



جامعة ميدأوشن
كلية الإدارة – قسم إدارة الأعمال

مقترح بحث

التأثير الشامل لاستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشروعات العقارية في المملكة العربية السعودية

إعداد الطالب

سلمان خالد باكرمان

إشراف

أ.د. الفیصل عبد الحمید محمد

العام الدراسي 2026

الملخص

يهدف هذا المقترح البحثي إلى تحليل التأثير الشامل لاستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في كفاءة إدارة المشروعات العقارية في المملكة العربية السعودية، مع التركيز على تطبيقاتها في التخطيط والجدولة، وإدارة الموارد والتكلفة، ورصد المخاطر والتأخيرات، ودعم القرارات الإدارية. تنطلق الدراسة من ملاحظة اتساع الحاجة إلى إدارة مشروعات أكثر اعتمادًا على البيانات، في مقابل تفاوت جاهزية الشركات العقارية من حيث البنية الرقمية، وجودة البيانات، وتوافر الكفاءات، ووضوح الحوكمة. وتتمثل المشكلة البحثية في عدم كفاية الفهم التطبيقي المتكامل للعلاقة بين مستوى استخدام هذه الأدوات وبين مؤشرات كفاءة إدارة المشروعات في البيئة السعودية.

تعتمد الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتقترح استبانة محكمة بوصفها الأداة الرئيسة لجمع البيانات من مديري المشروعات والعاملين في مكاتب إدارة المشروعات وتقنية المعلومات والتطوير العقاري. ويشمل نموذج الدراسة متغيرًا مستقلًا هو مستوى استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي بأبعاده التشغيلية، ومتغيرًا تابعًا هو كفاءة إدارة المشروعات العقارية بأبعاد الوقت والتكلفة والجودة وإدارة المخاطر وجودة القرار. ويقترح التحليل الإحصائي استخدام الإحصاءات الوصفية، واختبار الثبات، والارتباط، والانحدار المتعدد، واختبارات الفروق الملائمة من خلال برنامج SPSS. ولا يقدم المقترح نتائج ميدانية؛ بل يضع إطارًا منهجيًا قابلاً للتطبيق والمراجعة، مستندًا إلى الأدبيات والمراجع المتاحة في المسودة الأصلية. ومن المتوقع أن تسهم الدراسة في توضيح آليات القيمة التي يمكن أن يحققها الذكاء الاصطناعي، وفي تحديد متطلبات التبنى المسؤول والفعال داخل قطاع المشروعات العقارية السعودي. الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، إدارة المشروعات العقارية، التحول الرقمي، دعم القرار، إدارة المخاطر، المملكة العربية السعودية.

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
1. مقدمة الدراسة	3
2. مشكلة الدراسة	4
3. أهمية الدراسة	5
4. أهداف الدراسة	6
5. تساؤلات الدراسة	7
6. فروض الدراسة	7
7. النموذج المفاهيمي وتعريف المتغيرات	8
8. الدراسات السابقة	9
9. المنطلقات النظرية للدراسة	12
10. منهجية الدراسة وطرق البحث	16
11. حدود الدراسة	19
12. النتائج المتوقعة والإسهام المحتمل	20
13. خاتمة المقترح	20
المراجع	21
الملحق (أ): أداة الدراسة المقترحة	22
الملحق (ب): خريطة الربط المنهجي	26

1. مقدمة الدراسة

يشهد قطاع المشروعات تحولًا متدرجًا من الإدارة القائمة على الخبرة الفردية والتقارير الدورية إلى الإدارة المدعومة بالبيانات والتحليلات المستمرة. ويقع الذكاء الاصطناعي في قلب هذا التحول؛ لأنه يتيح معالجة كميات كبيرة من البيانات، واكتشاف الأنماط، وبناء توقعات يمكن أن ترفع جودة التخطيط والرقابة والقرار. وفي قطاع الإنشاءات والعقارات تحديدًا، تتزايد قيمة هذه القدرات بسبب تعدد الأطراف، وطول دورة المشروع، وتشابك المتطلبات الفنية والمالية والتنظيمية، وما يترتب على ذلك من صعوبة في تكوين صورة موحدة ومحدثة عن الأداء. وقد تناول Oesterreich and Teuteberg (2016) و Pan and Zhang (2021) أثر الرقمنة والأتمتة في إعادة تشكيل عمليات البناء وإدارة المشروعات، وأكدوا أن القيمة لا تنشأ من التقنية منفردة، بل من إعادة تصميم العمليات حول بيانات موثوقة وقابلة للاستخدام.

تتضمن إدارة المشروعات العقارية مجموعة مترابطة من الأنشطة تبدأ بتحديد نطاق المشروع ودراسة الجدوى، ثم التصميم والتعاقد والتوريد والتنفيذ، وتنتهي بالتسليم والتشغيل والصيانة. وفي كل مرحلة تتولد بيانات تتعلق بالبرنامج الزمني، والتكاليف، والمخاطر، والموارد، والجودة، والموردين، وأصحاب المصلحة. وعندما تبقى هذه البيانات موزعة بين أنظمة وملفات منفصلة، يضعف التنسيق وتتأخر الاستجابة للمشكلة. أما عندما تُجمع وتُحلل ضمن آلية واضحة، فيمكن لأدوات الذكاء الاصطناعي أن تدعم المقارنة بين السيناريوهات، وتكشف مؤشرات الانحراف مبكرًا، وتساعد الإدارة على اختيار الإجراء الأكثر ملاءمة قبل تحول الانحراف المحدود إلى تأخير أو تكلفة إضافية واسعة.

ولا يقتصر استخدام الذكاء الاصطناعي على نموذج أو برنامج واحد؛ بل يشمل مجموعة من الأدوات المتكاملة، مثل التعلم الآلي، والتحليلات التنبؤية، ومعالجة اللغة الطبيعية، والرؤية الحاسوبية، وأنظمة دعم القرار. ويمكن لهذه الأدوات أن تؤدي وظائف مختلفة بحسب مرحلة المشروع ونوعية البيانات المتاحة. فقد تُستخدم التحليلات التنبؤية لتقدير احتمال التأخير، وتُستخدم الرؤية الحاسوبية لمقارنة التقدم الفعلي بالمخططات، وتُستخدم معالجة اللغة في تصنيف المراسلات والعقود والتقارير، بينما تساعد أنظمة دعم القرار في ترتيب البدائل وفق معايير الوقت والتكلفة والمخاطر. وتشير مراجعتا Kumar et al. (2020) و Pan and Zhang (2021) إلى اتساع أدوار الذكاء الاصطناعي في هندسة وإدارة الإنشاءات، مع استمرار الحاجة إلى دمج التطبيقات التقنية في إطار إداري واضح.

تكتسب هذه المسألة أهمية خاصة في المملكة العربية السعودية؛ إذ يعمل القطاع العقاري ضمن بيئة تتسع فيها المشروعات الكبرى، وتتزايد فيها الحاجة إلى رفع الكفاءة والشفافية والاستدامة، بما ينسجم مع توجهات التحول الرقمي ورؤية المملكة 2030. ويعني هذا السياق أن اتخاذ القرار في المشروع العقاري لم يعد منفصلًا عن جاهزية المؤسسة الرقمية وقدرتها على إدارة البيانات. فالشركة قد تكتفي أداة متقدمة، لكنها لا تحقق أثرًا ملموسًا إذا كانت البيانات ناقصة، أو إذا كانت مسؤوليات التحقق والاستخدام غير محددة، أو إذا افترق المستخدمون إلى المهارات اللازمة لتفسير المخرجات. ومن ثم فإن قياس مستوى التبني يجب أن يرتبط بقياس أثر الاستخدام الفعلي على أداء إدارة المشروعات، لا بمجرد توافر الأنظمة.

وتبين الأدبيات المهنية والأكاديمية أن انخفاض إنتاجية قطاع البناء وارتفاع درجة التعقيد يدفعان المؤسسات إلى البحث عن نماذج تشغيل أكثر تكاملاً. وقد ناقش تقرير McKinsey & Company (2017) إمكانات التحول الرقمي في تحسين إنتاجية البناء، في حين عرض تقرير Deloitte (2019) حالات استخدام للذكاء الاصطناعي في التخطيط وإدارة المخاطر ودعم القرار. كما أبرز Alaloul et al. (2020) ما يصاحب فرص الثورة الصناعية الرابعة من تحديات تتعلق بالبنية التحتية، والمهارات، وتكامل أصحاب المصلحة، والقدرة على تحويل الابتكار إلى ممارسة مؤسسية مستقرة. وتدل هذه الطروحات مجتمعة على أن تقويم الأثر ينبغي أن يجمع بين المنافع المتوقعة والعوامل التي قد تحد من تحقيقها.

من الناحية الإدارية، يمكن للذكاء الاصطناعي أن يرفع سرعة الوصول إلى المعلومة وأن يحسن اتساق القرارات، لكنه لا يلغي دور مدير المشروع. فالمخرجات التحليلية تظل مرتبطة بجودة البيانات والافتراضات المستخدمة، وتتطلب تفسيراً مهنيًا يراعي نطاق المشروع والعقد والسياق التنظيمي. لذلك فإن الاستخدام المسؤول يقوم على توزيع واضح للأدوار بين النظام والمستخدم: يتولى النظام المعالجة والكشف والتوقع، بينما يحتفظ المسؤول البشري بسلطة التقييم والمساءلة واعتماد القرار. وهذا التوازن ضروري لتجنب الاعتماد الآلي غير الناقد، ولضمان أن تدعم التقنية أهداف المشروع بدل أن تضيق تعقيداً جديداً إلى إجراءاته.

كما يرتبط نجاح التبنّي بقدرة المؤسسة على إدارة التغيير. فانتقال فرق العمل من التقارير اليدوية إلى المتابعة الذكية قد يواجه مقاومة ناتجة عن ضعف الفهم أو الخوف من تغير الأدوار أو زيادة الرقابة. وقد تعيق التكلفة الأولية ونقص المختصين وحساسية البيانات عملية التطبيق، ولا سيما في الشركات الصغيرة والمتوسطة. وعلى الجانب الآخر، قد تتوسع الشركات في تبني حلول متفرقة من دون تحديد عائدها أو علاقتها بمؤشرات الأداء، فتتحول المبادرات الرقمية إلى أدوات منفصلة لا تحقق تكاملاً حقيقياً. ولهذا تحتاج الدراسة إلى تناول مستوى الاستخدام، والأثر الإداري، ومعوقات التبنّي ضمن نموذج تحليلي واحد.

انطلاقاً من ذلك، تسعى الدراسة الحالية إلى بناء فهم متماسك للتأثير الشامل لأدوات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشروعات العقارية في المملكة العربية السعودية. وتجمع الدراسة بين تحليل الأثر في التخطيط والموارد والمخاطر والقرار، وبين تشخيص المتطلبات التنظيمية والبشرية والتقنية اللازمة لاستدامة الاستخدام. ويقدم المقترح إطاراً نظرياً ومنهجياً وأداة قياس قابلة للمراجعة والتطبيق، من غير افتراض نتائج مسبقة أو نسبة نجاح محددة، وبما يسمح باختبار الفروض إحصائياً عند جمع البيانات الفعلية.

2. مشكلة الدراسة

تواجه إدارة المشروعات العقارية تحديات متكررة تتصل بالتأخر في اكتشاف الانحرافات، وعدم دقة بعض التقديرات، وتشتت البيانات بين أطراف المشروع، وصعوبة تنسيق الموارد والقرارات في الوقت المناسب. ولا تعني هذه التحديات أن جميع المشروعات أو الشركات تتعرض للمستوى نفسه من القصور، لكنها تشير إلى طبيعة بيئة عمل معقدة تحتاج إلى أدوات تعزز الرؤية المبكرة وتدعم اتخاذ القرار. وقد اتجهت الأدبيات إلى طرح الرقمنة والذكاء الاصطناعي باعتبارهما وسيلتين لرفع الإنتاجية وتحسين التكامل؛ إذ ناقش McKinsey & Company (2017) و Oesterreich and Teuteberg (2016) هذه الإمكانيات، مع تأكيد أن الأثر الفعلي يتباين وفق نوع التطبيق ودرجة النضج الرقمي وجودة التنفيذ المؤسسي.

تتمثل إحدى جوانب المشكلة في أن تبني الذكاء الاصطناعي قد يُقاس أحيانًا بتوافر الأدوات، من دون التحقق من مدى استخدامها في العمليات الجوهرية للمشروع أو أثرها على مؤشرات الأداء. فوجود منصة تحليل أو نظام ذكي لا يكفي للحكم على نجاح التبنّي إذا لم تُدمج مخرجاته في التخطيط والمتابعة وتخصيص الموارد وإدارة المخاطر. كما أن التطبيق الجزئي غير المنظم قد يؤدي إلى ازدواجية العمل، أو تضارب التقارير، أو الاعتماد على نتائج لا يمكن تفسيرها. ومن ثم تبرز الحاجة إلى قياس الاستخدام بوصفه ممارسة تشغيلية مرتبطة بمراحل المشروع، لا بوصفه اقتناءً تقنيًا مجردًا.

ويتمثل جانب آخر في تفاوت الجاهزية بين الشركات العقارية؛ فاختلاف حجم المؤسسة، وبنيتها الرقمية، وخبرة موظفيها، ونوعية مشروعاتها، يؤثر في قدرتها على تحويل البيانات إلى قيمة. وقد تتمكن بعض الشركات من توظيف التحليلات التنبؤية ضمن أنظمة مترابطة، في حين تظل شركات أخرى في مرحلة تجريب أدوات محدودة أو استخدام مخرجات منفصلة عن سير العمل. كما قد تتعارض سرعة التوسع التقني مع متطلبات أمن المعلومات وخصوصية البيانات والحوكمة. ويؤكد Alaloul et al. (2020) أن النجاح في سياق الثورة الصناعية الرابعة يتطلب مواءمة التقنية مع الأشخاص والعمليات وأصحاب المصلحة، وليس مجرد تحديث الأجهزة والبرامج.

أما الفجوة المعرفية التي تنطلق منها الدراسة فتتمثل في أن جانبًا مهمًا من الأدبيات المتاحة في المسودة يركز على قطاع الإنشاءات بصورة عامة، أو على تطبيقات بعينها مثل إدارة المخاطر أو الروبوتات أو الرقمنة، بينما يحتاج سياق إدارة المشروعات العقارية في المملكة العربية السعودية إلى تحليل يجمع أبعاد الاستخدام والأثر والمعوقات في نموذج واحد. وقد قدمت مراجعتنا Kumar et al. (2020) و Pan and Zhang (2021) عرضًا شاملاً للأدوار المحتملة للذكاء الاصطناعي، مع إبراز الحاجة إلى مزيد من الدراسات التطبيقية التي تربط الاستخدام بمخرجات الإدارة الفعلية.

وبناءً على ما سبق، تتحدد مشكلة الدراسة في عدم وضوح مقدار واتجاه الأثر الذي يحدثه الاستخدام الفعلي لأدوات الذكاء الاصطناعي في كفاءة إدارة المشروعات العقارية داخل المملكة، مع الحاجة إلى تفسير هذا الأثر عبر أبعاد التخطيط والجدولة، وإدارة الموارد والتكلفة، ورصد المخاطر والتأخيرات، ودعم القرارات. كما تشمل المشكلة تحديد المعوقات التي تحد من تحقق القيمة، مثل ضعف تكامل البيانات، ونقص المهارات، وارتفاع تكلفة التطبيق، ومقاومة التغيير، ومخاوف الأمن والخصوصية. ويسهم اختبار هذه العلاقات في تقديم أساس أكثر دقة لاتخاذ قرارات الاستثمار والتطوير داخل الشركات العقارية.

2.1 السؤال الرئيس

ما التأثير الشامل لاستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في كفاءة إدارة المشروعات العقارية في المملكة العربية السعودية؟

3. أهمية الدراسة

تنبع أهمية الدراسة من القيمة التي يمكن أن تضيفها نتائجها إلى المعرفة المتعلقة بإدارة المشروعات، ومن قدرتها على دعم الممارسة داخل القطاع العقاري. ولذلك تُعرض الأهمية في بُعدين متكاملين: علمي وتطبيقي.

3.1 الأهمية العلمية

تسهم الدراسة في تنظيم العلاقة بين مفهوم استخدام الذكاء الاصطناعي ومفهوم كفاءة إدارة المشروعات العقارية ضمن نموذج قابل للقياس. فبدل تناول الذكاء الاصطناعي بوصفه مفهومًا عامًا، تُجزئ الدراسة الاستخدام إلى تطبيقات مرتبطة بالتخطيط والموارد والمخاطر والقرار، ثم تربطها بمؤشرات الوقت والتكلفة والجودة والشفافية. ويساعد هذا البناء على توضيح الآليات التي يُفترض أن ينتقل من خلالها الأثر من الأداة التقنية إلى النتيجة الإدارية، وهو ما يعزز الدقة المفاهيمية عند تفسير النتائج لاحقًا.

كما تضيف الدراسة بعدًا سياقيًا من خلال توجيه التحليل إلى الشركات والممارسين في قطاع المشروعات العقارية بالمملكة العربية السعودية. وتسمح هذه الزاوية بفحص مدى انطباق الطروحات العامة الواردة في أدبيات الإنشاءات والتحول الرقمي على بيئة تتسم بمشروعات كبيرة ومتطلبات متنامية للحوكمة والاستدامة. ولا تدعي الدراسة سد جميع جوانب النقص، لكنها تقدم إطارًا يمكن أن تبنى عليه دراسات لاحقة تقارن بين أنواع الشركات أو مراحل المشروعات أو مستويات النضج الرقمي.

وتتمثل مساهمة علمية أخرى في مواءمة عناصر المشكلة والأهداف والتساؤلات والفروض والمتغيرات وأداة القياس. فكل سؤال فرعي يرتبط ببعد محدد، ولكل بعد مؤشرات قابلة للقياس وبنود في الاستبانة وخطة تحليل مناسبة. ويقلل هذا الترابط من احتمالات التوسع غير المنضبط في الموضوع، ويساعد على إنتاج نتائج يمكن تفسيرها في حدود التصميم المنهجي المقترح، كما يتيح اختبار النموذج وإعادة استخدامه أو تطويره في بحوث لاحقة.

3.2 الأهمية التطبيقية

تتيح الدراسة للشركات العقارية أداة تشخيص منظمة لتحديد مستوى استخدامها الفعلي للذكاء الاصطناعي، والتمييز بين التبنّي الشكلي والتبنّي المدمج في عمليات إدارة المشروع. ويمكن للإدارة استخدام الأبعاد المقترحة لمراجعة مواضع القوة والقصور: هل تركز الأدوات في إعداد التقارير فقط، أم تمتد إلى التنبؤ والإنذار المبكر ودعم القرارات؟ وهل ترتبط المخرجات بمؤشرات أداء معتمدة؟ وبهذا تتحول نتائج الدراسة المتوقعة إلى مدخل لتحديد أولويات الاستثمار والتدريب وتحسين الإجراءات.

كما تساعد الدراسة مديري المشروعات ومكاتب إدارة المشروعات على فهم الشروط التي تجعل الأدوات الذكية أكثر فاعلية. فقياس أثر جودة البيانات والتكامل والمهارات والحوكمة يوضح أن تحسين الأداء قد يتطلب معالجة أساس العملية قبل شراء أدوات إضافية. ويمكن أن تدعم النتائج بناء خطط تطبيق تدريجية تبدأ بحالات استخدام ذات قيمة واضحة، مع تحديد مسؤوليات التحقق من البيانات ومراجعة مخرجات النماذج واعتماد القرارات.

وعلى مستوى القطاع، يمكن أن تقدم الدراسة مؤشرات تساعد الجهات المعنية بالتطوير المهني والتحول الرقمي على تحديد الاحتياجات المتكررة في التأهيل والمعايير والحوكمة. كما قد تسهم في رفع الوعي بمخاطر الاستخدام غير المنضبط، وبأهمية حماية البيانات وتوثيق القرارات والحفاظ على الرقابة البشرية. وتبقى القيمة التطبيقية مشروطة بجمع بيانات ممثلة وتحليلها وفق الخطة المقترحة، ثم صياغة توصيات متناسبة مع النتائج الفعلية لا مع توقعات مسبقة.

4. أهداف الدراسة

يتمثل الهدف الرئيس للدراسة في تحليل أثر استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في كفاءة إدارة المشروعات العقارية في المملكة العربية السعودية، مع تحديد متطلبات التبنّي والتحديات التي تؤثر في تحقيق هذا الأثر.

1. قياس مستوى استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشروعات العقارية لدى الفئات المستهدفة.
2. تحليل أثر استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في دقة التخطيط والجدولة ومتابعة التقدم.
3. اختبار أثر الاستخدام في كفاءة إدارة الموارد وضبط التكاليف التشغيلية للمشروعات.
4. تحليل أثر الأدوات الذكية في الكشف المبكر عن المخاطر وتقليل احتمالات التأخير وتحسين المتابعة.
5. اختبار أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في سرعة القرارات الإدارية ودقتها وشفافيتها.
6. تحديد أبرز المعوقات التقنية والتنظيمية والبشرية والأمنية التي تحد من تبني الفعال.
7. تقديم إطار تطبيقي وتوصيات قابلة للتطوير في ضوء النتائج الميدانية بما يدعم التحول الرقمي المسؤول في القطاع العقاري.

5. تساؤلات الدراسة

ينشئ عن السؤال الرئيس الوارد في مشكلة الدراسة عدد من التساؤلات الفرعية التي توجه بناء أداة القياس والتحليل:

1. ما مستوى استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشروعات العقارية لدى مجتمع الدراسة؟
2. ما أثر استخدام هذه الأدوات في دقة التخطيط والجدولة ومتابعة التقدم؟
3. ما أثر استخدامها في كفاءة إدارة الموارد وضبط تكاليف المشروعات؟
4. ما أثر استخدامها في الكشف المبكر عن المخاطر وتقليل التأخيرات وتحسين المتابعة؟
5. ما أثر استخدامها في سرعة القرارات الإدارية ودقتها وشفافيتها؟
6. ما أبرز المعوقات التقنية والتنظيمية والبشرية والأمنية التي تحد من تبني الفعال؟
7. هل تختلف تقديرات أفراد العينة للأثر باختلاف خصائصهم الوظيفية وخبرة المؤسسة وحجمها؟

6. فروض الدراسة

صيغت الفروض في صورتها الصفرية بما يتفق مع الاختبار الإحصائي. ويجري اختبارها عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$)، على أن يُتخذ قرار الرفض أو عدم الرفض بعد التحقق من افتراضات الاختبار وجودة البيانات، من غير تقرير وجود الأثر قبل إجراء التحليل.

6.1 الفرض الرئيس

لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لاستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي بأبعاده مجتمعة في كفاءة إدارة المشروعات العقارية في المملكة العربية السعودية.

6.2 الفروض الفرعية

- H0-1: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في دقة التخطيط والجدولة ومتابعة تقدم المشروعات العقارية.
- H0-2: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في كفاءة إدارة الموارد وضبط تكاليف المشروعات العقارية.
- H0-3: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في الكشف المبكر عن المخاطر وتقليل التأخيرات وتحسين المتابعة.

H0-4: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في سرعة القرارات الإدارية ودقتها وشفافيتها.

H0-5: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تقدير أثر استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي تعزى إلى الخصائص الوظيفية والتنظيمية لأفراد العينة.

7. النموذج المفاهيمي وتعريف المتغيرات

يفترض النموذج المفاهيمي أن ارتفاع مستوى الاستخدام المنظم لأدوات الذكاء الاصطناعي يرتبط بتحسين كفاءة إدارة المشروعات العقارية، بشرط توافر بيانات قابلة للاستخدام وعمليات واضحة وكفاءات بشرية قادرة على تفسير المخرجات. ويُقاس المتغير المستقل من خلال تطبيقات التخطيط والتحليل، وإدارة الموارد والتكلفة، ورصد المخاطر والمتابعة، ودعم القرار. أما المتغير التابع فيُقاس من خلال كفاءة الوقت والتكلفة والجودة والاستجابة للمخاطر وشفافية القرار. وتُعامل التحديات بوصفها عوامل تفسيرية تساعد على فهم قوة الأثر أو ضعفه، من غير تحويلها إلى نتائج ثابتة قبل الدراسة الميدانية.

تعني العلاقة المقترحة أن الأداة لا تؤثر مباشرة في الأداء لمجرد وجودها؛ بل تمر القيمة عبر سلسلة تبدأ بجمع البيانات وتكاملها، ثم تحليلها وإنتاج مؤشر أو توقع، ثم تفسير المخرج وربطه بقرار إداري، ثم تنفيذ القرار ومتابعة أثره. فإذا تعطلت أي حلقة في هذه السلسلة، قد ينخفض أثر التقنية حتى لو كانت قدراتها الحسابية مرتفعة. ويتيح هذا التصور تفسير الفروق المحتملة بين الشركات، كما يوجه أسئلة الاستبانة نحو الاستخدام الفعلي والإجراء الإداري الناتج عنه.

الشكل (1): النموذج المفاهيمي المقترح للدراسة

نوع العنصر	الأبعاد المقترحة	مؤشرات القياس
المتغير المستقل: استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي	التخطيط والجدولة؛ الموارد والتكلفة؛ المخاطر والمتابعة؛ دعم القرار	تكرار الاستخدام، التكامل مع سير العمل، الاستفادة من التوقعات والتنبيهات، قابلية تفسير المخرجات
المتغير التابع: كفاءة إدارة المشروعات العقارية	الوقت؛ التكلفة؛ الجودة؛ المخاطر؛ القرار والشفافية	دقة الخطة، سرعة اكتشاف الانحراف، كفاءة التخصيص، ضبط التكلفة، سرعة القرار وجودته
العوامل التفسيرية/المع وقات	البيانات؛ البنية الرقمية؛ المهارات؛ التكلفة؛ التغيير؛ الأمن والحوكمة	جودة البيانات وتكاملها، توافر المختصين، وضوح المسؤوليات، حماية المعلومات، قبول المستخدمين

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على الإطار النظري للمقترح.

8. الدراسات السابقة

نُظمت الدراسات السابقة موضوعيًا، مع تقديم الأعمال الأحدث أولاً داخل كل محور عندما تسمح طبيعة المصادر بذلك. ويعتمد العرض على البيانات المتاحة في المسودة الأصلية، ثم يبين أوجه الالتقاء والاختلاف والفجوة التي تعالجها الدراسة الحالية. ولا تُعامل التقارير المهنية والكتب بوصفها بديلاً عن الدراسات المحكمة، لكنها تُستخدم لتوسيع فهم السياق التطبيقي وتطور ممارسات القطاع.

8.1 الذكاء الاصطناعي في هندسة وإدارة الإنشاءات

قدم Pan and Zhang (2021) مراجعة نقدية لأدوار الذكاء الاصطناعي في هندسة وإدارة الإنشاءات، واستهدفت الدراسة تنظيم مجالات الاستخدام والكشف عن الاتجاهات والاحتياجات البحثية المستقبلية. وأبرزت المراجعة أن التطبيقات تمتد من التحليل والتنبؤ إلى الأتمتة ودعم القرار، وأن نجاحها يرتبط بجودة البيانات وتكامل الأنظمة وقابلية نقل النماذج إلى بيئات مشروعات مختلفة. وتفيد الدراسة الحالية من هذا العمل في بناء أبعاد الاستخدام، لكنها تتجه إلى اختبار تصورات الممارسين في إدارة المشروعات العقارية داخل المملكة العربية السعودية بدل الاكتفاء بالمراجعة العامة للمجال.

وأجرى Kumar et al. (2020) مراجعة منهجية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الإنشاءات، بهدف تصنيف المجالات التي استُخدمت فيها الأدوات الذكية وتحديد اتجاهات البحث. وتوصلت المراجعة، في حدود ما تعرضه المسودة، إلى اتساع استخدامات الذكاء الاصطناعي في إدارة الوقت والتكلفة والمخاطر والموارد. وتكشف هذه النتيجة عن تعدد قنوات الأثر، وهو ما يدعم قياس المتغير المستقل من خلال أبعاد تشغيلية مختلفة. ومع ذلك، فإن طبيعة المراجعة لا توفر قياساً مباشراً لواقع التبني في الشركات العقارية السعودية، وهي الفجوة التي يستهدفها المقترح الحالي.

ناقش Alaloul et al. (2020) تحديات وفرص الثورة الصناعية الرابعة في قطاع الإنشاءات، مع التركيز على أصحاب المصلحة ومتطلبات التحول. وأوضح العمل أن الفوائد المحتملة للتقنيات الحديثة تقابلها تحديات تتصل بالمهارات، والتكلفة، والتكامل، والاستعداد المؤسسي. وتنسجم هذه الرؤية مع افتراض الدراسة الحالية بأن التبني ليس قراراً تقنياً منفصلاً، بل تغيير تنظيمي يحتاج إلى قيادة وموارد وحوكمة. لذلك أدرج محور مستقل في الاستبانة لقياس المعوقات بدل الاقتصار على قياس المنافع المتوقعة.

8.2 التنبؤ بالمخاطر ودعم القرار

تناول Zhang et al. (2019) تطبيق التعلم الآلي في إدارة مخاطر مشروعات الإنشاءات، وركزت الدراسة على إمكان استخدام الأنماط المستخرجة من البيانات في تحسين التنبؤ بالمخاطر. وتفيد هذه الدراسة في توضيح أن قيمة التعلم الآلي تظهر عندما تتحول بيانات المشروعات السابقة والحالية إلى مؤشرات إنذار مبكر قابلة للتفسير. وتستند الدراسة الحالية إلى هذا المنظور عند قياس أثر الاستخدام في الكشف المبكر عن الانحرافات والتأخيرات، مع عدم افتراض أن التنبؤ يضمن وحده الاستجابة ما لم يرتبط بمسؤولية وقرار وإجراء متابعة.

وعرض تقرير Deloitte (2019) تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع الإنشاءات من منظور مهني يركز على التخطيط وإدارة المخاطر والقرار. وتتمثل قيمة التقرير في ربط الحلول التقنية بحالات استخدام قريبة من العمليات اليومية للمشروع، مثل متابعة الأداء وتحليل البيانات وتحديد الأولويات. ويختلف التقرير عن الدراسة الأكاديمية من حيث منهجه وغايته، لكنه يدعم الحاجة إلى قياس الأثر في إجراءات الإدارة الفعلية. ومن هنا صيغت بنود الاستبانة بصورة تسأل عن الممارسة المتكررة، لا عن الانطباع العام تجاه التقنية.

8.3 الرقمنة والإنتاجية والأتمتة

حلل (2016) Oesterreich and Teuteberg آثار الرقمنة والأتمتة في صناعة الإنشاءات، وربط العمل بين التحول التقني والتغير في نماذج العمليات والمهارات. ويظهر من الطرح أن التقنية قد تعيد توزيع الأدوار ومسؤوليات اتخاذ القرار، وأن الاستفادة منها تتطلب تكاملاً بين النظام والمستخدم. وتستفيد الدراسة الحالية من هذا المنظور في إدراج عناصر إدارة التغير والمهارات وتكامل البيانات ضمن تفسير واقع التنبؤ، بدل النظر إلى أثر الذكاء الاصطناعي بوصفه أثراً خطئاً مستقلاً عن المؤسسة.

قدم (2017) McKinsey & Company تقريراً عن سبل رفع إنتاجية قطاع البناء، وتناول دور الأدوات الرقمية وتحسين العمليات في تقليل الهدر ورفع التنسيق. وعلى الرغم من أن التقرير لا يختص بالسوق العقاري السعودي ولا يقيس الذكاء الاصطناعي وحده، فإنه يوضح المشكلة الإنتاجية التي تدفع القطاع إلى تبني حلول أكثر اعتماداً على البيانات. وتفيد الدراسة الحالية من هذا السياق في ربط الذكاء الاصطناعي بمؤشرات الوقت والتكلفة والجودة، مع الحرص على اختبار العلاقة ميدانياً وعدم تحويل التوقعات المهنية إلى نتائج مسبقة.

عرض (2015) Bock and Linner أدوات التصميم والإدارة المرتبطة بالأتمتة والروبوتات في البناء، وأوضح العمل كيف يمكن لإعادة تصميم العمليات حول القدرات الآلية أن تؤثر في الإنتاجية والسلامة والتنفيذ. ويكشف هذا الطرح أن أثر الأتمتة لا يتوقف على تشغيل المعدات، بل يمتد إلى تصميم العمل والتنسيق والرقابة. ومع أن نطاق الدراسة الحالية أوسع من الروبوتات وأضيق من أتمتة الصناعة كلها، فإنها تستفيد من المبدأ نفسه: لا بد أن يرتبط التنبؤ بتغيير واضح في عملية إدارة المشروع حتى يمكن قياس أثره.

8.4 المقارنة والتعليق على الدراسات السابقة

تتفق الأعمال السابقة على أن الذكاء الاصطناعي والرقمنة يوفران فرصاً لتحسين التحليل والتنبؤ والتنسيق وإدارة المخاطر. كما تتقاطع في التأكيد على أن جودة البيانات والمهارات والتكامل المؤسسي عوامل حاسمة في نجاح التطبيق. ويظهر الاختلاف في زاوية المعالجة؛ فبعض الأعمال مراجعات أدبية تصنف التطبيقات، وبعضها تقارير مهنية تركز على الإنتاجية وحالات الاستخدام، وبعضها يتناول تطبيقاً محدداً مثل إدارة المخاطر أو الروبوتات. ويمنح هذا التنوع الدراسة الحالية أساساً لبناء نموذج متعدد الأبعاد، لكنه لا يغني عن القياس في سياق محدد.

وتتمثل الفجوة الرئيسة في محدودية التركيز المباشر، ضمن المصادر المتاحة في المسودة، على إدارة المشروعات العقارية في المملكة العربية السعودية بوصفها وحدة تحليل تجمع التقنية والعملية والنتيجة. كما لا يظهر في العرض السابق نموذج ميداني واحد يربط مستوى استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي بأبعاد التخطيط والموارد والمخاطر والقرار، ويقيس في الوقت نفسه المعوقات المؤسسية. لذلك تقدم الدراسة الحالية استبانة ونموذجاً إحصائياً يختبران هذه العلاقات لدى ممارسين مرتبطين بالمشروعات العقارية.

وتختلف الدراسة الحالية كذلك في حرصها على عدم مساواة التنبؤ بالملكية التقنية، وعلى قياس الاستخدام من خلال إجراءات محددة ومتكررة. كما تربط كل بعد من أبعاد الاستخدام بمؤشرات أداء قابلة للتقدير من أفراد العينة. ويساعد هذا التصميم في تفسير النتيجة؛ فإذا ظهر أثر محدود، يمكن البحث في ضعف الاستخدام أو جودة البيانات أو الحوكمة، بدل الوصول إلى حكم عام بأن الذكاء الاصطناعي فعال أو غير فعال في جميع الظروف.

جدول (1): خلاصة مقارنة الدراسات والمصادر السابقة

المصدر	التركيز والمنهج المتاح	أبرز ما يفيد الدراسة الحالية
Pan & Zhang (2021)	مراجعة نقدية لأدوار الذكاء الاصطناعي في هندسة وإدارة الإنشاءات	تصنيف التطبيقات وإبراز أهمية البيانات والتكامل والاتجاهات المستقبلية
Kumar et al. (2020)	مراجعة منهجية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الإنشاءات	دعم بناء أبعاد الاستخدام في الوقت والتكلفة والمخاطر والموارد
Alaloul et al. (2020)	مناقشة تحديات وفرص الثورة الصناعية الرابعة لأصحاب المصلحة	إدراج المهارات والتكلفة والتكامل والاستعداد المؤسسي ضمن المعوقات
Zhang et al. (2019)	تطبيق التعلم الآلي في إدارة مخاطر مشروعات الإنشاءات	تأسيس محور الكشف المبكر والتنبؤ بالمخاطر والتأخيرات
Deloitte (2019)	تقرير مهني عن استخدامات الذكاء الاصطناعي في الإنشاءات	ربط الأدوات بحالات استخدام في التخطيط والمخاطر والقرار
McKinsey & Company (2017)	تقرير عن رفع إنتاجية قطاع البناء والتحول الرقمي	توضيح دوافع تحسين الوقت والتكلفة والتنسيق
Oesterreich & Teuteberg (2016)	تحليل آثار الرقمنة والأتمتة في صناعة الإنشاءات	تفسير التنبؤ بوصفه تغييرًا في التقنية والعمليات والمهارات
Bock & Linner (2015)	كتاب عن التصميم والإدارة الموجهين للروبوتات والأتمتة	إبراز ارتباط الأثر بإعادة تصميم العمل والتنسيق والرقابة

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على المراجع الواردة في المسودة الأصلية.

9. المنطلقات النظرية للدراسة

9.1 مفهوم الذكاء الاصطناعي وخصائصه

يُقصد بالذكاء الاصطناعي في هذه الدراسة مجموعة الأساليب الحاسوبية التي تعالج البيانات وتتعرف إلى الأنماط وتنتج تصنيفًا أو توقعًا أو توصية تساعد المستخدم في أداء مهمة محددة. ويُستخدم المفهوم هنا بمعناه التطبيقي في إدارة المشروعات، لا باعتباره محاكاة كاملة للذكاء البشري. ويشمل ذلك نماذج التعلم الآلي والتحليلات التنبؤية ومعالجة اللغة والرؤية الحاسوبية وأنظمة دعم القرار. ويؤكد Pan and Zhang (2021) أن قيمة الأداة تُقاس بقدرتها على تحسين عملية واضحة، وبإمكان تفسير مخرجاتها واستخدامها ضمن مسؤولية إدارية محددة.

تتميز تطبيقات الذكاء الاصطناعي بقدرتها على التعامل مع بيانات أكثر تنوعًا وسرعة من التحليل اليدوي، وبإمكان تحديث التوقع عند ورود بيانات جديدة. ومع ذلك، لا تعني القدرة الحسابية دقة مطلقة؛ إذ قد تتأثر النتائج بنقص البيانات أو تحيزها أو اختلاف ظروف المشروع الجديد عن البيانات التي بُني عليها النموذج. لذلك يجب تقييم المخرجات ضمن حدودها، وتوثيق مصدر البيانات وطريقة التحقق، والإبقاء على رقابة بشرية خاصة في القرارات التي يترتب عليها أثر مالي أو تعاقدية أو سلامة تشغيلية.

9.2 الأدوات الملائمة لإدارة المشروعات العقارية

يُستخدم التعلم الآلي والتحليل التنبؤي لاكتشاف العلاقات داخل البيانات التاريخية والحالية للمشروعات، مثل العلاقة بين تقدم الأعمال واستهلاك الموارد واحتمال التأخير. ويمكن للنموذج أن يمنح مدير المشروع مؤشرًا مبكرًا يساعده على ترتيب المخاطر أو مراجعة الخطة. وبين Zhang et al. (2019) أن القيمة لا تتحقق بمجرد إصدار التوقع؛ بل عندما يكون المؤشر واضحًا، وتتوفر آلية للتحقق منه، ويُربط بإجراء محدد مثل إعادة توزيع الموارد أو مراجعة المورد أو تحديث البرنامج الزمني.

تساعد معالجة اللغة الطبيعية في التعامل مع النصوص التي تشكل جزءًا كبيرًا من معلومات المشروع، مثل محاضر الاجتماعات والمراسلات والتقارير والعقود وطلبات التغيير. ويمكن استخدامها في البحث والتصنيف واستخراج الموضوعات أو تلخيص المستندات، بما يقلل الوقت اللازم للوصول إلى المعلومة. إلا أن استخدامها في نصوص تعاقدية أو تنظيمية يحتاج إلى مراجعة بشرية، لأن المعنى قد يتغير باختلاف السياق، ولأن الاختصار غير الدقيق قد يهمل شرطًا أو استثناءً مؤثرًا.

أما الرؤية الحاسوبية فتتيح تحليل الصور ومقاطع الفيديو الواردة من الموقع بهدف دعم متابعة التقدم أو رصد حالات عدم المطابقة أو عناصر السلامة. ويمكن دمج هذه المخرجات مع بيانات الجدول والتكلفة لإعطاء صورة أكثر اكتمالًا عن التنفيذ. ويظل تطبيقها مرتبطًا بجودة الصورة، ومعايير التصنيف، وحدود الخصوصية، ومدى قدرة الفريق على التعامل مع التنبيهات. وتوضح مراجعتا Kumar et al. (2020) و Pan and Zhang (2021) أن التطبيقات البصرية جزء من منظومة أوسع لإدارة البيانات، وليست بديلًا عن الإشراف الهندسي الميداني.

تقوم أنظمة دعم القرار بجمع مؤشرات متعددة وعرضها بطريقة تساعد الإدارة على مقارنة البدائل. ففي قرار إعادة ترتيب الأنشطة، مثلاً، يمكن للنظام أن يوضح أثر البدائل على المدة والتكلفة والموارد والمخاطر. وتزداد فاعلية النظام عندما تكون قواعد القرار معلنة ويمكن تتبعها، وعندما يستطيع المستخدم تفسير سبب التوصية. أما إذا ظهرت التوصية من دون مصدر أو منطق واضح، فقد تنخفض الثقة أو يحدث اعتماد غير ناقد. ولذلك تُقاس جودة الدعم في هذه الدراسة من خلال السرعة والدقة والشفافية معًا.

9.3 مفهوم إدارة المشروعات العقارية

إدارة المشروعات العقارية هي عملية تخطيط وتنظيم وتوجيه ورقابة الموارد والأنشطة اللازمة لتطوير أصل عقاري ضمن نطاق وزمن وتكلفة وجودة محددة، وبما يراعي المتطلبات الفنية والمالية والتنظيمية واحتياجات أصحاب المصلحة. وتمتاز هذه المشروعات بارتباطها بالأرض والتصميم والتراخيص والتعاقد والتنفيذ والتشغيل، إضافة إلى تأثيرها بالسوق والتمويل. ويجعل هذا التشابك التنسيق وإدارة المعلومات عاملين جوهريين في نجاح المشروع.

تتطلب كفاءة الإدارة تحقيق توازن بين مؤشرات قد تتعارض مؤقتًا؛ فالتسريع قد يزيد التكلفة أو المخاطر، وخفض التكلفة قد يؤثر في الجودة، والتعديل المتأخر قد ينعكس على سلسلة واسعة من الأنشطة. لذلك يحتاج مدير المشروع إلى معلومات حديثة تساعد على فهم أثر القرار قبل اعتماده. ويقدم الذكاء الاصطناعي قدرة إضافية على تحليل السيناريوهات، لكنه لا يحدد وحده الأولويات؛ لأن الأهداف والعقود والقيود التنظيمية تظل من مسؤولية الإدارة وأصحاب الصلاحية.

9.4 تطبيقات الذكاء الاصطناعي عبر دورة حياة المشروع

في مرحلة الفكرة والجدوى، يمكن استخدام التحليلات في تنظيم البيانات المتاحة ومقارنة سيناريوهات التطوير وتحديد المتغيرات الأكثر تأثيرًا. ويجب التمييز بين دعم الدراسة واتخاذ قرار الاستثمار؛ إذ تظل صحة المدخلات والافتراضات المالية والسوقية ومسؤولية المختصين. وتتمثل القيمة في تقليل الوقت اللازم للمقارنة وتحسين الاتساق بين السيناريوهات، لا في تقديم ضمان لنجاح الاستثمار.

وفي مرحلة التخطيط والتصميم، يمكن للأدوات الذكية دعم تقدير المدد والموارد، والكشف عن التعارضات، ومراجعة اتساق متطلبات النطاق. كما يمكنها تحليل بيانات مشروعات سابقة لتحديد الأنشطة التي تتكرر فيها الانحرافات. ويساعد ذلك على بناء خطة أكثر وعيًا بالمخاطر، مع بقاء الحاجة إلى مراجعة الخبراء لأن اختلاف الموقع والعقد والتصميم قد يحد من صلاحية المقارنة التاريخية.

وفي التوريد والتنفيذ، يمكن للتحليل التنبؤي متابعة استهلاك المواد وأداء الموردين وتقديم الأنشطة، وإصدار تنبيهات عند ظهور نمط غير معتاد. كما يمكن للرؤية الحاسوبية أن تدعم التحقق من التقدم، ويمكن لمعالجة اللغة أن تساعد في تنظيم المراسلات وطلبات التغيير. وتتحقق الفاعلية عندما تتصل هذه الأدوات بمنظومة إدارة المشروع، وتكون بياناتها متزامنة، ويعرف كل طرف ما الذي يجب فعله بعد صدور التنبيه.

وفي مرحلة التسليم والتشغيل، يمكن للبيانات المتراكمة أن تدعم التحقق من اكتمال الوثائق، وتصنيف الملاحظات، وتوقع احتياجات الصيانة. ويعزز هذا الامتداد فكرة أن إدارة البيانات يجب أن تبدأ منذ بداية المشروع، لأن ضعف التوثيق في التنفيذ يحد من قيمة التحليل في التشغيل. كما يساعد ربط معلومات التصميم والتنفيذ والتشغيل على تقليل فقد المعرفة عند انتقال الأصل من فريق المشروع إلى فريق المرافق.

9.5 أبعاد الأثر في كفاءة إدارة المشروعات

يظهر أثر الذكاء الاصطناعي في بُعد الوقت من خلال تحسين تقدير المدد، ومراقبة التقدم، والكشف المبكر عن الأنشطة المهددة بالتأخير. ولا يعني ذلك إزالة التأخير بصورة آلية؛ بل رفع قدرة الإدارة على اكتشافه والاستجابة له. ويُقاس الأثر من خلال دقة الجدولة، وسرعة تحديث الخطة، ووضوح مؤشرات الانحراف، وقدرة الفريق على اتخاذ إجراء تصحيحي في وقت مناسب.

أما بُعد التكلفة والموارد فيرتبط بتحسين التقدير، ومقارنة البدائل، ومتابعة الاستهلاك، وتحديد مواطن الهدر أو الضغط على الموارد. ويمكن للأداة أن تقترح توزيعًا أكثر اتزانًا، لكن القرار يتأثر بالتعاقد وتوافر الموردين ومهارات الفريق. لذلك تقيس الدراسة ما إذا كانت الأدوات تساعد فعليًا في ضبط التكلفة وتخصيص الموارد، لا ما إذا كانت المؤسسات تتوقع منها ذلك فقط.

وفي بُعد الجودة والمخاطر، يتيح التحليل دمج مؤشرات متعددة للكشف عن حالات تحتاج إلى مراجعة. وقد يساعد في تحديد احتمال عدم المطابقة أو السلامة أو التأخير، وفي ترتيب المخاطر بحسب الأولوية. وتظل القيمة مرتبطة بجودة آلية الإبلاغ والاستجابة؛ فالتنبه الذي لا يصل إلى المسؤول أو لا يتبعه إجراء لا يحقق أثرًا إداريًا. ولهذا تشمل بنود القياس الكشف المبكر وسرعة المتابعة وفاعلية الإجراء.

ويرتبط بُعد القرار والشفافية بقدرة النظام على تقديم معلومات موحدة وفي الوقت المناسب، مع إمكان تتبع مصدر المؤشر والافتراضات التي بني عليها. ويمكن أن يقلل ذلك الاعتماد على تقارير متعارضة أو اجتهادات غير موثقة، وأن يرفع سرعة المقارنة بين البدائل. ومع ذلك، يجب ألا تتحول السرعة إلى اعتماد آلي؛ بل ينبغي أن تقتزن بمراجعة مهنية وتوثيق المسؤولية عن القرار.

ويمتد الأثر إلى الاستدامة عندما تُستخدم البيانات في مراقبة استهلاك الموارد والطاقة وتقليل الهدر وتحسين قرارات التصميم والتشغيل. غير أن إدراج الاستدامة في القرار يتطلب مؤشرات محددة وأهدافًا معتمدة، لأن الأداة لا تختار تلقائيًا ما يعد أكثر استدامة. وتتعامل الدراسة الحالية مع الاستدامة بوصفها أثرًا داعمًا ضمن جودة الإدارة، بينما تركز الاختبارات الأساسية على الوقت والتكلفة والجودة والمخاطر والقرار.

9.6 متطلبات التنبؤ والتحديات

تعد جودة البيانات وتكاملها أول متطلبات التنبؤ. فإذا كانت التعريفات مختلفة بين الإدارات، أو كانت البيانات متأخرة أو ناقصة، فسوف تعكس النماذج هذا القصور في مخرجاتها. ويتطلب التحسين وضع قاموس بيانات، وتحديد مصدر كل مؤشر، ومسؤولية التحديث والتحقق، وآلية معالجة القيم المفقودة أو المتعارضة. كما تحتاج الأنظمة إلى تكامل يقلل الإدخال المكرر ويضمن أن القرار يستند إلى نسخة متسقة من المعلومات.

ويمثل رأس المال البشري متطلبًا موازيًا للتقنية. فالمستخدم يحتاج إلى فهم ما تستطيع الأداة فعله وما لا تستطيع، وكيف يفسر درجة الثقة أو الاحتمال، ومتى يطلب مراجعة مختص. كما يحتاج فريق البيانات إلى فهم عمليات المشروع حتى يبنى مخرجًا قابلاً للاستخدام. وتقلل برامج التدريب وإدارة التغيير من المقاومة، لكنها تكون أكثر فاعلية عندما ترتبط بحالة استخدام واقعية ومؤشر أداء ومسؤولية واضحة.

وتشكل التكلفة وتحديد العائد تحديًا مهمًا؛ إذ تشمل تكلفة التنبؤ إعداد البيانات والتكامل والتراخيص والتدريب والصيانة، لا ثمن الأداة وحده. ولهذا يُفضل أن يبدأ التطبيق بحالة استخدام محددة يمكن قياس أثرها، ثم يتوسع بعد التحقق من القيمة. وقد يؤدي التوسع السريع في أدوات متفرقة إلى زيادة التعقيد وصعوبة الحوكمة، بينما يسمح التطبيق المرحلي بالتعلم وضبط المخاطر وتوحيد المعايير.

وترتبط الحوكمة بتحديد من يملك البيانات، ومن يراجع النموذج، ومن يعتمد القرار، وكيف توثق الأخطاء والتعديلات. كما تشمل حماية الخصوصية وأمن المعلومات وضبط الصلاحيات والاحتفاظ بالسجلات. ويجب أن تكون الرقابة متناسبة مع حساسية الاستخدام؛ فالتلخيص الإداري لا يساوي قرارًا تعاقديًا أو ماليًا أو قرارًا يمس السلامة. ويتيح هذا التدرج استخدامًا عمليًا من دون إغفال المسألة.

أما التحدي التنظيمي الأوسع فيتمثل في توافق التقنية مع الإجراءات الحالية. فقد يظل الموظفون مطالبين بإدخال البيانات في أكثر من نظام، أو قد لا تُقبل المخرجات في دورة الاعتماد الرسمية، فيفقد الاستخدام استمراريته. لذلك ينبغي إعادة تصميم الإجراءات وتحديد نقطة دخول المخرج الذكي في سير العمل، وكيفية مراجعته وتصعيد الاستثناءات. وتؤكد دراستا (Oesterreich and Teuteberg (2016 و (Alaloul et al. (2020 أن دمج التقنية في العملية شرط لتحقيق الفائدة المستدامة.

9.7 الإطار التفسيري للدراسة

تفسر الدراسة الأثر من خلال منطق القدرة التنظيمية المدعومة بالبيانات: توفر المؤسسة بيانات جيدة، وتستخدم أدوات مناسبة لتحويلها إلى معرفة، ثم تدمج المعرفة في قرار وعملية متابعة. وبذلك لا يكون الذكاء الاصطناعي بديلًا لإدارة المشروع، بل قدرة تزيد فاعلية التخطيط والرقابة إذا توافرت الشروط المساندة. ويمكن لهذا الإطار تفسير نتائج متباينة؛ فقد يكون مستوى استخدام الأداة مرتفعًا بينما يظل الأثر محدودًا بسبب ضعف التكامل أو عدم ثقة المستخدمين أو غياب الصلاحية لاتخاذ الإجراء.

كما يسمح الإطار بفهم المعوقات بوصفها عوامل تقلل انتقال الأثر بين حلقات السلسلة. فضعف البيانات يؤثر في جودة التوقع، ونقص المهارات يؤثر في التفسير، وغياب الحوكمة يؤثر في الاعتماد والمساءلة، ومقاومة التغيير تؤثر في الاستمرارية. وتساعد نتائج الاستبانة، عند تطبيقها، في تحديد الحلقة التي تحتاج إلى تدخل، بدل الاقتصار على قياس موقف عام مؤيد أو معارض للذكاء الاصطناعي.

10. منهجية الدراسة وطرق البحث

10.1 منهج الدراسة وتصميمها

تعتمد الدراسة المنهج الوصفي التحليلي؛ إذ يصف الجزء الوصفي مستوى استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي وتقدير أثرها ومعوقاتها لدى أفراد العينة، بينما يختبر الجزء التحليلي العلاقات بين متغيرات الدراسة والفروق المرتبطة بالخصائص الوظيفية والتنظيمية. ويُقترح تصميم مقطعي تُجمع فيه البيانات خلال فترة زمنية محددة باستخدام استبانة إلكترونية أو ورقية موحدة. ويعد هذا التصميم مناسباً لقياس الاتجاهات والعلاقات في مرحلة الدراسة، مع الإقرار بأنه لا يثبت السببية الزمنية بذات قوة التصميمات الطولية أو التجريبية.

تجمع الدراسة بين بيانات أولية وبيانات ثانوية. تتمثل البيانات الأولية في استجابات الممارسين على الاستبانة، بينما تتمثل البيانات الثانوية في الأدبيات والمراجع الواردة في المسودة وما توفره المؤسسات المشاركة من معلومات وصفية غير سرية عند التطبيق. ولا تُستخدم بيانات فعلية للمشروعات ما لم تتوفر موافقة واضحة وآلية لإخفاء الهوية؛ وبذلك يبقى نطاق المقترح الحالي قائماً على آراء الممارسين بوصفها وحدة القياس الرئيسة.

10.2 مجتمع الدراسة

يتكون مجتمع الدراسة من العاملين ذوي الصلة المباشرة بإدارة المشروعات العقارية في الشركات العقارية وشركات التطوير والمقاولات والجهات ذات العلاقة داخل المملكة العربية السعودية. ويشمل ذلك مديري المشروعات، وأعضاء مكاتب إدارة المشروعات، ومديري التخطيط والتكلفة والمخاطر، والمتخصصين في تقنية المعلومات والتحول الرقمي المرتبطين بالمشروعات، ومسؤولي التطوير الذين يملكون معرفة فعلية بالإجراءات والأنظمة المستخدمة.

تُحدد شروط المشاركة بأن يكون المجيب قد عمل في مشروع عقاري أو في وظيفة تدعم إدارة مشروع عقاري، وأن يمتلك خبرة كافية لفهم بنود الاستبانة، وأن يوافق على المشاركة الطوعية. وتُستبعد الاستجابات التي لا تستوفي هذه الشروط أو التي يظهر فيها نقص جوهري أو نمط إجابة غير صالح. ويساعد هذا التحديد في رفع صلة البيانات بموضوع الدراسة وتقليل الإجابات المبنية على معرفة عامة غير مرتبطة بالممارسة.

10.3 عينة الدراسة وأسلوب اختيارها

تقترح الدراسة عينة قصدية موزعة بقدر الإمكان على الفئات الوظيفية الرئيسة وأحجام المؤسسات المختلفة، لأن الوصول إلى إطار شامل بأسماء جميع أفراد المجتمع قد لا يكون متاحاً. وتستهدف الخطة المبدئية الحصول على ما لا يقل عن 150 استجابة صالحة للتحليل، مع زيادة التوزيع لتعويض عدم الاستجابة أو الاستجابات غير المكتملة. ويثبت العدد النهائي وطريقة التوزيع الفعلية في النسخة الميدانية بعد حصر الجهات المشاركة، ولا يُعامل العدد المستهدف على أنه بيانات منجزة.

ولتقليل تحيز العينة، يراعى توزيع الاستبانة عبر أكثر من جهة وقناة، وعدم حصرها في مؤسسة واحدة أو وظيفة واحدة. كما تُسجل خصائص المجيبين، مثل الدور الوظيفي وسنوات الخبرة وحجم المؤسسة ونوع المشروعات، من أجل وصف العينة واختبار الفروق. ولا يُطلب اسم المشارك أو معلومات تعريفية غير لازمة، ويُستخدم فحص أولي للتأكد من استيفاء شرط الارتباط بالمشروعات العقارية.

10.4 متغيرات الدراسة وقياسها

المتغير المستقل هو مستوى استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشروعات العقارية. ويُقاس من خلال تكرار الاستخدام واندماجه في التخطيط والجدولة، وإدارة الموارد والتكلفة، ورصد المخاطر والمتابعة، ودعم القرار. ولا يكفي أن يذكر المجيب أن المؤسسة تستخدم الذكاء الاصطناعي؛ بل تتضمن البنود ممارسات محددة مثل استخدام التحليلات للتوقع، وتحديث الخطة بناءً على مؤشرات، وربط المخرجات بإجراءات العمل.

المتغير التابع هو كفاءة إدارة المشروعات العقارية، ويُقاس من خلال تقديرات المشاركين للتحسن في دقة التخطيط، وسرعة اكتشاف الانحراف، وكفاءة تخصيص الموارد، وضبط التكلفة، وتحسين الجودة والمتابعة، وسرعة القرار وشفافيته. أما محور المعوقات فيقيس جودة البيانات، والتكامل، والمهارات، والتكلفة، ومقاومة التغيير، والأمن والخصوصية، ووضوح الحوكمة. وتستخدم الخصائص الوظيفية والتنظيمية متغيرات وصفية أو ضابطة عند الحاجة.

10.5 أداة جمع البيانات

تعتمد الدراسة الاستبانة بوصفها الأداة الرئيسة، لأنها تتيح جمع بيانات موحدة من عدد من الممارسين وقياس المتغيرات بصورة قابلة للتحليل الإحصائي. وتتكون الأداة من قسم للبيانات العامة، ومحاور لمستوى الاستخدام، وأثر الاستخدام في التخطيط والموارد والمخاطر والقرار، ومحور للتحديات ومتطلبات التبنى، إضافة إلى سؤال مفتوح يتيح للمشارك ذكر أثر أو تحدٍ لم تغطه البنود المغلقة. وتستخدم البنود مقياس ليكرت الخماسي من (1) لا أوافق بشدة إلى (5) أوافق بشدة.

صيغت البنود بلغة مباشرة ومحددة، وتجنب قدر الإمكان الجمع بين فكرتين في بند واحد أو استخدام مصطلحات تقنية غير مشروحة. كما رُبط كل محور بهدف وسؤال وفرض أو جانب تفسيري في النموذج. وتخضع الصيغة الأولية لمراجعة أكاديمية ومهنية للتأكد من سلامة المحتوى ووضوح اللغة، ثم تُجرب على عينة استطلاعية محدودة قبل التوزيع النهائي لتحديد البنود الغامضة ووقت الإجابة.

10.6 صدق الأداة وثباتها

يُتحقق من الصدق الظاهري وصدق المحتوى بعرض الاستبانة على محكمين لديهم خبرة في مناهج البحث وإدارة المشروعات والتحول الرقمي. ويُطلب منهم تقييم صلة كل بند بالمحور، ووضوح الصياغة، وكفاية التغطية، وعدم التكرار. وتوثق التعديلات الناتجة عن التحكيم قبل اعتماد النسخة النهائية. ويمكن فحص الاتساق البنائي من خلال معاملات الارتباط بين البنود ومحاورها بعد توافر حجم بيانات مناسب.

ويُقاس الثبات باستخدام معامل كرونباخ ألفا لكل محور وللأداة عند التطبيق. ولا يثبت المقترح قيمة مفترضة للثبات؛ لأن القيمة تُحسب من البيانات الفعلية. وإذا ظهر بند يضعف اتساق المحور، تُراجع دلالاته النظرية وصياغته قبل اتخاذ قرار الحذف، حتى لا يتحول التحسين الإحصائي إلى إضعاف لتغطية المفهوم. كما تُفحص البيانات المفقودة وأنماط الإجابة قبل إجراء الاختبارات.

10.7 أساليب تحليل البيانات

تُحلل البيانات باستخدام برنامج SPSS بعد ترميز المتغيرات ومراجعة الإدخال. تبدأ الخطة بالإحصاءات الوصفية، بما في ذلك التكرارات والنسب للخصائص العامة، والمتوسطات والانحرافات المعيارية وترتيب البنود للمحاور. ثم يُفحص الثبات والارتباط بين المتغيرات، وتُراجع افتراضات التحليل مثل القيم المتطرفة والتوزيع والتعدد الخطي قبل بناء نماذج الانحدار.

يُستخدم معامل ارتباط بيرسون، متى تحققت افتراضاته، لاستكشاف اتجاه العلاقة وقوتها، ويُستخدم الانحدار المتعدد لاختبار أثر أبعاد استخدام الذكاء الاصطناعي في كفاءة إدارة المشروعات. كما يمكن استخدام اختبار (t) أو تحليل التباين لاختبار الفروق بين مجموعات الخصائص الوظيفية والتنظيمية، مع استخدام البدائل اللامعلمية إذا لم تتحقق الافتراضات. ويعتمد القرار الإحصائي على مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$)، مع تفسير حجم الأثر والقدرة التفسيرية إلى جانب الدلالة الإحصائية.

لا يقتصر التفسير على قبول الفرض أو رفضه؛ بل يربط النتيجة بالإطار النظري وتركيب العينة وحدود الأداة. فإذا ظهر أثر مرتفع لأحد الأبعاد، تُراجع البنود التي شكلت هذا البعد ويُقارن بالأدبيات. وإذا ظهر أثر ضعيف، تُفحص المعوقات وجودة الاستخدام قبل الوصول إلى استنتاج عام. كما تُلخص إجابات السؤال المفتوح موضوعيًا لدعم التفسير من دون معاملتها بديلًا عن التحليل الكمي.

10.8 الاعتبارات الأخلاقية

تقوم المشاركة على الموافقة الطوعية، ويُوضح للمجيب هدف الدراسة وطبيعة الاستخدام العلمي للبيانات وحقه في عدم الإجابة أو الانسحاب قبل الإرسال. ولا تُجمع أسماء المشاركين، ويُعرض النتائج في صورة مجمعة لا تسمح بتحديد الفرد أو المؤسسة. كما تُحفظ البيانات في نطاق وصول محدود، ولا تُستخدم لأغراض تقييم الموظفين أو مقارنة جهات بعينها من دون موافقة صريحة.

ويلتزم الباحث بتوثيق المصادر المستخدمة، وعدم اختلاق نتائج أو نسب، والفصل بين ما تقوله الأدبيات وما تظهره البيانات الميدانية لاحقًا. كما تُراجع أي استخدامات لأدوات الذكاء الاصطناعي في التحليل أو التحرير بما يحافظ على سرية البيانات ومسؤولية الباحث عن المخرجات. وتُذكر حدود المنهج بوضوح حتى لا تُعمم النتائج خارج المجتمع والتصميم اللذين جُمعت في إطارهما.

جدول (2): التعريفات الإجرائية ومحاور القياس

المحور	التعريف الإجرائي	المؤشرات	أرقام البنود
مستوى الاستخدام	مدى توظيف الأدوات الذكية بانتظام ودمجها في إجراءات المشروع	التوافر، التكرار، التكامل، استخدام التوقعات	5-1
التخطيط والجدولة	أثر الاستخدام في دقة الخطة وتحديثها ومتابعة التقدم	تقدير المدد، السيناريوهات، مؤشرات الانحراف	6-10
الموارد والتكلفة	أثر الاستخدام في التخصيص والمتابعة وضبط التكلفة	التنبؤ بالاحتياج، مراقبة الاستهلاك، مقارنة البدائل	11-15
المخاطر والجودة والمتابعة	أثر الاستخدام في الكشف المبكر والاستجابة وتحسين المتابعة	الإنذار المبكر، ترتيب المخاطر، عدم المطابقة، التأخير	16-20
القرار والشفافية	أثر الاستخدام في سرعة القرار ودقته وقابليته للتتبع	توحيد المعلومات، مقارنة البدائل، التفسير، التوثيق	21-25

أرقا م البنود	المؤشرات	التعريف الإجرائي	المحو ر
26- 32	البيانات، المهارات، التكلفة، التغيير، الأمن والحوكمة	العوامل التي تحد من الاستخدام الفعال أو استدامته	التحديات والمطلوبات

جدول (3): مصفوفة انساق الأهداف والتساؤلات والفروض والتحليل

التحليل المقترح	المتغير/المحور	السؤال المرتبط	الهدف
المتوسطات والانحرافات والترتيب	مستوى الاستخدام	السؤال 1	قياس مستوى الاستخدام
الارتباط والانحدار	التخطيط والجدولة	السؤال 2 / H0-1	تحليل أثر التخطيط
الارتباط والانحدار	الموارد والتكلفة	السؤال 3 / H0-2	تحليل أثر الموارد والتكلفة
الارتباط والانحدار	المخاطر والجودة والمتابعة	السؤال 4 / H0-3	تحليل أثر المخاطر والمتابعة
الارتباط والانحدار	القرار والشفافية	السؤال 5 / H0-4	تحليل أثر دعم القرار
الوصف والترتيب والتحليل الموضوعي	التحديات والمطلوبات	السؤال 6	تحديد المعوقات
اختبار t أو ANOVA والبدائل الملائمة	الخصائص الوظيفية والتنظيمية	السؤال 7 / H0-5	اختبار الفروق

11. حدود الدراسة

11.1 الحدود الموضوعية

تقتصر الدراسة على أثر استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشروعات العقارية، من خلال التخطيط والجدولة، والموارد والتكلفة، والمخاطر والمتابعة، ودعم القرار. ولا تهدف إلى تقييم أداء خوارزمية أو منتج تقني بعينه، ولا إلى دراسة التسويق العقاري أو التقييم الاستثماري إلا بقدر اتصالهما المباشر بإدارة المشروع.

11.2 الحدود المكانية والبشرية

تطبق الدراسة في المملكة العربية السعودية على ممارسين يعملون في شركات عقارية أو تطويرية أو مقاولات أو جهات ذات صلة بالمشروعات العقارية. وتقتصر وحدة التحليل على من لديهم معرفة مباشرة بعمليات إدارة المشروع أو الأنظمة الداعمة لها، ولذلك لا تمثل النتائج آراء جميع العاملين في القطاع العقاري أو الجمهور العام.

11.3 الحدود الزمنية

يُخطط لجمع البيانات الميدانية خلال العام الدراسي 2026، وتصف النتائج واقع الاستخدام في فترة الجمع. أما الإطار النظري فيعتمد على المراجع المتاحة في المسودة الأصلية بحسب تواريخ نشرها. وبسبب سرعة تطور الأدوات، ينبغي تفسير النتائج بوصفها صورة زمنية قابلة للتغير مع تطور التقنية والسياسات وممارسات المؤسسات.

11.4 الحدود المنهجية

يعتمد التصميم على استبانة مقطعية وتقديرات ذاتية للمشاركين، ما قد يعرض البيانات لتحيز الإدراك أو الرغبة في إظهار المؤسسة بصورة إيجابية. وتساعد سرية المشاركة وصياغة البنود السلوكية وتنوع الجهات في الحد من ذلك، لكنها لا تلغيه. كما لا يسمح التصميم المقطعي بإثبات السببية الزمنية بصورة قاطعة، ويُقترح في دراسات لاحقة دمج مؤشرات فعلية للمشروعات أو تصميم طولي متى توافرت البيانات والموافقات.

12. النتائج المتوقعة والإسهام المحتمل

لا تتضمن هذه النسخة نتائج ميدانية؛ لأن جمع البيانات وتحليلها لم يُنفذ بعد. ومن المتوقع، بوصف ذلك توقعًا بحثيًا لا نتيجة، أن تكشف الدراسة عن تفاوت في مستوى الاستخدام بين الشركات والأدوار، وأن توضح أي أبعاد الاستخدام أكثر ارتباطًا بكفاءة إدارة المشروعات. كما قد تحدد المعوقات التي تفسر الفجوة بين توافر الأداة وتحقيق الأثر، مثل جودة البيانات أو المهارات أو تكامل الأنظمة أو الحوكمة.

ويتمثل الإسهام المحتمل في تقديم خريطة أولويات قابلة للبناء على النتائج الفعلية: حالات استخدام ذات أثر أعلى، ومتطلبات تنظيمية وتدريبية، وضوابط للبيانات والمراجعة البشرية. ولا تُصاغ التوصيات النهائية قبل التحليل، حتى تظل متناسبة مع حجم العينة ونتائج الاختبارات وحدود الدراسة. وبهذا يحافظ البحث على الفصل بين الإطار المقترح والاستنتاج الميداني.

13. خاتمة المقترح

يقدم هذا المقترح معالجة أكاديمية مترابطة لموضوع استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشروعات العقارية في المملكة العربية السعودية. فقد حدد المشكلة في الحاجة إلى قياس الاستخدام الفعلي وربطه بمؤشرات الكفاءة، وفصل بين الأهمية العلمية والتطبيقية، وربط الأهداف والتساؤلات والفروض بالمتغيرات وأداة القياس وخطة التحليل. كما عرض الأدبيات المتاحة بطريقة موضوعية، وحدد الفجوة التي تبرر الدراسة، وشرح متطلبات التنبؤ إلى جانب منافعه المحتملة.

وتبقى قيمة الدراسة النهائية معتمدة على جودة التنفيذ الميداني: تنوع العينة، وصدق الاستبانة وثباتها، وسلامة التحليل، وشفافية عرض الحدود. ومن خلال الالتزام بهذه المتطلبات، يمكن للبحث أن يقدم فهمًا أكثر واقعية لكيفية تحويل القدرات التقنية إلى كفاءة إدارية، وأن يدعم قرارات التحول الرقمي في القطاع العقاري على أساس الأدلة بدل الانطباعات العامة.

المراجع

رُتبت المراجع هجائيًا وفق اسم المؤلف الأول، وصيغت بالاعتماد على بيانات النشر المتاحة في المسودة الأصلية.

- Alaloul, W. S., Liew, M. S., Zawawi, N. A. W. A., & Kennedy, I. B. (2020). Industrial Revolution 4.0 in the construction industry: Challenges and opportunities for stakeholders. *Ain Shams Engineering Journal*, 11(1), 225–230. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.010>
- Bock, T., & Linner, T. (2015). *Robot-oriented design: Design and management tools for the deployment of automation and robotics in construction*. Cambridge University Press.
- Deloitte. (2019). *AI in construction: The future of project management*. Deloitte Insights.
- Kumar, R., Singh, R. K., & Dwivedi, Y. K. (2020). Application of artificial intelligence in construction management: A systematic review. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(8), 2061–2083. <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2019-0679>
- McKinsey & Company. (2017). *Reinventing construction: A route to higher productivity*. McKinsey Global Institute.
- Oesterreich, T. D., & Teuteberg, F. (2016). Understanding the implications of digitization and automation in construction industry. *Computers in Industry*, 83, 121–139. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.006>
- Pan, Y., & Zhang, L. (2021). Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trends. *Automation in Construction*, 122, 103517. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103517>
- Zhang, J., Wu, P., Wang, J., & Skibniewski, M. J. (2019). Application of machine learning in construction project risk management. *Automation in Construction*, 107, 102941. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102941>

الملحق (أ): أداة الدراسة المقترحة

خطاب المشاركة

عزيزي المشارك/عزيزتي المشاركة، تهدف هذه الاستبانة إلى قياس أثر استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في كفاءة إدارة المشروعات العقارية في المملكة العربية السعودية. المشاركة طوعية، ولا يُطلب اسمك، وتستخدم الإجابات لأغراض البحث العلمي في صورة مجمعة. يرجى الإجابة وفق واقع الممارسة في الجهة أو المشروعات التي تعرفها مباشرة، وليس وفق التوقع العام عن التقنية.

مقياس الإجابة للبند المغلقة: 1 = لا أوافق بشدة، 2 = لا أوافق، 3 = محايد، 4 = أوافق، 5 = أوافق بشدة.

القسم الأول: البيانات العامة

- الدور الوظيفي: مدير مشروع / عضو مكتب إدارة مشروعات / تخطيط أو تكلفة أو مخاطر / تقنية معلومات أو تحول رقمي / تطوير عقاري / أخرى.
- سنوات الخبرة: أقل من 5 / من 5 إلى أقل من 10 / من 10 إلى أقل من 15 / 15 سنة فأكثر.
- حجم المؤسسة: صغيرة / متوسطة / كبيرة / غير معلوم.
- نوع الجهة: تطوير عقاري / شركة عقارية / مقاولات / جهة حكومية أو شبه حكومية / استشارات / أخرى.
- مدى ارتباط عمل المشارك بإدارة المشروعات العقارية: مباشر / داعم مباشر / غير مباشر. تُستبعد الإجابة غير المباشرة.

القسم الثاني: مستوى استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي

م	العبارة	1	2	3	4	5
1	تستخدم الجهة أدوات تحليل ذكية بصورة منتظمة في إدارة المشروعات العقارية.	☐	☐	☐	☐	☐
2	تُستخدم البيانات التاريخية والحالية لبناء توقعات مرتبطة بأداء المشروع.	☐	☐	☐	☐	☐
3	تُدمج مخرجات الأدوات الذكية في التقارير والاجتماعات وقرارات المتابعة.	☐	☐	☐	☐	☐
4	تتصل الأدوات المستخدمة، بدرجة مناسبة، بأنظمة الجدولة والتكلفة أو إدارة الوثائق.	☐	☐	☐	☐	☐
5	يفهم المستخدمون حدود المخرجات الذكية وكيفية التحقق منها قبل الاعتماد.	☐	☐	☐	☐	☐

القسم الثالث: أثر الاستخدام في التخطيط والجدولة

م	العبارة	1	2	3	4	5
6	تساعد الأدوات الذكية في تحسين دقة تقدير مدد الأنشطة.	☐	☐	☐	☐	☐
7	تدعم مقارنة السيناريوهات قبل اعتماد الخطة أو تحديثها.	☐	☐	☐	☐	☐

م	العبارة	1	2	3	4	5
8	تسهم في اكتشاف انحرافات الجدول الزمني في وقت مبكر.	☐	☐	☐	☐	☐
9	تسرع تحديث الخطة عند تغير نطاق العمل أو الموارد.	☐	☐	☐	☐	☐
10	تحسن وضوح العلاقة بين تقدم الأعمال والأنشطة الحرجة.	☐	☐	☐	☐	☐

القسم الرابع: أثر الاستخدام في الموارد والتكلفة

م	العبارة	1	2	3	4	5
11	تساعد الأدوات الذكية في التنبؤ بالاحتياجات من الموارد والمواد.	☐	☐	☐	☐	☐
12	تحسن كفاءة توزيع الموارد بين الأنشطة المتزامنة.	☐	☐	☐	☐	☐
13	تسهم في رصد الانحرافات في التكلفة بصورة أسرع.	☐	☐	☐	☐	☐
14	تدعم مقارنة البدائل وفق أثرها في التكلفة والوقت.	☐	☐	☐	☐	☐
15	تساعد في تقليل الإدخال المكرر والهدر المرتبط بضعف المعلومات.	☐	☐	☐	☐	☐

القسم الخامس: أثر الاستخدام في المخاطر والجودة والمتابعة

م	العبارة	1	2	3	4	5
16	تسهم الأدوات الذكية في اكتشاف مؤشرات الخطر قبل تفاقمها.	☐	☐	☐	☐	☐
17	تساعد في ترتيب المخاطر بحسب احتمالها وأثرها.	☐	☐	☐	☐	☐
18	تحسن سرعة متابعة حالات عدم المطابقة أو التأخير.	☐	☐	☐	☐	☐
19	تدعم التحقق من تقدم الأعمال ومقارنته بالخطة.	☐	☐	☐	☐	☐
20	تسهم في توجيه الإجراءات التصحيحية إلى الأولويات الأكثر تأثيرًا.	☐	☐	☐	☐	☐

القسم السادس: أثر الاستخدام في القرار والشفافية

م	العبارة	1	2	3	4	5
2 1	توفر الأدوات الذكية معلومات أكثر سرعة لدعم القرار.	☐	☐	☐	☐	☐
2 2	تحسن اتساق المعلومات المقدمة إلى أصحاب الصلاحية.	☐	☐	☐	☐	☐
2 3	تساعد في مقارنة بدائل القرار على أساس معايير واضحة.	☐	☐	☐	☐	☐
2 4	تزيد قابلية تتبع مصدر المؤشر أو التوصية المستخدمة في القرار.	☐	☐	☐	☐	☐
2 5	تحسن جودة القرار عند اقتران المخرجات بالمراجعة المهنية.	☐	☐	☐	☐	☐

القسم السابع: التحديات ومتطلبات التبنى

م	العبارة	1	2	3	4	5
2 6	ضعف جودة البيانات أو اكتمالها يحد من فاعلية الأدوات الذكية.	☐	☐	☐	☐	☐
2 7	ضعف التكامل بين الأنظمة يؤدي إلى ازدواجية أو تضارب المعلومات.	☐	☐	☐	☐	☐
2 8	نقص الكفاءات القادرة على تفسير المخرجات يمثل عائقًا للتبنى.	☐	☐	☐	☐	☐
2 9	ارتفاع تكلفة الإعداد والتكامل والتدريب يبطئ التوسع في الاستخدام.	☐	☐	☐	☐	☐
3 0	مقاومة التغيير أو عدم وضوح الأدوار يقللان استمرارية الاستخدام.	☐	☐	☐	☐	☐
3 1	مخاوف أمن المعلومات والخصوصية تحد من مشاركة البيانات.	☐	☐	☐	☐	☐
3 2	عدم وضوح الحوكمة ومسؤولية اعتماد القرار يضعف الثقة في المخرجات.	☐	☐	☐	☐	☐

سؤال مفتوح

ما أبرز أثر أو تحدٍ لاحظته عند استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في إدارة مشروع عقاري؟

.....

...

.....
...
.....
...
.....
...

الملحق (ب): خريطة الربط المنهجي

يوضح هذا الملحق المسار الذي ينتقل من مشكلة الدراسة إلى أهدافها وتساؤلاتها وفروضها ومحاور القياس والتحليل. ويُستخدم في المراجعة النهائية للتحقق من أن كل عنصر في الأداة يؤدي غرضًا بحثيًا محددًا، وأن النتائج الميدانية يمكن ربطها مباشرة بالسؤال أو الفرض الذي اختبرته.

جدول (4): خريطة الربط المنهجي الكاملة

الهدف	السؤال المرتبط	المتغير/المحور	التحليل المقترح
قياس مستوى الاستخدام	السؤال 1	مستوى الاستخدام	المتوسطات والانحرافات والترتيب
تحليل أثر التخطيط	السؤال 2 / H0-1	التخطيط والجدولة	الارتباط والانحدار
تحليل أثر الموارد والتكلفة	السؤال 3 / H0-2	الموارد والتكلفة	الارتباط والانحدار
تحليل أثر المخاطر والمتابعة	السؤال 4 / H0-3	المخاطر والجودة والمتابعة	الارتباط والانحدار
تحليل أثر دعم القرار	السؤال 5 / H0-4	القرار والشفافية	الارتباط والانحدار
تحديد المعوقات	السؤال 6	التحديات والمتطلبات	الوصف والترتيب والتحليل الموضوعي
اختبار الفروق	السؤال 7 / H0-5	الخصائص الوظيفية والتنظيمية	اختبار t أو ANOVA والبدائل الملائمة

عند التطبيق، يُضاف إلى هذه الخريطة رقم الجدول أو الشكل الذي يعرض نتيجة كل اختبار، ثم تُراجع التوصيات للتأكد من استنادها إلى نتيجة فعلية. ولا تُملأ خانة النتائج أو التوصيات في مرحلة المقترح، حفاظًا على الفصل بين التصميم المنهجي والتنفيذ الميداني.