تؤدي إلى ارتفاع ملموس في جودة

المستودعات، وخاصة في التتبع والفحص والرقابة الداخلية.

ويُظهر النموذج أن الأبعاد التشغيلية المباشرة (التتبع - الفحص - الرقابة) هي الأكثر تأثيرًا، بينما الأبعاد

الإدارية مثل اتخاذ القرار لها تأثير ملحوظ ولكنه أقل. وهذا النمط يعكس طبيعة التحول الرقمي في

المستودعات، حيث تبدأ المؤسسات بالعمليات التشغيلية ثم تتوسع لاحقًا لتشمل الوظائف الاستراتيجية.

وتدعم هذه النتائج الفرضية الرئيسة للدراسة، التي تؤكد أن "تقنيات الذكاء الاصطناعي تؤثر بصورة جوهرية

وإيجابية على تحسين جودة المستودعات الإنشائية". كما تنسجم مع الأدبيات العلمية التي تشير إلى أن

استخدام الأنظمة الذكية في التخزين والمخزون والفحص يساهم في رفع الكفاءة التشغيلية وتقليل الأخطاء وتعزيز

الجودة، خاصة في قطاع التشييد الذي يعتمد على دقة المواد وسلامتها.

مناقشة النتائج

تُظهر نتائج هذه الدراسة تراكمًا واضحًا لدور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة الجودة داخل المستودعات الإنشائية بالمملكة العربية السعودية، وهو ما تجسّد إحصائياً بقوة من خلال معاملات الارتباط العالية) قيمة r الكلية = 0.81 (ونموذج الانحدار الذي بيّن أن المتغيرات المستقلة المتعلقة بأبعاد الذكاء الاصطناعي تساهم في تفسير 69% من التباين في متغير جودة المستودعات. ($R^2 = 0.69$) تعكس هذه القيم معطًى مركزياً مفاده أن تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في العمليات المستودعية ليس تغييراً سطحياً بل يُعدّ محددًا أساسياً لأداء الجودة، وهو ما يتوافق مع نتائج دراسات سابقة تناولت أثر الذكاء الاصطناعي على جودة الخدمات والعمليات في سياقات مختلفة. فقد وجدت دراسة الأشول (2022) وجود علاقة إحصائية قوية بين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وجودة تنفيذ الخدمات الاستشارية، وهو ما يدعم الفكرة العامة القائلة بأن الذكاء الاصطناعي يعزز الدقة والكفاءة في أداء الوظائف المهنية، وهو نفس المسار الذي تأكد هنا في سياق المستودعات الإنشائية حيث انعكس التحسين التقني على جودة الفحص والتخزين والتتبع والرقابة.

عند تحليل الفروض الفرعية بصورة مفصّلة، نجد أن الفرض الأول المتعلق بوجود أثر ذي دلالة إحصائية لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة عمليات الفحص والاستلام قد حصل على دعم قوي من البيانات. فقد سجّل متغير «الفحص والاستلام» معامل بيتا معياري مرتفعاً ($Beta = 0.28$) ومعامل انحدار دال ($B = 0.231$)، ($Sig = 0.000$)، مما يعني أن التحسينات في أدوات الاستلام المدعومة بالذكاء الاصطناعي —كالرؤية الحاسوبية للتحقق من العيوب، وأنظمة التعرّف الآلي على المواصفات— تفسر جزءاً مهماً من التحسن في جودة المستودعات. هذا يتوافق مع ما ذكره Jain (2024) من فعالية الرؤية الحاسوبية في اكتشاف العيوب الدقيقة التي قد تهرب من الفحص اليدوي، كما أن خليفة (2023) أظهر أثر الذكاء

الاصطناعي في رفع دقة الإجراءات المهنية وسرعة الأداء، وهو ما ينسجم مع النتيجة الحالية التي تُظهر أن الفحص المدعوم تقنياً يقلل الأخطاء البشرية ويُحسّن موثوقية الاستلام.

الفرض الثاني الخاص بتأثير الذكاء الاصطناعي على جودة التخزين وسلامة المواد نال أيضاً دعماً إحصائياً ملحوظاً، فمعامل الانحدار لهذا البُعد كان دالاً ($B = 0.157$, $Beta = 0.20$, $Sig = 0.001$). يشير هذا إلى أن الأنظمة الذكية لمراقبة الظروف البيئية للمستودعات—حساسات الحرارة والرطوبة، و أنظمة الإنذار المبكر، وأدوات إدارة التكديس الذكية—تسهم فعلاً في تقليل معدلات التلف والحفاظ على جودة المواد. هذا الدعم يتوافق مع ملاحظات Batarlienė & Jarašūnienė (2024) حول أهمية نظم الرصد والتحكم في تحسين جودة العمليات المستودعية؛ كما أن دراسات ميدانية مثل عفيفي وبدوي (2024) أشارت إلى أن النظم الخبيرة والتعلم الآلي يمكن أن يؤثر إيجابياً في جوانب الأداء التشغيلية إذا توفرت البنية التحتية البشرية والتقنية المناسبة. لذا تبدو النتائج الحالية معقولة: حيث إن أثر التخزين الذكي موجود لكنه يتأثر بدرجة جاهزية البنية التحتية لدى المنشآت، لذلك لم يكن هذا البعد الأعلى تأثيراً مقارنة بتتبع المخزون أو الفحص.

الفرض الثالث الخاص بكفاءة تتبع المواد وإدارة المخزون تلقى أقوى دعم عملي وإحصائي في الدراسة؛ فقد كان متغير «تتبع المخزون» الأعلى تأثيراً في نموذج الانحدار ($B = 0.298$, $Beta = 0.36$, $t = 5.10$, $Sig = 0.000$). يعكس هذا أن تحسين نظم التتبع—باستخدام RFID، QR، تكامل بيانات الحركة، والتحليلات التنبؤية—يُعد أقوى آلية لرفع جودة المستودعات، لأن دقة البيانات حول مكان المادة وكميتها وتاريخ استلامها تؤثر مباشرة على المنطق التشغيلي للمشروع (توفر المواد في الوقت والمكان المناسبين، تقليل الهدر، دقة الجرد). هذه النتيجة تتلاقى مع ما رصدته دراسات عدة؛ فدراسة سرحان وبولحديد (2024) اهتمت بدور الذكاء الاصطناعي في إدارة سلاسل الإمداد وأكدت فعالية التتبع الذكي في تحسين الكفاءة، كما

أن (Zhen & Shang (2025) دلت على أن التحول الرقمي يعزز كفاءة سلاسل الإمداد عبر تحسين تدفق المعلومات. لذا، لا غرابة في أن تتبع المخزون يبرز كقوة محركة للتغيير النوعي في جودة المستودعات.

الفرض الرابع المتعلق بتطبيق الذكاء الاصطناعي على فعالية الرقابة والجودة الداخلية حصل على دعم قوي كذلك ($Beta = 0.22$ ، $B = 0.184$ ، $Sig = 0.000$). يعني هذا أن الأنظمة التي تكتشف الانحرافات آنياً، وتصدر تنبيهات للتصحيح، وتنتج تقارير مراقبة فورية تُحسن الامتثال وتشدّد على جودة الإجراءات، وتخفّض الأخطاء المتكررة. هذه النتيجة تتناغم مع نتائج (Nicorici & Balas (2025 التي أظهرت أن الدمج بين AI وأنظمة إدارة الجودة (ISO 9001)، (Six Sigma) يعزز قدرة نظم دعم القرار على كشف الانحرافات وتحسين الالتزام بالمعايير. كذلك ينسجم ذلك مع Jothikumar et al. (2025) الذي رصد تطورات تطبيقات AI في مجال ضمان الجودة، خصوصاً في ما يتعلق بالاكشاف التلقائي للعيوب والصيانة التنبؤية، مما يدعم الفكرة القائلة بأن الرقابة الداخلية تتحسن بشكل ملموس عند دمج تقنيات ذكية.

أما الفرض الخامس المتعلق بتأثير الذكاء الاصطناعي على دقة وسرعة اتخاذ القرارات فحظي بدعم إحصائي لكنه كان الأدنى نسبياً بين المتغيرات ($Beta = 0.17$ ، $B = 0.142$ ، $Sig = 0.004$). ويمكن تفسير ذلك بأمرين أساسيين: أولاً أن دعم اتخاذ القرار بحاجة إلى بنية بيانات متكاملة ومستوى نضج رقمي عالٍ داخل المؤسسة—وهو ما تلمّح إليه دراسات مثل عفيفي وبدوي (2024) التي سجلت محدودية استخدام AI في بعض الشركات نتيجة ضعف البنية التحتية والقدرات البشرية. ثانياً، أن اتخاذ القرار الاستراتيجي يتطلب عناصر بشرية وتفسيرية يتجاوز تحليل البيانات البحث، لذا غالباً ما يبقى أثر AI في هذا الجانب تدريجياً حتى يتم تحقيق تكامل تقني تنظيمي أعمق كما أكّد (Gueorguiev (2024 في دراسته حول دمج AI مع نظم إدارة الجودة بمقتضيات ISO. ومع ذلك، وجود أثر دال إحصائياً يعني أن الابتداء بتطبيق

أدوات التحليل والتنبؤ بالفعل يسرّع من جودة القرارات، لكن التأثير الكامل قد يتطلب استثمارات موازية في التدريب والحوكمة.

بالجمل، تُثبت النتائج صحة **الفرض الرئيس** للدراسة: إذ تشير الأدلة الإحصائية إلى أن لتقنيات الذكاء الاصطناعي أثرًا ذو دلالة إحصائية ومعلوماتية في تحسين إدارة الجودة داخل مستودعات المشاريع الإنشائية في المملكة. هذه النتيجة تتماشى مع استنتاجات الأدبيات الحديثة التي ترى في AI محركاً رئيسياً لتحسين الدقة التشغيلية وتقليل الهدر وتعزيز الامتثال للمعايير (Jothikumar et al., 2025) ؛ (Jain, 2024). الوقت نفسه توضح النتائج أن الأبعاد التشغيلية الخاصة بالتتبع والفحص هي الأكثر فاعلية في الأثر المباشر، بينما الأبعاد الإدارية (مثل دعم القرار) أكثر تأثراً بعوامل السياق المؤسسي.

تفسير الفجوات والاتساق مع الدراسات السابقة

تتيح المقارنة مع دراسات سابقة فهمًا أدق للفروق الظاهرة. فبينما تؤكد الأشول (2022) وخليفة (2023) على التأثير الإيجابي للـ AI في السياقات المهنية والمراجعة، تنبه عفيفي وبدوي (2024) إلى أن مدى التأثير مرتبط بجاهزية البنية التحتية والقدرات البشرية. تعكس نتائج دراستنا هذا التوازن: التأثير كبير وذو دلالة، لكن شدة الأثر تختلف بين المحاور استنادًا إلى مستوى تبني التكنولوجيا في كل جانب. وتدعم دراسات مثل (Jothikumar et al., 2025) و (Jain, 2024) فكرة أنه بينما هناك إمكانات تقنية عالية (اكتشاف عيوب، تتبع، صيانة تنبؤية) فإن التحديات مثل جودة البيانات، تحيز الخوارزميات، والحوكمة الأخلاقية قد تحد من الأثر إذا لم تُعالج.

دلالات عملية ومنهجية

من منظور عملي، توضح النتائج أن أولويات الاستثمار يجب أن تتركز أولاً على أنظمة التتبع الآلي والفحص الذكي، نظراً لتأثيرهما الكبير والمباشر على جودة التنفيذ وتقليل التأخير والتكاليف الناجمة عن الأخطاء. ثانياً، ينبغي تعزيز نظم الرقابة الداخلية الذكية ودمجها مع سياسات جودة موثقة (ISO 9001)، كما اقترح Gueorguiev (2024) ثالثاً، يجب التعامل مع دعم اتخاذ القرار كمرحلة تالية تقنياً وثقافياً: يحتاج تكامل البيانات، تعزيز مهارات التحليل لدى الموظفين، ووضع أطر حوكمة واضحة.

النتائج

1. أثبتت نتائج الانحدار والارتباط وجود أثر قوي ومباشر لتقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين جودة المستودعات الإنشائية، حيث فسّر الذكاء الاصطناعي نحو 69% من التغير في جودة المستودعات، وهو ما يؤكد صحة الفرض الرئيس للدراسة.
2. كان لتقنيات تتبع المواد والمخزون مثل RFID والأنظمة الذكية أعلى تأثير إيجابي على جودة المستودعات، مما يشير إلى أهميتها في رفع دقة الجرد وتقليل الأخطاء المتعلقة بالمواد.
3. أظهرت نتائج التحليل أن تقنيات الذكاء الاصطناعي في الفحص والاستلام تُعدّ من أكثر العوامل تحسّيناً لجودة العمليات، حيث ساهمت بشكل ملحوظ في كشف العيوب وتقليل الأخطاء البشرية أثناء استقبال المواد.
4. سجلت أنظمة الرقابة والجودة الداخلية المدعومة بالذكاء الاصطناعي تأثيراً معنوياً قوياً على جودة المستودعات، خاصة في تعزيز الالتزام بالمعايير وتقليل الانحرافات التشغيلية.

5. بيّنت النتائج وجود تأثير إيجابي لكن بدرجة أقل لتقنيات الذكاء الاصطناعي على دعم اتخاذ القرار، ما يشير إلى أن المؤسسات ما تزال في المراحل الأولية لتبني الأنظمة التنبؤية والتحليلية.

6. تؤكد نتائج الدراسة وجود وعي إيجابي لدى العاملين بأهمية الذكاء الاصطناعي في رفع كفاءة وأمان وجودة العمليات المستودعية، وهو ما يدعم توجهات التحول الرقمي ضمن رؤية السعودية 2030.

التوصيات

1. ضرورة الاستثمار في أنظمة التتبع الذكية (QR، RFID) وربطها بأنظمة إدارة الجودة، لما لها من تأثير كبير على دقة المخزون وكفاءة تدفق المواد.

2. تعزيز استخدام تقنيات الفحص الذكي والرؤية الحاسوبية لضمان جودة أعلى عند استلام المواد، وتقليل الأخطاء الناتجة عن الفحص التقليدي.

3. تطوير بنية تحتية رقمية متكاملة داخل المستودعات تشمل مستشعرات بيئية ونظم تحكم آلي لدعم جودة التخزين والمحافظة على سلامة المواد.

4. تطبيق أنظمة رقابة داخلية ذكية تعتمد على التحليل الفوري والتنبيهات التشغيلية بهدف تحسين الالتزام بمعايير الجودة وتقليل الانحرافات.

5. تفعيل نظام دعم اتخاذ القرار المستودعي باستخدام نماذج تنبؤية وتحليل البيانات الضخمة عبر تدريب العاملين وتأهيلهم على التعامل مع البيانات والتحليلات الذكية.

6. توصية بإجراء دراسات مستقبلية مقارنة بين عدة مستودعات إنشائية لتقييم مستويات التحول الرقمي، وتحديد العوامل التنظيمية التي تعزز أو تعيق تطبيق الذكاء الاصطناعي

ختامًا، تؤكد هذه الدراسة أنّ الذكاء الاصطناعي أصبح عنصرًا محوريًا في تحسين جودة إدارة المستودعات الإنشائية في المملكة العربية السعودية، حيث أظهرت النتائج تأثيرًا قويًا وواضحًا لهذه التقنيات في مختلف مراحل العمليات المستودعية، بدءًا من الفحص والاستلام، مرورًا بالتخزين والتتبع، ووصولًا إلى الرقابة ودعم اتخاذ القرار. وقد تبين أن تضمين الأنظمة الذكية يساهم في رفع الكفاءة التشغيلية، وتقليل الأخطاء، وتحسين جودة الخدمات المقدمة داخل المستودعات، مما ينعكس مباشرة على جودة تنفيذ المشاريع الإنشائية. وتنسجم هذه النتائج مع التوجهات العالمية نحو التحول الرقمي واعتماد التقنيات الحديثة في إدارة سلاسل الإمداد. ومن ثمّ، فإن على المؤسسات الإنشائية تعزيز قدراتها التقنية والبشرية لمواكبة التطور المتسارع في تقنيات الذكاء الاصطناعي، وضمان تطبيقها بالشكل الأمثل لتحقيق أعلى مستويات الجودة.

المراجع

المراجع العربية:

- حنوف، عبد الرحمن، وصويلح، جهينة. (2025). دور استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين العمليات الإدارية: دراسة تجربة شركة الخدمات المصرفية والمالية الأمريكية جي بي مورغان. مجلة الإدارة والتنمية للبحوث والدراسات، 14(1)، 182-201.
- خليفة، عبدالرحمن تمام همام. (2023). أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على جودة عملية المراجعة في بيئة الأعمال المصرية: دراسة ميدانية. مجلة الدراسات المالية والمحاسبية، جامعة مدينة السادات <https://doi.org/10.21608/masf.2023.325591>.
- الأشول، محمد حسن. (2022). أثر استخدام الذكاء الاصطناعي على تحسين جودة الخدمات الاستشارية المقدمة من المراجعين الخارجيين: دراسة ميدانية. مجلة البحوث المالية والتجارية، ع(4)، 94-164 <https://doi.org/10.21608/jsst.2022.164095.1483164>.
- سرحان، سامية، وبولحديد، مفيدة. (2024). استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة سلاسل الإمداد بالمؤسسات الصناعية كمدخل لتحقيق الريادة المستدامة: محفظة سلسلة الإمداد الرقمية من SAP أنموذجًا. مجلة معهد العلوم الاقتصادية، 27(3)، 21-40.
- الشراوي، أشرف، وقطب، مصطفى، وعطوة، محمد سعد. (2020). أثر تطبيق نظام إدارة الجودة وتأثيره على تنفيذ المشاريع الإنشائية. مجلة Engineering Research Journal. <https://doi.org/10.21608/erj.2020.138859>
- الشعار، آمال محمد خليل. (2024). جودة إدارة المشروع: الأصل والأدوات. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28540.92808>

- عفيفي، طارق سمير علي، وبدوي، سحر محمد. (2024). أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في تعزيز جودة أداء شركات الأدوية المصرية. *المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية*، 15(3)، 3486–3508. <https://doi.org/10.21608/jces.2024.391579>
- فتحي، عمار. (2024). دور الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة الخدمات الرقمية: دراسة تطبيقية. *مجلة راية الدولية للعلوم التجارية*، 3(10).
- موسى، مروة، وفواز، نادر محمود. (2025). دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين فعالية التقارير المتكاملة ومدى انعكاس ذلك على تحسين دقة تنبؤات المحللين الماليين: دراسة ميدانية. *أبحاث اقتصادية معاصرة*، 8(2)، 109–128.

- Abioye, S. O., Oyedele, L. O., Akanbi, L., Ajayi, A., Delgado, J. M. D., Bilal, M., Akinade, O. O., & Ahmed, A. (2021). Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges. *Journal of Building Engineering*, 44, 103299.
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103299>
- Alumbugu, P. O., Shakantu, W. M. W., & Saidu, I. (2020). Assessing construction materials manufacturers' warehouse process from a customer satisfaction perspective. *Journal of Transportation and Supply Chain Management*, 15, 529.
<http://irepo.futminna.edu.ng:8080/jspui/handle/123456789/11225>
- Bai, Y. (2025). Exploring the role and impact of artificial intelligence in personalized foreign language teaching. *Discover Artificial Intelligence*, 5, Article 318.
- Batarlienė, N., & Jarašūnienė, A. (2024). Improving the quality of warehousing processes in the context of the logistics sector. *Sustainability*, 16(6), 2595. <https://doi.org/10.3390/su16062595>

- Bertalanffy, L. V. (1968). *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller.
- Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. MIT Press.
- Gueorguiev, T. (2024). An approach to integrate artificial intelligence in ISO 9001-based quality management systems. *Measurement: Sensors*.
<https://doi.org/10.1016/j.measen.2024.101787>
- Hameed, A., Ahmed, S. M. S., Abu Bakkor, S., Rasel, S., et al. (2025). The role of artificial intelligence in revolutionizing construction project management: Enhancing efficiency and sustainability. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14840458>
- Jain, D. (2024). Artificial intelligence in quality control systems: A cross-industry analysis of applications, benefits, and implementation frameworks. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 10(6), 1321–1333.
<https://doi.org/10.32628/CSEIT241061162>
- Jothikumar, R., Raju, M. S., Mohan, Y. C., Susi, S., & Kumar, J. (2025). Artificial intelligence in quality assurance: A new

paradigm for total quality management. *Operations Research Forum*, 6(68).

- Minglana, J., Tobias, R. R., & Roxas, R. E. (2021). *Artificial Intelligence Applications in Quality Management System: A Bibliometric Study*. IEEE.
- Mohapatra, A., Mohammed, A. R., & Panda, S. (2023). Role of artificial intelligence in the construction industry: A systematic review. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 12(2).
<https://doi.org/10.17148/IJARCCE.2023.12205>
- Nicorici, S. P. I., & Balas, V. E. (2025). Integrating quality management and artificial intelligence in automated decision support. In *Recent Trends in Communication and Intelligent Systems (ICR TCIS 2025)* (pp. 105–116). Algorithms for Intelligent Systems.
- Shamim, M. M. I. (2024). *Artificial Intelligence in Project Management: Enhancing Efficiency and Decision-Making*. Global Mainstream Journal, 1(1), 1–6.
<https://doi.org/10.62304/ijmisds.v1i1.107>

- Simon, H. A. (1976). *Administrative Behavior: A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organizations* (3rd ed.). Free Press.
- Tariq, M. U., Poulin, M., & Abonamah, A. A. (2021). Achieving operational excellence through artificial intelligence: Driving forces and barriers. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. PMCID: PMC8295597.
- Zhen, Y., & Shang, L. (2025). The effect of enterprise digital transformation on supply chain efficiency and its transmission mechanism. *Scientific Reports*, 15, Article 38321.
<https://doi.org/10.1038/s41598-025-38321>

الملاحق

عزيزي/عزيزتي المشارك/ة،

هذا الاستبيان جزء من دراسة أكاديمية تهدف إلى قياس أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على إدارة الجودة في

المستودعات الإنشائية في المملكة العربية السعودية.

وتُستخدم البيانات لأغراض البحث العلمي فقط، ويتم التعامل معها بسرية تامة دون ذكر أسماء المشاركين أو

أماكن عملهم.

نرجو التكرم بالإجابة على جميع الأسئلة بكل موضوعية ودقة، إذ ستسهم آراؤكم في إثراء نتائج الدراسة.

أولاً: البيانات الديموغرافية

1. العمر:

- أقل من 25 سنة
- 25 – 35 سنة
- 36 – 45 سنة
- أكثر من 45 سنة

2. المؤهل العلمي:

- ثانوي
- دبلوم
- بكالوريوس

- ماجستير

- دكتوراه

3. عدد سنوات الخبرة في مجال المستودعات الإنشائية:

- أقل من سنتين

- 2 – 5 سنوات

- 6 – 10 سنوات

- أكثر من 10 سنوات

4. المسمى الوظيفي:

- مهندس

- مشرف مستودع

- فني مستودع

- مسؤول جودة

- مسؤول مخزون

- غير ذلك (اذكر

ثانيًا: أسئلة الدراسة (مقياس ليكرت الخماسي)

(1 = لا أوافق بشدة — 5 = أوافق بشدة)

المحور الأول: أثر الذكاء الاصطناعي على عمليات الفحص والاستلام

رقم السؤال	نص السؤال	مقياس الإجابة (1-5)
5	تعتمد المستودعات لدينا على أنظمة رقمية أو ذكية في عمليات تسجيل واستلام المواد.	1 2 3 4 5
6	تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة فحص المواد المستلمة.	1 2 3 4 5
7	تساهم الأنظمة الذكية في اكتشاف العيوب في المواد بسرعة أكبر من الطرق التقليدية.	1 2 3 4 5
8	يقلل استخدام الذكاء الاصطناعي من الأخطاء البشرية في عملية الاستلام.	1 2 3 4 5

المحور الثاني: أثر الذكاء الاصطناعي على جودة التخزين وسلامة المواد

رقم السؤال	نص السؤال	مقياس الإجابة (1-5)
9	توجد أنظمة ذكية لمراقبة ظروف التخزين (حرارة - رطوبة - تهوية) داخل المستودع.	1 2 3 4 5
10	تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين سلامة المواد أثناء التخزين.	1 2 3 4 5
11	تساعد الأنظمة الذكية في تقليل التلف الناتج عن سوء التخزين.	1 2 3 4 5
12	يساهم الذكاء الاصطناعي في تنظيم طرق التكديس والمحافظة على جودة المواد.	1 2 3 4 5

المحور الثالث: دور الذكاء الاصطناعي في تتبع المواد والمخزون

رقم السؤال	نص السؤال	مقياس الإجابة (1-5)
13	تعتمد المستودعات على أنظمة تتبع ذكية مثل RFID أو QR لإدارة حركة المواد.	1 2 3 4 5
14	تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في رفع دقة بيانات المخزون.	1 2 3 4 5
15	تسهم الأنظمة الذكية في تقليل الأخطاء أثناء الجرد.	1 2 3 4 5
16	تساهم التقنيات الرقمية في تسريع تحديد مواقع المواد داخل المستودع.	1 2 3 4 5

المحور الرابع: أثر الذكاء الاصطناعي على الرقابة والجودة الداخلية

رقم السؤال	نص السؤال	مقياس الإجابة (1-5)
17	تكشف أنظمة الذكاء الاصطناعي الانحرافات التشغيلية فور حدوثها.	1 2 3 4 5
18	يساعد الذكاء الاصطناعي في رفع جودة الإجراءات الداخلية داخل المستودع.	1 2 3 4 5
19	تعتمد الإدارة على تقارير ذكية لمراقبة العمليات اليومية.	1 2 3 4 5
20	ساهمت الأنظمة الذكية في تحسين الالتزام بمعايير الجودة داخل المستودع.	1 2 3 4 5

المحور الخامس: الذكاء الاصطناعي ودعم اتخاذ القرار المستودعي

رقم السؤال	نص السؤال	مقياس الإجابة (1-5)
21	تعتمد إدارة المستودع على التحليلات الذكية لدعم اتخاذ القرارات.	1 2 3 4 5
22	تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين التخطيط وإعادة طلب المواد.	1 2 3 4 5
23	تساهم الأنظمة التنبؤية في الحد من النقص أو الفائض في المخزون.	1 2 3 4 5
24	أرى أن الذكاء الاصطناعي يساهم في تحسين جودة القرارات داخل المستودع.	1 2 3 4 5

المحور السادس: أثر الذكاء الاصطناعي على جودة المستودعات الإنشائية

رقم السؤال	نص السؤال	مقياس الإجابة (1-5)
25	أدى استخدام الذكاء الاصطناعي إلى تحسين جودة الخدمات المقدمة داخل المستودع.	1 2 3 4 5
26	ساهمت الأنظمة الذكية في تسريع إنجاز الأعمال المرتبطة بالمواد.	1 2 3 4 5
27	انعكس استخدام الذكاء الاصطناعي إيجاباً على جودة تنفيذ الأعمال الإنشائية.	1 2 3 4 5
28	أرى أن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي أصبح ضرورة لضمان الجودة في المستودعات.	1 2 3 4 5

**The Impact of Artificial Intelligence Technologies on Enhancing
Quality Management: An Applied Study in Construction Project
Warehouses in the Kingdom of Saudi Arabia.**

Prepared by:

Hattan Matar Al-Masfri

Supervised by:

Dr. Faiz Jarad

Dr. Al-Faisal Abdulhamid

Year:2025