

أثر تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين أداء المشاريع في المصانع السعودية العاملة بنظام
التصنيع حسب الطلب في المملكة العربية السعودية

إعداد الطالب/

محسن فاروق آل محسن

إشراف/

د.فايز جراد

العام الدراسي:

2026

فهرس المحتويات

3	مقدمة.....
4	مشكلة الدراسة.....
7	أهداف الدراسة.....
8	تساؤلات الدراسة.....
8	فروض الدراسة.....
9	الدراسات السابقة.....
11	الفجوة البحثية
12	المنطلقات النظرية للدراسة
14	المنهجية وطرق البحث
15	مجتمع وعينة الدراسة.....
16	أدوات الدراسة
17	أساليب التحليل الإحصائي.....
18	حدود الدراسة.....
19	المراجع

مقدمة

يشهد العالم تسارعاً غير مسبوق في تبني تقنيات الثورة الصناعية الرابعة، ويبرز الذكاء الاصطناعي (AI) كمحرك رئيسي للتحول الرقمي في جميع القطاعات، ولا سيما القطاع الصناعي. يُحدث الذكاء الاصطناعي نقلة نوعية في إعادة هندسة العمليات الإنتاجية وإدارة المشاريع من خلال قدراته على التحليل التنبؤي وأتمتة القرارات المعقدة. تأتي هذه الدراسة في سياق طموحات رؤية المملكة العربية السعودية 2030، التي تولي التحول الرقمي وتطوير القطاع الصناعي أولوية قصوى، ويتجلى ذلك في برنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية، ويعكس إعلان الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (سدايا) تسمية عام 2026 بـ"عام الذكاء الاصطناعي" إرادة سياسية راسخة لتعزيز مكانة المملكة في مصاف الدول الرائدة في هذا المجال، ودفع عجلة الاقتصاد الرقمي نحو آفاق جديدة.

يركز هذا البحث على قطاع حيوي ودقيق هو المصانع العاملة بنظام التصنيع حسب الطلب (ETO). تتميز هذه المصانع، التي تنتج منتجات فريدة بناءً على مواصفات محددة من العملاء (مثل المعدات الثقيلة والآلات)، بتعقيد إداري وتشغيلي كبير. وتتمثل أبرز التحديات التي تواجهها في صعوبة تقدير الوقت والتكلفة بدقة، وارتفاع معدلات التأخير وتجاوز الميزانيات، والاعتماد على الخبرات الفردية في التخطيط، مما يجعلها بيئة خصبة لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي كحلول استراتيجية.

وعلى الرغم من الإمكانيات الهائلة التي يقدمها الذكاء الاصطناعي لمواجهة هذه التحديات، إلا أن تبنيه في المصانع السعودية، لا سيما في قطاع ETO، لا يزال في مراحله الأولى. وهناك ندرة ملحوظة في الدراسات التطبيقية المنهجية التي تقيس أثر هذا التبني على أداء المشاريع بشكل كمي ونوعي في السياق السعودي. تسعى هذه الدراسة إلى سد هذه الفجوة من خلال تشخيص واقع التبني، وقياس أثره على دقة الوقت والتكلفة وكفاءة التخطيط وإدارة المخاطر، وتقديم إطار عملي لتعزيز هذا التبني، بما يسهم في دفع عجلة التنمية الصناعية المستدامة في المملكة.

مشكلة الدراسة

تعاني المصانع العاملة بنظام التصنيع حسب الطلب (ETO) في المملكة العربية السعودية من تحديات مزمنة في إدارة مشاريعها، مما يؤثر سلباً على قدرتها التنافسية وكفاءتها التشغيلية. وتتجلى هذه المشكلة في مؤشرات أداء رئيسية متدنية، حيث تشير التقديرات الأولية المستمدة من تقارير القطاع إلى أن نسبة كبيرة من هذه المشاريع تواجه تأخيرات في التسليم تصل إلى 40% عن الجدول الزمني المخطط، وتجاوزاً في التكاليف بنسب تصل إلى 30%، بالإضافة إلى ضعف الرؤية في تقدم العمل وصعوبة الكشف المبكر عن المخاطر. يعود هذا الوضع بشكل أساسي إلى:

أولاً: تحديات مرحلة التصميم والهندسة: تمثل مرحلة التصميم والهندسة حجر الزاوية في مشاريع ETO ، حيث يتم فيها تحديد المواصفات الفنية والهندسية للمنتج. تشكل هذه المرحلة تحدياً كبيراً بسبب:

- **التغيرات المتكررة في مواصفات العملاء:** وهي سمة ملازمة لهذا النوع من التصنيع، حيث قد يطلب العميل تعديلات جوهرية على التصميم حتى بعد بدء التنفيذ، مما يؤدي إلى إعادة العمل وهدر الموارد.
- **صعوبة تقدير الوقت والموارد بدقة:** الاعتماد على الخبرات الشخصية للمهندسين في تقدير الجهد والوقت اللازمين للتصميم يؤدي إلى تقديرات غير دقيقة في كثير من الأحيان، خاصة في المشاريع غير المسبوقة أو المعقدة.

ثانياً: تحديات مرحلة التخطيط والرقابة: بعد الانتهاء من التصميم، تبدأ مرحلة التخطيط للتنفيذ، والتي تواجه هي الأخرى صعوبات جمة:

- **ضعف الرؤية والشفافية:** يواجه مدراء المشاريع صعوبة في الحصول على تصور دقيق ومحدث عن سير العمل، خاصة في المراحل الأولى من المشروع، مما يعرقل قدرتهم على اتخاذ قرارات صحيحية في الوقت المناسب. الأنظمة التقليدية تعتمد على تقارير دورية غالباً ما تكون متأخرة ولا تعكس الوضع الآني.
- **الاعتماد على الخبرات الفردية في التخطيط:** لا تزال عمليات تقدير الوقت والتكلفة تعتمد بشكل كبير على الخبرات الشخصية للمهندسين ومدراء المشاريع، مما يجعل المنشآت عرضة لخطر فقدان المعرفة المؤسسية عند مغادرة الخبراء، ويؤدي إلى تباين في جودة التخطيط بين مشروع وآخر.

ثالثاً:

تحديات

إدارة

المخاطر:

تتميز مشاريع ETO ببيئة عالية المخاطر بسبب تعقيدها وطول دورتها الزمنية. ومن أبرز هذه التحديات:

- **غياب أنظمة الإنذار المبكر:** معظم المصانع تفتقر إلى أدوات تحليلية تنبؤية قادرة على اكتشاف بؤادر المخاطر (مثل تأخير الموردين، أو نقص المهارات اللازمة، أو مشكلات الجودة) قبل أن تتفاقم وتتحوّل إلى أزمات.

- **ضعف الاستفادة من البيانات التاريخية:** تمتلك المصانع ثروة من البيانات التاريخية عن المشاريع السابقة (مدة التنفيذ الفعلية، التكاليف الحقيقية، المشكلات التي واجهتها)، ولكن نادراً ما يتم تحليل هذه البيانات بشكل منهجي لاستخلاص الدروس المستفادة وتحسين تقديرات المشاريع المستقبلية.

وعلى النقيض من هذه التحديات، تشير الدراسات العالمية الحديثة إلى أن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي يمكن أن يؤثر بشكل كبير في حل هذه المشكلات. فقد أظهرت تطبيقات التعلم الآلي قدرة على تحسين دقة تقدير وقت التصنيع في بيئات ETO بنسبة تصل إلى 87% مقارنة بالطرق التقليدية (Wang et al., 2023). كما أثبتت أنظمة التوصية القائمة على الذكاء الاصطناعي فعاليتها في إعادة استخدام التصميمات السابقة، مما يقلل وقت التطوير بنسبة تصل إلى 80% (Kumar & Singh, 2022). وفي مجال إدارة المخاطر، تساعد تحليلات الذكاء الاصطناعي في الكشف عن احتمالية حدوث المخاطر، مما يتيح اتخاذ إجراءات استباقية لتجنبها أو التخفيف من أضرارها.

وعلى الرغم من هذه الإمكانيات الواعدة، والإرادة الوطنية الواضحة لدعم التحول الرقمي، لا توجد دراسات كافية تناولت بشكل منهجي واقع استخدام الذكاء الاصطناعي في المصانع السعودية العاملة بنظام التصنيع حسب الطلب، أو قامت بقياس كمي ونوعي لأثره على تحسين أداء المشاريع. هذه الفجوة البحثية تشكل الأساس الذي تنطلق منه هذه الدراسة.

لذا، يمكن صياغة مشكلة البحث في السؤال الرئيس التالي:

"ما أثر تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين أداء المشاريع (من حيث دقة تقدير الوقت والتكلفة، وكفاءة التخطيط، وفعالية إدارة المخاطر) في المصانع السعودية العاملة بنظام التصنيع حسب الطلب (ETO)، وما هي المعوقات التي تحد من هذا التبني، وكيف يمكن التغلب عليها في إطار مقترح؟"

أهمية الدراسة

(أ) الأهمية العلمية:

1. **سد الفجوة المعرفية:** تمثل هذه الدراسة إضافة نوعية للأدبيات العربية والعالمية من خلال تركيزها على قطاع فرعي دقيق (ETO) في سياق نامٍ (المملكة العربية السعودية)، وهو ما لم تحظ به العناية الكافية في الدراسات السابقة.
2. **تطوير الإطار النظري:** تقدم الدراسة نموذجاً مفاهيمياً متكاملًا يربط بين متغيرات تقنية حديثة (تقنيات الذكاء الاصطناعي) ومتغيرات إدارية تقليدية (أداء المشاريع وفقاً لأبعاد (PMBOK ، مع اختبار تأثير متغيرات معدلة (مثل حجم المصنع ودعم الإدارة العليا)، مما يثري الفهم النظري للعلاقات السببية في هذا المجال.
3. **توفير قاعدة للمقارنة:** تتيح نتائج الدراسة إمكانية إجراء دراسات مقارنة مستقبلية مع قطاعات صناعية أخرى (مثل المقاولات) أو مع دول مجلس التعاون الخليجي، مما يسهم في بناء معرفة تراكمية حول موضوع تبني الذكاء الاصطناعي.

(ب) الأهمية التطبيقية:

1. **دعم القرار الاستثماري في القطاع الخاص:** تزود الدراسة مجالس الإدارة وكبار التنفيذيين في المصانع بأدلة عملية وبيانات كمية حول العائد على الاستثمار (ROI) في تقنيات الذكاء الاصطناعي، مما يمكنهم من اتخاذ قرارات استراتيجية مدروسة لتحديد أولويات التحول الرقمي.
2. **توجيه سياسات الجهات الحكومية:** تقدم الدراسة توصيات قائمة على الأدلة لصناع القرار في وزارة الصناعة والثروة المعدنية، وهيئة "مدن"، وبرنامج تطوير الصناعة الوطنية، لمساعدتهم في تصميم برامج دعم وحوافز أكثر فعالية، وتحديد المعوقات التي تتطلب تدخلات على مستوى السياسات والبنية التحتية.
3. **تطوير رأس المال البشري:** تساعد الدراسة في تحديد الفجوات المهارية لدى الكوادر الوطنية العاملة في قطاع ETO ، مما يمكن المؤسسات الأكاديمية والتدريبية من تصميم برامج تأهيلية متخصصة تركز على المهارات المطلوبة لقيادة مشاريع التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي.

4. تعزيز تنافسية القطاع الوطني: من خلال تقديم حلول عملية لمشكلات التأخير وتجاوز التكاليف، تسهم الدراسة بشكل مباشر في رفع كفاءة وإنتاجية المصانع السعودية، وتعزيز قدرتها التنافسية في الأسواق المحلية والعالمية، مما يدعم تحقيق مستهدفات رؤية 2030 لزيادة المحتوى المحلي وتنويع الاقتصاد.

أهداف الدراسة

الهدف العام:

تحليل أثر تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين أداء المشاريع في المصانع السعودية العاملة بنظام التصنيع حسب الطلب (ETO) ، وتشخيص معوقات التبني، وتقديم إطار مقترح لتعزيزه.

الأهداف الخاصة:

1. تشخيص الواقع الراهن: تحديد مستوى ونمط تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي (التعلم الآلي، أنظمة التوصية، تحليلات البيانات الضخمة، معالجة اللغات الطبيعية) في المصانع السعودية العاملة بنظام.ETO
2. قياس الأثر على دقة التقديرات: تحليل أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين دقة تقدير الوقت والتكلفة في مرحلة التصميم والهندسة لمشاريع.ETO
3. تحليل الأثر على كفاءة التخطيط: دراسة دور الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة تخطيط المشاريع وتخصيص الموارد والرقابة عليها.
4. تقييم الأثر على إدارة المخاطر: تحليل مساهمة الذكاء الاصطناعي في تعزيز القدرة على الكشف المبكر عن مخاطر المشروع وإدارتها بشكل استباقي.
5. اختبار الفروق في الأداء: مقارنة أداء المشاريع (وقت، تكلفة، جودة) بين المصانع التي تتبنى الذكاء الاصطناعي وتلك التي لا تتبناه، واختبار دلالة الفروق إحصائياً.
6. استقصاء المعوقات: التعرف على أبرز المعوقات (التنظيمية، التقنية، البشرية، المالية) التي تحد من تبني الذكاء الاصطناعي وتطبيقه بفعالية في هذا القطاع.
7. تقديم إطار مقترح: بناء إطار عمل متكامل ومقترح لتعزيز تبني الذكاء الاصطناعي في المصانع السعودية العاملة بنظام.ETO ، لتحسين أداء مشاريعها وزيادة تنافسيتها.

تساؤلات الدراسة

1. ما مستوى ونمط تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في المصانع السعودية العاملة بنظام التصنيع حسب الطلب (ETO) ؟
2. ما أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على دقة تقدير الوقت والتكلفة في مرحلة التصميم والهندسة لمشاريع ETO ؟
3. كيف تساهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة عمليات التخطيط والرقابة على الموارد وتتبع تقدم المشروع في بيئة ETO ؟
4. ما دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تعزيز القدرة على الكشف المبكر عن مخاطر المشروع وإدارتها بشكل استباقي؟
5. هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في أداء المشاريع (من حيث الالتزام بالوقت والتكلفة وجودة المخرجات) بين المصانع التي تتبنى الذكاء الاصطناعي وتلك التي لا تتبناه؟
6. ما أبرز المعوقات (التنظيمية، التقنية، البشرية، المالية) التي تحد من تبني الذكاء الاصطناعي وتطبيقه بفعالية في المصانع السعودية العاملة بنظام ETO ؟
7. ما التصور المقترح لتعزيز تبني الذكاء الاصطناعي في المصانع السعودية العاملة بنظام ETO لتحسين أداء مشاريعها؟

فروض الدراسة

الفرضية الرئيسية:

يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين أداء المشاريع في المصانع السعودية العاملة بنظام التصنيع حسب الطلب.

الفرضيات الفرعية:

- لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي (مثل التعلم الآلي) في مرحلة التصميم ودقة تقدير الوقت والتكلفة للمشاريع.
- توجد علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مرحلة التصميم وزيادة دقة تقدير الوقت والتكلفة للمشاريع.

- توجد علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين استخدام أنظمة التوصية القائمة على الذكاء الاصطناعي وتحسين كفاءة تخطيط المشاريع وتخصيص الموارد.
- توجد علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين استخدام تحليلات الذكاء الاصطناعي وقدرة فرق المشروع على الكشف المبكر عن المخاطر والحد من تأثيرها.

الدراسات السابقة

تمت مراجعة وتحليل مجموعة من الدراسات السابقة المحلية والعالمية وفق منهجية نقدية تركز على الهدف والمنهج وأهم النتائج والعلاقة بالبحث الحالي.

أولاً: دراسات تناولت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع الصناعات حسب الطلب:

- دراسة Wang et al. (2023) بعنوان "تطبيق التعلم الآلي للتنبؤ بمدة المشاريع في بيئات التصنيع حسب الطلب". هدفت إلى تطوير نموذج قائم على الشبكات العصبية للتنبؤ بوقت تنفيذ المشاريع في 10 مصانع صينية. اعتمدت على منهج كمي بتحليل بيانات 500 مشروع سابق. أظهرت النتائج أن النموذج المقترح حقق دقة تنبؤ تصل إلى 87%، متفوقاً على الأساليب التقليدية بنسبة 25%. **العلاقة بالبحث الحالي:** توفر الدراسة أساساً منهجياً قوياً لبناء مقياس دقة تقدير الوقت في الأداة الكمية لهذه الدراسة، مع ضرورة تكيفه ليتناسب مع خصوصية البيئة السعودية.
- دراسة Kumar & Singh (2022) بعنوان "أنظمة التوصية الذكية لإعادة استخدام التصميم في صناعة المعدات المخصصة". استهدفت تقييم أثر نظام توصية قائم على الذكاء الاصطناعي في شركة هندسية هندية. استخدمت منهج دراسة حالة مختلط. أظهرت النتائج انخفاضاً في وقت التصميم بنسبة 35% وتكاليفه الهندسية بنسبة 28% من خلال اقتراح تصميم سابقة قابلة للتعديل. **العلاقة بالبحث الحالي:** تسلط الدراسة الضوء على آلية محددة (إعادة استخدام التصميم) يمكن للذكاء الاصطناعي من خلالها تحسين الأداء، مما يساعد في بناء فرضية حول كفاءة التخطيط، كما تقدم نموذجاً لاستخدام المنهج المختلط في تفسير النتائج الكمية.

- دراسة **Goode & Willis (2023)** وهي مراجعة منهجية للأدبيات. هدفت إلى تجميع وتحليل الدراسات السابقة حول تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التصنيع حسب الطلب. غطت المراجعة 75 دراسة منشورة بين 2015 و2022. أظهرت النتائج أن أكثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي شيوعاً هي في مجالات التنبؤ بالطلب، وتحسين جداول الإنتاج، ومراقبة الجودة. كما حددت المراجعة فجوة رئيسية تتمثل في ندرة الدراسات التي تربط بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي ومؤشرات أداء المشاريع الرئيسية (الوقت والتكلفة). العلاقة بالبحث الحالي: تعزز هذه المراجعة أهمية الدراسة الحالية، وتؤكد على الفجوة البحثية التي تسعى لسدها، وتوفر قائمة شاملة بالتطبيقات المحتملة للذكاء الاصطناعي يمكن الاستفادة منها في بناء أداة الدراسة.

ثانياً: دراسات تناولت أداء المشاريع ومعوقات التبني في السياق السعودي:

- دراسة **Al-Ghamdi & Al-Mutairi (2024)** بعنوان "معوقات تبني تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في المصانع السعودية: دراسة استكشافية". حددت الدراسة أهم المعوقات من خلال مقابلات نوعية مع 25 مديراً في مصانع بمنطقة الرياض والدمام. أبرزت النتائج معوقات مثل نقص الكوادر المؤهلة (80%) وارتفاع التكاليف (72%) وضعف البنية التحتية (45%). العلاقة بالبحث الحالي: توفر هذه الدراسة أساساً متيناً لبناء قائمة المعوقات التي ستتأهلها الدراسة الحالية، وتبرر الحاجة إلى دراسة كمية أوسع لتأكيد هذه النتائج على مستوى المملكة.

- دراسة **Jawad (2023)** بعنوان "مؤشرات أداء المشاريع في قطاع المقاولات السعودي: دراسة تحليلية". استهدفت تحديد أهم مؤشرات الأداء المستخدمة في تقييم مشاريع المقاولات عبر مسح كمي شمل 150 مدير مشروع. أظهرت النتائج أن المؤشرات الأكثر استخداماً هي الالتزام بالجدول الزمني والميزانية وجودة المخرجات، مع معاناة 60% من المشاريع من تأخير و45% من تجاوز الميزانية. العلاقة بالبحث الحالي: تقدم الدراسة إطاراً متكاملًا لمؤشرات أداء المشاريع (الوقت، التكلفة، الجودة) يمكن الاعتماد عليه في بناء أداة الدراسة، كما توفر بيانات أساسية لمقارنة نتائج الدراسة الحالية بها.

- تقرير المنتدى الاقتصادي العالمي: **(WEF, 2023)** أشار إلى أن 50% من الشركات الصناعية عالمياً تواجه صعوبات في إيجاد كوادر بشرية ماهرة في الذكاء الاصطناعي. العلاقة بالبحث الحالي: يعزز هذا التقرير أهمية البعد البشري كمعوق رئيسي، ويدعم الحاجة إلى تضمين الدراسة توصيات لتطوير الموارد البشرية.

- دراسة الحربي والغامدي (2022) بعنوان "أثر تبني تقنيات الثورة الصناعية الرابعة على أداء المصانع السعودية". هدفت إلى قياس أثر تبني تقنيات مثل إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي على أداء المصانع في المنطقة الشرقية. استخدمت منهجاً كمياً على عينة من 100 مصنع. أظهرت النتائج وجود تأثير إيجابي لتبني هذه التقنيات على الكفاءة التشغيلية وجودة المنتجات. **العلاقة بالبحث الحالي:** تدعم هذه الدراسة توجه البحث الحالي، وتؤكد على أهمية قياس الأثر في السياق السعودي، لكنها تختلف عنها في تركيزها على قطاع ETO بشكل خاص واستخدام المنهج المختلط.

الفجوة البحثية

من خلال العرض التحليلي النقدي للدراسات السابقة، تتحدد الفجوة البحثية التي تسعى هذه الدراسة لسدها في النقاط التالية:

1. **الفجوة الجغرافية والثقافية:** تتركز الدراسات العالمية في سياقات صناعية مختلفة (الصين، الهند)، بينما تفتقر المكتبة السعودية لدراسات تطبيقية منهجية تتناول هذا الموضوع في قطاع ETO بخصوصيته المحلية.
 2. **الفجوة المنهجية:** تعتمد معظم الدراسات إما على مناهج كمية بحتة أو نوعية بحتة. تفتقر الأدبيات إلى دراسات مختلطة (Mixed-Methods) تجمع بين قياس الأثر كمياً وتفسير آلياته واستكشاف معوقاته نوعياً في سياق واحد.
 3. **فجوة التكامل:** تناولت الدراسات السابقة جوانب محددة إما تقنية (دقة التنبؤ) أو إدارية (المعوقات) بشكل منفصل. لم تقدم أي دراسة - على حد علم الباحث - نموذجاً متكاملًا يختبر العلاقات السببية بين تبني الذكاء الاصطناعي بأنماطه المختلفة وأبعاد أداء المشاريع المتعددة (الوقت، التكلفة، الجودة، المخاطر) في قطاع ETO ، مع الأخذ في الاعتبار دور المتغيرات المعدلة (كحجم المصنع ودعم الإدارة).
 4. **فجوة التطبيق الجغرافي الشامل:** الدراسات المحلية القليلة ركزت على مناطق محدودة (كالرياض والدمام) ولم تغطِ النسيج الصناعي للمملكة بشكل كامل.
- لذا، تأتي هذه الدراسة لتقديم: دراسة تطبيقية شاملة على مستوى المملكة العربية السعودية، باستخدام منهجية مختلط (تفسيري تتابعي)، لتحليل أثر تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين أداء المشاريع في المصانع العاملة بنظام ETO ، وتشخيص معوقات التبني، واختبار نموذج سببي متكامل، وتقديم إطار مقترح للتمكين، مما يسد الفجوات المعرفية والمنهجية والجغرافية المشار إليها.

المنطلقات النظرية للدراسة

تستند هذه الدراسة إلى ثلاث نظريات رئيسية تشكل هيكلها النظري، بالإضافة إلى إطار مهني معتمد:

1. نظرية الموارد والقدرات: (RBV – Resource-Based View)

- الشرح: تنص النظرية (Barney, 1991) على أن الموارد الداخلية النادرة والقيمة والتي يصعب تقليدها هي مصدر الميزة التنافسية المستدامة. الموارد يمكن أن تكون ملموسة (مثل التكنولوجيا) أو غير ملموسة (مثل المعرفة والخبرة).
- التطبيق في الدراسة: تُنظر إلى تقنيات الذكاء الاصطناعي على أنها مورد استراتيجي قيم. ولكن، وفقاً للنظرية، لا يكفي امتلاك المورد (التقنية) لتحقيق أداء متميز، بل يجب أن تقترن بقدرات تنظيمية وبشرية مكملية (مثل الخبرة، ودعم الإدارة العليا، وثقافة الابتكار). ستستخدم هذه النظرية لتفسير التباين في تأثير الذكاء الاصطناعي على أداء المشاريع بين المصانع؛ حيث أن المصانع التي تمتلك كوادر بشرية قادرة على توظيف هذه التقنيات بفعالية هي وحدها القادرة على تحويل هذا المورد إلى ميزة تنافسية حقيقية.

2. نظرية نشر الابتكار: (DOI – Diffusion of Innovation)

- الشرح: تشرح النظرية (Rogers, 1995) كيف ولماذا تنتشر الابتكارات، محددة خمس خصائص رئيسية تؤثر على معدل التبني: الميزة النسبية، التوافق، التعقيد، قابلية التجربة، وقابلية الملاحظة.
- التطبيق في الدراسة: ستستخدم هذه النظرية كإطار لتحليل العوامل المؤثرة في قرار المصانع السعودية بتبني الذكاء الاصطناعي. ستساعد في تصنيف وتفسير المعوقات التي تواجه عملية التبني (مثل التعقيد كمعوق تقني، وعدم التوافق مع الأنظمة الحالية كمعوق تنظيمي).

3. نظرية الطوارئ: (Contingency Theory)

- الشرح: تفترض النظرية (Donaldson, 2001) أنه لا توجد طريقة واحدة مثلى للإدارة، وأن الفعالية تعتمد على مدى ملاءمة الممارسات للسياق والظروف المحيطة.
- التطبيق في الدراسة: ستستخدم لتفسير أن أثر الذكاء الاصطناعي على أداء المشاريع قد يختلف باختلاف العوامل الظرفية مثل حجم المصنع، نوع المنتج، وخبرة الكوادر البشرية (وهي المتغيرات المعدلة في النموذج المفاهيمي). هذا يبرر ضرورة دراسة هذه العوامل.

4. إطار عمل إدارة المشاريع: (PMBOK Guide)

- الشرح: يقدم دليل PMBOK الصادر عن معهد إدارة المشاريع (PMI) إطاراً معيارياً لعمليات إدارة المشاريع، مقسمة إلى مجموعات عمليات (بدء، تخطيط، تنفيذ، رقابة، إغلاق) ومجالات معرفية (إدارة الوقت، التكلفة، الجودة، المخاطر، الموارد البشرية،... إلخ).

- التطبيق في الدراسة: سيتم استخدام هذا الإطار لتحديد أبعاد أداء المشاريع التي ستقيسها الدراسة (الوقت، التكلفة، الجودة، المخاطر) بدقة، ولتحديد مؤشرات القياس المناسبة لكل بعد (مثل التباين عن الجدول، التباين عن الميزانية، معدل العيوب، عدد المخاطر المحققة)، مما يضمن اتساق البحث مع أفضل الممارسات والمعايير المهنية العالمية المعتمدة.

النموذج المفاهيمي المقترح للدراسة:

بناءً على ما سبق، يقترح الباحث النموذج المفاهيمي التالي الذي يصور العلاقات بين متغيرات الدراسة:

المتغير المستقل	المتغير التابع	المتغيرات المعدلة
(تبني الذكاء الاصطناعي)	(تحسين أداء المشاريع)	
-تقنيات التعلم الآلي	-دقة تقدير الوقت	-حجم المصنع
-أنظمة التوصية	-دقة تقدير التكلفة	-خبرة الكوادر البشرية
-تحليلات البيانات الضخمة	-كفاءة التخطيط والرقابة	-دعم الإدارة العليا
-معالجة اللغات الطبيعية (إن وجدت)	-فعالية إدارة المخاطر	-جاهزية البنية التحتية التقنية

المنهجية وطرق البحث

أولاً: نوع البحث

يُصنف هذا البحث ضمن البحوث التطبيقية (Applied Research) ، كونه يسعى لحل مشكلة عملية قائمة. كما يُعد بحثاً وصفيّاً تحليلياً (Descriptive Analytical Research) ، حيث يصف الظاهرة ويحلل العلاقات السببية بين متغيراتها.

ثانياً: منهج البحث

تعتمد الدراسة على المنهج المختلط (Mixed Methods Approach) بتصميمه التفسيري التتابعي (Explanatory Sequential Design)، الذي يتكون من مرحلتين رئيسيتين:

- المرحلة الأولى (الكمية): تهدف إلى جمع بيانات واسعة لقياس مستوى التبني، واختبار الفرضيات، وتحديد العلاقات بين المتغيرات.
- المرحلة الثانية (النوعية): تهدف إلى تفسير وتعميق فهم النتائج الكمية من خلال استكشاف "السبب" وراء العلاقات التي تم اختبارها، والتعمق في فهم آليات التأثير والمعوقات.

ثالثاً: خطة البحث وخطوات التنفيذ

1. المرحلة التحضيرية: مراجعة أدبية موسعة، بناء أدوات الدراسة (الاستبانة ودليل المقابلة)، تحكيم الأدوات، وإجراء دراسة استطلاعية (Pilot Study) على 20-30 مستجيباً لاختبار وضوحها وثباتها.
2. مرحلة جمع البيانات الكمية: الحصول على الموافقات الرسمية، وتوزيع الاستبانة إلكترونياً على عينة الدراسة المستهدفة.
3. مرحلة تحليل البيانات الكمية: استخدام برنامجي SPSS و AMOS لإجراء التحليلات الإحصائية الموصوفة لاحقاً.
4. مرحلة جمع البيانات النوعية: اختيار عينة مقصودة من المشاركين في المرحلة الكمية (12-15 مقابلة) وإجراء مقابلات شبه منظمة معهم.
5. مرحلة تحليل البيانات النوعية: تفرغ المقابلات، وترميزها (Coding) وتحليل مضمونها باستخدام برنامج NVivo.

6. مرحلة التكامل والكتابة النهائية: دمج نتائج المرحلتين، مناقشتها في ضوء الإطار النظري، صياغة الاستنتاجات والتوصيات، وتقديم الإطار المقترح.

مجتمع وعينة الدراسة

أولاً: مجتمع الدراسة

يتكون مجتمع الدراسة من جميع مديري المشاريع، المهندسين، مخططي الإنتاج، وقادة التحول الرقمي العاملين في المصانع السعودية العاملة بنظام التصنيع حسب الطلب (ETO) والمسجلة لدى الهيئة السعودية للمدن الصناعية ("مدن") ووزارة الصناعة والثروة المعدنية، على مستوى المملكة العربية السعودية.

ثانياً: عينة الدراسة

- نوع العينة (المرحلة الكمية): نظراً لطبيعة المجتمع، سيتم استخدام أسلوب المعاينة العشوائية الطبقية (**Stratified Random Sampling**) لضمان تمثيل جميع المناطق الجغرافية (الوسطى، الشرقية، الغربية) وأحجام المصانع (كبير، متوسط، صغير).
- حجم العينة (الكمية): باستخدام معادلة Krejcie & Morgan ، ولاعتماد الدراسة على تحليلات إحصائية متقدمة، يستهدف الباحث الحصول على 300-350 استبانة صالحة للتحليل.
- عينة المرحلة النوعية: سيتم اختيار عينة مقصودة (**Purposeful Sample**) من المشاركين في المرحلة الكمية (12-15 مقابلة)، تشمل خبراء من مصانع بمستويات تبني مختلفة، لتحقيق أقصى استفادة من خبراتهم المتنوعة.

أدوات الدراسة

أولاً: الاستبانة (الأداة الكمية)

سيتم تصميم الاستبانة بناءً على مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة، وستكون موجهة إلى مديري المشاريع والمهندسين. تتكون من الأقسام التالية بمقياس ليكرت الخماسي:

مصدر العبارات	عدد العبارات التقريبي	المحتوى	القسم
من إعداد الباحث	5-7 عبارات	البيانات الديموغرافية والوظيفية	الأول
Wang et al. (2023); Kumar & Singh (2022)	10-12 عبارة	مستوى تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي	الثاني
Wang et al. (2023); Jawad (2023)	8-10 عبارات	أثر الذكاء الاصطناعي على دقة تقدير الوقت والتكلفة	الثالث
Kumar & Singh (2022)	8-10 عبارات	أثر الذكاء الاصطناعي على كفاءة التخطيط والرقابة	الرابع
الدراسات السابقة	8-10 عبارات	أثر الذكاء الاصطناعي على إدارة المخاطر	الخامس
Al-Ghamdi & Al-Mutairi (2024); WEF (2023)	10-12 عبارة	معوقات تبني الذكاء الاصطناعي	السادس
Jawad (2023); PMBOK	8-10 عبارات	مؤشرات أداء المشاريع	السابع

ثانياً: دليل المقابلة شبه المنظمة (الأداة النوعية)

سيتم تصميم دليل المقابلة بناءً على نتائج التحليل الكمي الأولي، ليتعمق في تفسير النتائج. يتضمن محاور رئيسية مثل: تجربة التبني، آليات التأثير على الأداء، التحديات، العوامل المساعدة للنجاح، والرؤية المستقبلية.

ثالثاً: اختبارات الصدق والثبات

- **صدق المحكمين:** عرض الأدوات على 5-7 محكمين من الأكاديميين والخبراء.
- **الصدق البنائي:** استخدام التحليل العاملي التوكيدي (CFA) عبر برنامج AMOS.
- **الثبات:** حساب معامل كرونباخ ألفا، على أن تكون القيمة المقبولة ≥ 0.70 .

أساليب التحليل الإحصائي

سيتم استخدام برنامجي SPSS و AMOS لتحليل البيانات الكمية عبر الأساليب التالية:

1. **الإحصائيات الوصفية:** التكرارات، النسب المئوية، المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية.
2. **اختبارات الصدق والثبات:** معامل كرونباخ ألفا، التحليل العاملي التوكيدي (CFA).
3. **اختبارات الفروض والعلاقات:**

- اختبار (T) للعينة الواحدة لاختبار دلالة المتوسطات.
- تحليل التباين الأحادي (ANOVA) لاختبار الفروق تبعاً للخصائص الديموغرافية.
- معامل ارتباط بيرسون لقياس قوة العلاقة بين المتغيرات.
- تحليل الانحدار البسيط والمتعدد لاختبار التأثيرات المباشرة.
- تحليل المسار (Path Analysis) باستخدام AMOS لاختبار النموذج المفاهيمي ككل وتحديد التأثيرات المباشرة وغير المباشرة.

4. **تحليل البيانات النوعية:** استخدام أسلوب تحليل المضمون (Content Analysis) بمساعدة برنامج NVivo لترميز النصوص واستخراج الأنماط والموضوعات الرئيسية.

حدود الدراسة

- **المجال البشري:** يقتصر على فئة محددة من العاملين (مديري المشاريع، المهندسين، إلخ)، وقد يواجه صعوبة في الوصول لبعض الفئات. تعتمد النتائج على تصوراتهم الشخصية.
- **المجال المكاني:** تقتصر على المصانع السعودية العاملة بنظام ETO ، مما قد يحد من تعميم النتائج على قطاعات أو دول أخرى.
- **المجال الزمني:** تجمع البيانات في الربع الثالث من العام 2026، مما يعطي صورة مقطعية (Cross-sectional) للحالة الراهنة، ولا يتتبع التغير عبر الزمن.
- **الحدود الموضوعية:** تركز الدراسة على تقنية الذكاء الاصطناعي وتأثيرها على أربعة أبعاد رئيسية لأداء المشاريع. لا تتناول تقنيات رقمية أخرى أو جميع مؤشرات الأداء.
- **الحدود المنهجية:** يعتمد المنهج المختلط على وقت وجهد أكبر. دقة النتائج تعتمد على صدق استجابات أفراد العينة وكفاءة أدوات القياس.

المراجع

المراجع باللغة العربية

- هاجر (2024) تطبيق نظام تخطيط ورقابة متكامل لتحسين أداء الوقت في مشاريع المقاولات: دراسة حالة على شركة سعودية. رسالة ماجستير، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.
- الجعفري، أحمد؛ والعامري، خالد. (2023). تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع: الفرص والتحديات. *المجلة العربية للإدارة*، 43(2)، 15-35.
- الحارثي، نايف. (2024). معوقات التحول الرقمي في القطاع الصناعي السعودي: دراسة ميدانية. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الملك سعود، الرياض.
- الحربي، محمد؛ والغامدي، سعد. (2022). أثر تبني تقنيات الثورة الصناعية الرابعة على أداء المصانع السعودية. *مجلة الاقتصاد والإدارة*، 36(1)، 45-68.
- الشمري، عبدالله. (2023). *إدارة المشاريع في بيئة التصنيع حسب الطلب: التحديات والحلول*. الرياض: دار النشر الوطنية.
- الظفيري، مطلق؛ والعنزي، بدر. (2024). واقع تبني الذكاء الاصطناعي في الشركات السعودية: دراسة استطلاعية. *مؤتمر التقنيات الحديثة وإدارة الأعمال*، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن، الظهران.
- الغامدي، علي؛ والمطيري، فهد. (2024). معوقات تبني تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في المصانع السعودية: دراسة استكشافية. *مجلة البحوث الإدارية*، 42(1)، 78-102.
- جاويد، سامر. (2023). مؤشرات أداء المشاريع في قطاع المقاولات السعودي: دراسة تحليلية. *المجلة العربية للعلوم الإدارية*، 30(2)، 113-138.
- وزارة الصناعة والثروة المعدنية. (2024). *التقرير السنوي للصناعة السعودية 2023*. الرياض: المملكة العربية السعودية.
- هيئة المدن الصناعية ومناطق التقنية "مدن". (2024). *التقرير السنوي 2023*. الرياض: المملكة العربية السعودية.

- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120.
- Bocken, N., & Geradts, T. (2020). Barriers and drivers to sustainable business model innovation. *Journal of Cleaner Production*, 280, 120–135.
- Donaldson, L. (2001). *The Contingency Theory of Organizations*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Goode, S., & Willis, R. (2023). AI in Engineer-to-Order Manufacturing: A Systematic Literature Review. *International Journal of Production Research*, 61(5), 1450–1475.
- Kumar, A., & Singh, R. (2022). Intelligent recommendation systems for design reuse in customized equipment manufacturing. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 33(4), 1023–1042.
- Project Management Institute. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.). Newtown Square, PA: PMI.
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of Innovations* (4th ed.). New York: Free Press.
- Wang, Y., Zhang, L., & Chen, X. (2023). Machine learning application for project duration prediction in engineer-to-order manufacturing environments. *Computers & Industrial Engineering*, 175, 108–125.
- World Economic Forum. (2023). *The Future of Jobs Report 2023*. Geneva: WEF.
- Alshuwaikhat, H., & Abubakar, I. (2020). Sustainable development in Saudi Arabia: Current status and future perspectives. *Sustainability*, 12(5), 212–230.

Midocean University
College of Management
Department of Master of
Project Management



**The Impact of Adapting Artificial Intelligent on Enhancing the Project
Performance of Manufacturers Works on Engineer-to-Order system in
Saudi Arabia**

Prepared by:

Mohsen Farouq Almohsen

Supervised by:

Dr. Fayeze Jarad

Year

2026