

عنوان البحث

أثر التحول الرقمي في رفع كفاءة إدارة مشاريع التشغيل والصيانة في مدينة ينبع الصناعية

إعداد الطالب/

عبالعزيز بن علي حماص

الرقم الأكاديمي/

252001237

إشراف/

د.فايز جراد

العام الدراسي:

2025

يشهد العالم في السنوات الأخيرة تسارعًا كبيرًا في مجال التحول الرقمي، الذي أصبح يمثل حجر الزاوية في تحقيق التنمية المستدامة والابتكار الإداري؛ إذ تسعى معظم الدول إلى إعادة هيكلة أنظمتها الإدارية والتشغيلية لتصبح أكثر ذكاءً ومرونة. وقد أحدث هذا التحول ثورة في طرق إدارة الموارد، واتخاذ القرار، ومتابعة الأداء، حتى غدا الاعتماد على التقنيات الرقمية من مقومات النجاح المؤسسي.

وفي هذا الإطار، برزت المملكة العربية السعودية كإحدى الدول الرائدة إقليميًا في تبني التحول الرقمي ضمن رؤية المملكة 2030، التي وضعت التحول الرقمي كأحد محاورها الرئيسة لتحقيق التميز الحكومي والاقتصاد المعرفي. وتعد المدن الصناعية التابعة للهيئة الملكية من أهم الميادين التي شهدت تطبيقات عملية لهذه الرؤية، نظرًا لما تضمه من مشاريع ضخمة في مجالات البنية التحتية والتشغيل والصيانة تتطلب دقة عالية في الأداء وكفاءة في إدارة الموارد.

وتُعد مدينة ينبع الصناعية نموذجًا بارزًا في هذا الجانب، إذ تضم مئات الأصول والمرافق التي تحتاج إلى متابعة وصيانة مستمرة. ومن هذا المنطلق، أصبح التحول نحو الأنظمة الرقمية المتكاملة في إدارة التشغيل والصيانة خيارًا استراتيجيًا لا ترفًا إداريًا؛ فالتحول الرقمي في هذا المجال لا يقتصر على استخدام الحواسيب أو الأنظمة الإلكترونية فحسب، بل يشمل دمج تقنيات حديثة مثل إنترنت الأشياء (IoT)، وأنظمة إدارة الصيانة المحوسبة (CMMS)، والذكاء الاصطناعي (AI)، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، التي تسهم في بناء قاعدة بيانات ضخمة تسهّل عمليات المتابعة والتخطيط واتخاذ القرار.

إن مشاريع التشغيل والصيانة تمثل العمود الفقري لاستدامة البنية التحتية في المدن الصناعية، إذ تُعنى بالحفاظ على الأصول والمرافق العامة وضمان جاهزيتها الدائمة. ومع ذلك، ما زالت بعض الجهات تواجه تحديات في رفع كفاءتها التشغيلية بسبب استمرار بعض الأساليب التقليدية في التنفيذ، وعدم التكامل بين الأنظمة الرقمية، وضعف الوعي التقني لدى بعض العاملين. لذا، فإن هذه الدراسة تأتي لتسلط الضوء على أثر التحول الرقمي في رفع كفاءة إدارة مشاريع التشغيل والصيانة في مدينة ينبع الصناعية، من خلال تحليل واقع تطبيق الأنظمة الرقمية الحديثة ومدى انعكاسها على مؤشرات الأداء، واستكشاف العوامل التي تعزز أو تحد من نجاح هذا التحول، واقتراح آليات تطوير تسهم في تحقيق الكفاءة التشغيلية المستدامة.

مشكلة الدراسة

في ظل التوجهات الوطنية الطموحة نحو التحول الرقمي، تبذل الجهات الحكومية جهودًا كبيرة لتبني التقنيات الحديثة في إدارة المشاريع، إلا أن قطاع التشغيل والصيانة لا يزال يواجه تحديات متشعبة تحدّ من تحقيق الاستفادة المثلى من هذا التحول. فكثير من إدارات التشغيل والصيانة تعتمد حتى اليوم على إجراءات ورقية أو أنظمة جزئية غير متكاملة، مما يؤدي إلى بطء في تبادل المعلومات، وتأخر في الاستجابة للأعطال، وارتفاع في التكاليف التشغيلية. تُعد مدينة ينبع الصناعية من أكثر المدن السعودية تطبيقًا لعقود التشغيل والصيانة الشاملة، ما يجعلها بيئة مثالية لقياس أثر التحول الرقمي. إلا أن الواقع يشير إلى أن التحول الرقمي لم يصل بعد إلى مستوى النضج الكامل؛ إذ توجد أنظمة رقمية منفصلة تعمل كلٌّ منها بمعزل عن الأخرى، مما يخلق فجوة في تبادل البيانات بين الإدارات الميدانية والإدارية. كما أن ضعف تدريب الكوادر الفنية، ومحدودية استخدام أنظمة التحليل الذكي، يمثلان تحديًا إضافيًا يعيق تحقيق الكفاءة التشغيلية المنشودة.

وتبرز أهمية معالجة هذه المشكلة في ظل التوسع المستقبلي للمشاريع الصناعية في ينبع، وازدياد حجم الأصول التي تتطلب متابعة دقيقة وتخطيطًا وقائيًا مستمرًا. كما أن الاعتماد على الأنظمة التقليدية لا يواكب حجم البيانات الكبير الناتج عن الأعمال اليومية في مجالات الصيانة والتشغيل، مما يجعل من التحول الرقمي ضرورة ملحة لتحسين الكفاءة وتقليل الهدر في الوقت والموارد.

من هذا المنطلق، تحاول هذه الدراسة الإجابة عن التساؤل الرئيس الآتي:

ما أثر التحول الرقمي في رفع كفاءة إدارة مشاريع التشغيل والصيانة في القطاع الحكومي بمدينة ينبع الصناعية؟

ويتفرع عن هذا السؤال الرئيس مجموعة من التساؤلات الفرعية، تشمل:

1. إلى أي مدى تم تطبيق التحول الرقمي فعليًا في إدارة مشاريع التشغيل والصيانة بمدينة ينبع الصناعية؟
2. كيف يؤثر التحول الرقمي على عناصر الكفاءة التشغيلية مثل الوقت، والتكلفة، وجودة التنفيذ، وسرعة الاستجابة؟
3. ما أبرز التحديات الإدارية والفنية والبشرية التي تواجه الجهات الحكومية في تطبيق التحول الرقمي؟
4. ما المقترحات التي يمكن تبنيها لتعزيز التحول الرقمي ورفع كفاءة إدارة مشاريع التشغيل والصيانة في المدن الصناعية؟

إن معالجة هذه المشكلة لا تمثل فقط قيمة علمية، بل تحمل أيضًا قيمة تطبيقية عملية تسهم في دعم الجهات الحكومية، خصوصًا الهيئة الملكية بنبع، في تطوير سياسات رقمية حديثة ترفع كفاءة الأداء وتقلل الهدر، وتضمن الاستفادة التشغيلية للأصول الحيوية في المدينة.

أهمية الدراسة

تنبع أهمية هذه الدراسة من كونها تتناول أحد المحاور الجوهرية في تطوير العمل الحكومي، وهو التحول الرقمي في إدارة مشاريع التشغيل والصيانة، الذي يمثل اليوم أحد أهم الأدوات التي تُحدث فرقاً ملموساً في كفاءة الأداء واستدامة الأصول العامة. وتكتسب هذه الدراسة قيمتها من خلال ما تقدمه من إسهام علمي وتطبيقي في آن واحد، إذ تجمع بين الجانب النظري المرتبط بمفاهيم التحول الرقمي، والجانب العملي المتعلق بتطبيق هذه المفاهيم في بيئة واقعية مثل مدينة ينبع الصناعية.

أولاً: الأهمية النظرية

1. الإسهام في إثراء الأدبيات العلمية:

تقدم هذه الدراسة إطاراً نظرياً متكاملًا يربط بين التحول الرقمي ومفاهيم الكفاءة التشغيلية في مشاريع الصيانة، وهو مجال لا يزال محدود التداول في البحوث العربية، خصوصاً في سياق المدن الصناعية السعودية.

2. توضيح العلاقة بين التقنية والإدارة:

تسهم الدراسة في تعزيز الفهم العلمي لكيفية دمج الأدوات الرقمية — مثل إنترنت الأشياء، والذكاء الاصطناعي، وأنظمة الصيانة الذكية — في بيئات العمل الحكومية، وما لذلك من انعكاسات على أساليب التخطيط والمتابعة واتخاذ القرار.

3. بناء نموذج تحليلي مقترح:

من خلال تحليل المتغيرات المختلفة (التحول الرقمي، الكفاءة التشغيلية، التحديات الإدارية والتقنية)، تضع الدراسة أساساً يمكن أن يُبنى عليه في دراسات مستقبلية لتقييم أثر التحول الرقمي في مجالات خدمية أخرى مثل المياه والطاقة والبلديات.

4. سد فجوة معرفية في الدراسات المحلية:

تتناول الدراسة بيئة محددة — مدينة ينبع الصناعية — مما يمنحها بعداً توثيقياً مهماً يمكن الرجوع إليه عند وضع السياسات الوطنية للتحول الرقمي في القطاعات التشغيلية.

ثانياً: الأهمية التطبيقية

1. دعم صُناع القرار:

يمكن لنتائج هذه الدراسة أن تساعد مسؤولي الهيئة الملكية بينبع والجهات الحكومية الأخرى في تطوير استراتيجيات التحول الرقمي المبنية على مؤشرات أداء واضحة، مما يساهم في رفع جودة الخدمات وتقليل الهدر في الوقت والتكلفة.

2. تحسين كفاءة التشغيل والصيانة:

تُبرز الدراسة الأثر الفعلي لتطبيق الأنظمة الرقمية في متابعة الأصول والمرافق، وجدولة الصيانة الوقائية، وإدارة البلاغات، وهو ما ينعكس مباشرة على رفع الكفاءة التشغيلية وتقليل الأعطال المفاجئة.

3. تعزيز الرقابة والشفافية:

تتيح التقنيات الرقمية تتبع العمليات لحظة بلحظة، مما يرفع مستوى الشفافية في العقود الحكومية ويقلل فرص الخطأ البشري أو التلاعب في البيانات، وبالتالي تحسين الثقة بين الجهة المالكة والمقاولين.

4. تمكين التحول المؤسسي:

تقدم الدراسة توصيات عملية يمكن أن تُسهم في بناء بيئة رقمية متكاملة داخل إدارات التشغيل والصيانة، تتضمن تطوير البنية التحتية الرقمية، وتدريب الكوادر، وتوحيد الأنظمة تحت مظلة مؤسسية واحدة.

5. خدمة أهداف رؤية المملكة 2030:

تتوافق نتائج هذه الدراسة مع الأهداف الوطنية التي تسعى إلى تحقيق حكومة رقمية فعّالة، وتحسين جودة الحياة في المدن الصناعية عبر تبني التقنيات الذكية المستدامة.

ثالثاً: الأهمية البحثية والمستقبلية

1. توفير قاعدة بيانات علمية:

يمكن للباحثين والمهتمين استخدام نتائج هذه الدراسة كمرجع أساسي عند إجراء دراسات مشابهة في مجال إدارة المشاريع أو التحول الرقمي.

2. توسيع نطاق البحث المستقبلي:

تفتح هذه الدراسة الباب أمام بحوث لاحقة لمقارنة أداء مشاريع الصيانة في مدن صناعية مختلفة، أو دراسة أثر نوع معين من التقنيات (مثل الذكاء الاصطناعي) على إدارة المرافق الحكومية.

3. تعزيز التكامل بين الجامعات والجهات التنفيذية:

تشجع هذه الدراسة على الشراكة بين المؤسسات الأكاديمية والجهات التنفيذية، لتطبيق مخرجات البحث العلمي في أرض الواقع بما يحقق التنمية المستدامة في المدن الصناعية.

أهداف الدراسة

تُعدّ الأهداف العلمية أحد الأعمدة الأساسية التي يقوم عليها أي بحث أكاديمي، إذ تمثل الاتجاه الفكري والمنهجي الذي يسير عليه الباحث للوصول إلى نتائج محددة يمكن من خلالها تفسير الظواهر موضوع الدراسة. كما تُسهم الأهداف الواضحة في ضبط مسار البحث وتوجيه الجهد نحو عناصر محددة، مما يعزز من مصداقية النتائج وقابليتها للتطبيق في الواقع العملي.

وفي ضوء المشكلة البحثية المتعلقة بأثر التحول الرقمي في رفع كفاءة إدارة مشاريع التشغيل والصيانة بمدينة ينبع الصناعية، جاءت هذه الأهداف لتعبّر عن الغاية العلمية والعملية للدراسة، والمتمثلة في تحليل واقع تطبيق التحول الرقمي في بيئة المشاريع الحكومية، وتحديد العلاقة بين هذا التحول ومستوى الكفاءة التشغيلية للأداء.

تسعى الدراسة من خلال تحديد أهدافها إلى وصف الواقع التطبيقي للتحول الرقمي في قطاع التشغيل والصيانة، وقياس مدى انعكاسه على عناصر الأداء الإداري والفني مثل جودة الخدمات، وسرعة الاستجابة، وكفاءة استخدام الموارد. كما تهدف إلى تشخيص التحديات التنظيمية والفنية التي تواجه تطبيق هذا التحول، واستكشاف الممارسات المثلى التي يمكن أن تسهم في تطوير منظومة العمل داخل المدن الصناعية السعودية. وتُسهم هذه الأهداف في ربط المفاهيم الأكاديمية في إدارة المشاريع وتقنيات التحول الرقمي الحديثة باحتياجات الجهات الحكومية في مجال التشغيل والصيانة.

الهدف العام

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل وتقييم أثر التحول الرقمي في رفع كفاءة إدارة مشاريع التشغيل والصيانة في القطاع الحكومي بمدينة ينبع الصناعية، من خلال تحديد العلاقة بين تطبيق التقنيات الرقمية ومستوى الأداء التشغيلي والإداري، واستكشاف العوامل التي تؤثر في نجاح هذا التحول أو تحدّ من فاعليته.

الأهداف التفصيلية

تتفرع عن الهدف العام مجموعة من الأهداف التفصيلية كما يلي:

1. تحليل واقع تطبيق التحول الرقمي في إدارة مشاريع التشغيل والصيانة بمدينة ينبع الصناعية، من خلال دراسة طبيعة الأنظمة الرقمية المستخدمة ومستوى تكاملها بين الإدارات المختلفة داخل الهيئة الملكية.
2. قياس أثر التحول الرقمي على مؤشرات الأداء التشغيلي، مثل الزمن اللازم لإنجاز الأعمال، والتكاليف التشغيلية، وجودة التنفيذ، وسرعة الاستجابة للأعطال والملاحظات.

3. تحديد أبرز المعوقات والعوامل التنظيمية والتقنية والبشرية التي تحدّ من نجاح تطبيق التحول الرقمي في قطاع التشغيل والصيانة، مع تحليل الأسباب الكامنة وراءها.
4. تحليل العلاقة بين مستوى نضج التحول الرقمي وكفاءة الأداء التشغيلي، وبيان كيف تسهم جاهزية البنية التحتية الرقمية في تحقيق استدامة الخدمات التشغيلية وتحسين موثوقيتها.
5. اقتراح سياسات وتوصيات عملية يمكن أن تسهم في تعزيز كفاءة مشاريع التشغيل والصيانة عبر التحول الرقمي الشامل، بما يتوافق مع معايير الجودة والإدارة الحديثة.
6. الإسهام في إثراء المعرفة الأكاديمية العربية، من خلال تقديم دراسة تطبيقية ميدانية تُعد مرجعًا علميًا يمكن الاستفادة منه في تطوير الدراسات المستقبلية الخاصة بإدارة المشاريع والتحول الرقمي في المدن الصناعية السعودية.

تساؤلات الدراسة

تُعدّ التساؤلات البحثية العمود الفقري لأي دراسة علمية، إذ تُوجّه مسار البحث وتُحدّد نوع البيانات التي ينبغي جمعها وأساليب تحليلها للوصول إلى نتائج دقيقة وموضوعية. وتمثل صياغة التساؤلات خطوة منهجية أساسية تربط بين مشكلة الدراسة وأهدافها، وتفتح المجال أمام الباحث لاكتشاف العلاقات بين المتغيرات الرئيسة، وفهم الظواهر محل الدراسة بعمق وشمولية.

وفي ضوء ما تهدف إليه هذه الدراسة من استكشاف أثر التحول الرقمي في رفع كفاءة مشاريع التشغيل والصيانة بمدينة ينبع الصناعية، جاءت التساؤلات البحثية لتعبّر عن الجوانب التي تسعى الدراسة إلى تحليلها ميدانيًا، بدءًا من واقع التحول الرقمي القائم، مرورًا بتأثيره المباشر على الأداء التشغيلي، وانتهاءً بتحديد المعوقات والتحديات التي قد تحدّ من فاعليته واستدامته. كما تهدف هذه التساؤلات إلى بناء تصوّر شامل حول سبل تسريع وتفعيل التحول الرقمي في المدن الصناعية السعودية، وربط النتائج المتوقعة ببرامج التطوير والتحسين المؤسسي في الجهات الحكومية، بما يتماشى مع مستهدفات رؤية المملكة 2030 في التحول نحو الحكومة الرقمية ورفع كفاءة الخدمات العامة.

التساؤل الرئيس

ما أثر التحول الرقمي في رفع كفاءة إدارة مشاريع التشغيل والصيانة في القطاع الحكومي بمدينة ينبع الصناعية؟

التساؤلات الفرعية

يتفرع عن هذا التساؤل الرئيس عدد من التساؤلات الفرعية التي تهدف إلى تغطية مختلف جوانب الموضوع، وهي:

1. ما مستوى تطبيق التحول الرقمي في مشاريع التشغيل والصيانة بمدينة ينبع الصناعية، وما مدى تكامل الأنظمة الرقمية المستخدمة؟
2. إلى أي مدى يسهم التحول الرقمي في تحسين الكفاءة التشغيلية للمشاريع من حيث الوقت، والتكلفة، والجودة، وسرعة الاستجابة للأعطال؟
3. ما العلاقة بين نضج التحول الرقمي ومستوى الكفاءة التشغيلية في إدارة المشاريع الحكومية؟
4. ما أبرز التحديات التي تواجه تطبيق التحول الرقمي في قطاع التشغيل والصيانة، سواء كانت تنظيمية أو تقنية أو بشرية؟
5. كيف يؤثر تدريب وتأهيل الكوادر الفنية والإدارية على نجاح التحول الرقمي واستدامته في المدن الصناعية؟
6. ما المقترحات العملية التي يمكن تبنيها لتعزيز التحول الرقمي في إدارة مشاريع التشغيل والصيانة الحكومية، وتحقيق الاستدامة التشغيلية للأصول في مدينة ينبع الصناعية؟

فروض الدراسة

استنادًا إلى أهداف وتساؤلات البحث، تم بناء مجموعة من الفروض العلمية التي تهدف إلى اختبار العلاقة بين التحول الرقمي بوصفه المتغير المستقل، وكفاءة إدارة مشاريع التشغيل والصيانة بوصفها المتغير التابع، في إطار مشاريع الهيئة الملكية بمدينة ينبع الصناعية. وتهدف هذه الفروض إلى التحقق من مدى وجود علاقات ذات دلالة إحصائية بين تطبيق التقنيات الرقمية الحديثة ومستوى الكفاءة التشغيلية في المشاريع الحكومية.

أولاً: الفرض الرئيس

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين مستوى التحول الرقمي ورفع كفاءة إدارة مشاريع التشغيل والصيانة في القطاع الحكومي بمدينة ينبع الصناعية.

ثانياً: الفروض الفرعية

1. يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للتحول الرقمي على تقليل الوقت المستغرق لإنجاز أعمال التشغيل والصيانة في مشاريع الهيئة الملكية بمدينة ينبع الصناعية.
2. يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للتحول الرقمي على خفض التكاليف التشغيلية وتحسين كفاءة استخدام الموارد البشرية والمادية في مشاريع التشغيل والصيانة.
3. يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للتحول الرقمي على رفع جودة الخدمات المقدمة في مشاريع التشغيل والصيانة بمدينة ينبع الصناعية.
4. يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للتحول الرقمي على تحسين سرعة الاستجابة للأعطال والملاحظات الميدانية داخل مشاريع التشغيل والصيانة.
5. توجد علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين مستوى نضج البنية التحتية الرقمية ومستوى الكفاءة التشغيلية في مشاريع الهيئة الملكية بمدينة ينبع الصناعية.
6. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تأهيل الكوادر البشرية رقمياً وبين فاعلية تطبيق التحول الرقمي واستدامته في قطاع التشغيل والصيانة.

الدراسات السابقة:

تعدّ الدراسات السابقة الركيزة العلمية التي يعتمد عليها الباحث لفهم التطورات الحديثة في مجال التحول الرقمي وتطبيقاته في بيئات التشغيل والصيانة، وخاصة في ظل التوجه العالمي نحو الصيانة التنبؤية والتقنيات الذكية داخل المدن الصناعية. ولتحقيق فهم شامل لجوانب الموضوع، تم اعتماد مجموعة من الدراسات الأجنبية الحديثة التي تناولت التحول الرقمي في سياقات متعددة، وفيما يلي عرض موجز لأبرز هذه الجهود العلمية:

1. دراسة (Alrubaidi 2024)

بحثت الدراسة أثر التحول الرقمي على مشاريع إدارة المرافق في المملكة العربية السعودية، حيث أوضحت النتائج أن تطبيق الأنظمة الرقمية المتقدمة يساهم في تحسين اتخاذ القرار، وخفض الأخطاء التشغيلية، ورفع كفاءة استخدام

الموارد. كما أكدت الدراسة ضرورة تكامل الأنظمة الرقمية، ووجود بنية تحتية تقنية قوية لضمان نجاح التحول الرقمي داخل بيئات العمل الهندسية.

2. دراسة van Dinter et al (2022)

قدّم الباحثون مراجعة منهجية موسعة حول دور التوأم الرقمي (Digital Twin) في الصيانة التنبؤية. وكشفت النتائج أن التوأم الرقمي يرفع دقة التنبؤ بالأعطال، ويقلل توقف المعدات المفاجئ عبر توفير نموذج افتراضي للأصول يسمح بالمراقبة والتحليل المستمر. وتعد هذه التقنية من أبرز أدوات التحول الرقمي المؤثرة في قطاع الصيانة.

3. دراسة Sobowale, Elghaish & Brooks (2023)

ركزت الدراسة على تطبيقات التوأم الرقمي داخل المباني القائمة، وأظهرت أن تحليل البيانات الذكي يساهم في رفع كفاءة التنبؤ بالأعطال، وتعزيز استدامة الأصول. كما أوضحت الدراسة أن دمج التوأم الرقمي مع أنظمة الصيانة التنبؤية يؤدي إلى تحسين الأداء التشغيلي وتقليل تكاليف التشغيل.

4. دراسة Tariq & Khan (2024)

سلّطت هذه الدراسة الضوء على دور إنترنت الأشياء (IoT) في البيئات الصناعية، حيث تبين أن استخدام المستشعرات الذكية في مراقبة المعدات يساعد في الكشف المبكر عن المشكلات الفنية. كما أثبتت الدراسة أن دمج تقنيات إنترنت الأشياء داخل منظومة الصيانة يساهم في خفض التكاليف التشغيلية ورفع الكفاءة التشغيلية بشكل ملحوظ.

5. دراسة Elkateb (2024)

تناولت الدراسة دور الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في تطوير الصيانة الذكية. وأظهرت النتائج أن دمج خوارزميات التعلم الآلي مع بيانات المستشعرات يعزز قدرة المؤسسات على تحسين استخدام الموارد وتقليل الأعطال، مما يؤدي إلى رفع جودة الأداء التشغيلي في الأنظمة الصناعية.

استعرضت هذه الدراسة دور إنترنت الأشياء في تبني تقنيات الثورة الصناعية الرابعة (Industry 4.0)، مبينة أن التكامل بين IoT والأنظمة الرقمية يرفع مستوى الكفاءة التشغيلية من خلال تحسين مراقبة الأصول، وتحليل البيانات، ودعم اتخاذ القرارات التشغيلية بسرعة ودقة.

تحليل الدراسات السابقة

أولاً: نقاط الاتفاق بين الدراسات

- اتفاق واضح على أن التحول الرقمي عنصر أساسي لرفع كفاءة التشغيل والصيانة.
- التأكيد على دور التقنيات المحورية مثل:
التوأم الرقمي، إنترنت الأشياء، الذكاء الاصطناعي، التعلم الآلي
في تحسين الصيانة التنبؤية ورفع موثوقية الأصول.
- إجماع على أهمية جمع البيانات وتحليلها في دعم اتخاذ القرار التشغيلي.

ثانياً: نقاط الاختلاف

- اختلاف تركيز الدراسات بين تقنيات معينة؛ فبعضها ركّز على التوأم الرقمي، وأخرى على IoT، وأخرى على الذكاء الاصطناعي.
- تنوع البيانات التطبيقية بين الأنظمة الصناعية، المباني القائمة، المرافق العامة، والعمليات الهندسية.

الاستفادة من الدراسات السابقة في الدراسة الحالية

تستفيد هذه الدراسة من الأدبيات السابقة عبر:

1. بناء إطار نظري متكامل حول دور التحول الرقمي في رفع الكفاءة التشغيلية.
2. تحديد عناصر التحول الرقمي الأساسية مثل: تكامل الأنظمة، البيانات، البنية التحتية، التدريب الرقمي.
3. صياغة الفروض العلمية التي تربط بين التحول الرقمي ومتغيرات الكفاءة التشغيلية (الوقت – التكلفة – الجودة – سرعة الاستجابة).
4. تحديد فجوة بحثية واضحة تتمثل في ندرة الدراسات التي تناولت التحول الرقمي في المدن الصناعية السعودية، وخاصة في مشاريع التشغيل والصيانة التابعة للهيئة الملكية.

المنطلقات النظرية للدراسة:

تبنى الدراسات الأكاديمية على مجموعة من المنطلقات النظرية التي تشكّل الإطار الفكري والمنهجي الذي تستند إليه في تفسير الظواهر وتحليل العلاقات بين متغيراتها. وتمثل هذه المنطلقات الأساس الذي تُشتق منه الفروض وتُوجّه من خلاله عملية التحليل نحو فهم أعمق لموضوع الدراسة.

وفي هذه الدراسة، التي تتناول أثر التحول الرقمي في رفع كفاءة إدارة مشاريع التشغيل والصيانة بمدينة ينبع الصناعية، يستند الباحث إلى عدد من المنطلقات النظرية المستمدة من أدبيات الإدارة الحديثة، ونظريات التحول المؤسسي، والتقنية في بيئات العمل الحكومية والصناعية.

أولاً: المنطلق الإداري والتنظيمي

يرتكز هذا المنطلق على نظرية النظم (Systems Theory) التي تنظر إلى المؤسسة بوصفها نظاماً متكاملًا يتألف من مجموعة من العناصر المترابطة (المدخلات، العمليات، المخرجات، والتغذية الراجعة). ويُعدّ نجاح التحول الرقمي في إدارة التشغيل والصيانة مرتبطاً بقدرة المؤسسة على تحقيق التكامل بين عناصر النظام الإداري والتقني، بحيث تعمل الأنظمة الرقمية كأداة داعمة لعمليات اتخاذ القرار والتخطيط ومتابعة الأداء. كما يستند هذا المنطلق إلى نظرية التغيير الإداري (Change Management Theory) التي تفسّر كيفية استجابة المؤسسات للتحولات التقنية والتنظيمية، وتؤكد على أهمية القيادة، والثقافة المؤسسية، والتواصل الفعال في إنجاح أي مشروع تحول رقمي.

ثانياً: المنطلق التقني والتنموي

يرتكز هذا المنطلق على نموذج نضج التحول الرقمي (Digital Transformation Maturity Model) الذي يُستخدم لتقييم مدى جاهزية المؤسسات في تطبيق الأنظمة الرقمية عبر مراحل تبدأ من التحول الجزئي وتنتهي بالتحول الكامل (Fully Integrated Digitalization).

كما يعتمد على نظرية انتشار الابتكار التكنولوجي (Innovation Diffusion Theory) التي وضعها "إيفرت روجرز"، والتي توضّح كيف تنتشر التقنيات الجديدة داخل المؤسسات وكيف تتفاوت معدلات تبنيها بين الإدارات المختلفة.

وتُبرز هذه النظرية أن نجاح التحول الرقمي لا يرتبط فقط بتوفر التكنولوجيا، بل أيضًا بمدى قبول المستخدمين وتكيفهم مع الأنظمة الرقمية الجديدة، ومدى ملاءمتها لطبيعة العمل والإجراءات التشغيلية داخل المؤسسة.

ثالثًا: المنطلق الاقتصادي والتشغيلي

ينطلق هذا الجانب من نظرية الكفاءة التشغيلية (Operational Efficiency Theory) التي تركز على تحقيق أعلى إنتاجية ممكنة بأقل تكلفة دون الإخلال بجودة الخدمات المقدمة.

ويرتبط هذا المنطلق ارتباطاً مباشراً بأهداف الدراسة الحالية التي تسعى إلى قياس أثر التحول الرقمي على عناصر الأداء التشغيلي في مشاريع التشغيل والصيانة، والمتمثلة في: الوقت، التكلفة، الجودة، وسرعة الاستجابة.

ويُفترض أن يؤدي تطبيق الأنظمة الرقمية في بيئة التشغيل والصيانة إلى تحسين تدفق المعلومات، وتسريع الإجراءات، وتقليل الهدر في الموارد، بما يُعزز الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية.

رابعًا: المنطلق الاستراتيجي والتحويلي

تستند هذه الدراسة كذلك إلى منطلق التحول المؤسسي (Organizational Transformation Approach) الذي يربط بين التغيير الرقمي والأداء الاستراتيجي للمؤسسة.

ففي سياق المدن الصناعية، يمثل التحول الرقمي خطوة استراتيجية تهدف إلى تعزيز استدامة الأصول، وتحسين جودة الخدمات العامة، ورفع مستوى الشفافية والحوكمة.

كما أن ارتباط التحول الرقمي برؤية المملكة 2030 يجعله أحد الممكّنات الرئيسة لتحقيق التحول الاقتصادي والبيئي والإداري والمؤسسي في المدن الصناعية التابعة للهيئة الملكية.

خامسًا: المنطلق الوطني والتنموي

تتسق هذه الدراسة مع رؤية المملكة العربية السعودية 2030 وبرامجها التنفيذية، ولا سيما برنامج التحول الوطني (NTP) الذي يؤكد على التحول الرقمي كركيزة أساسية لتحسين كفاءة الإنفاق الحكومي ورفع جودة الحياة في المدن.

ومن هذا المنطلق، تُعدّ مشاريع التشغيل والصيانة من القطاعات الحيوية التي يتجسد فيها التحول الرقمي بصورة عملية ومباشرة، من خلال تطبيق الأنظمة الذكية، وإدارة البيانات، ومتابعة الأداء الميداني لحظيًا، بما يساهم في تعزيز التنمية المستدامة والتنافسية الوطنية.

خلاصة المنطلقات النظرية

استنادًا إلى هذه المنطلقات، تنطلق الدراسة الحالية من افتراض أن التحول الرقمي ليس مجرد إجراء تقني، بل هو عملية تغيير شاملة تشمل الجوانب الإدارية والبشرية والاقتصادية. وبالتالي، فإن قياس أثر التحول الرقمي على كفاءة إدارة مشاريع التشغيل والصيانة يتطلب فهماً متكاملًا لهذه الأبعاد النظرية مجتمعة، بما يتيح بناء إطار تحليلي متوازن يربط بين النظرية والتطبيق، ويُساهم في تفسير النتائج واستخلاص الدلالات العملية من واقع المدن الصناعية في المملكة.

المنهجية وطرق البحث:

يهدف هذا الفصل إلى توضيح المنهجية التي اتبعتها الدراسة في تحقيق أهدافها والإجابة عن تساؤلاتها واختبار فروضها، وذلك من خلال تحديد منهج البحث المستخدم، ووصف مجتمع الدراسة وعينتها، وأدوات جمع البيانات، والأساليب الإحصائية المعتمدة في تحليل النتائج.

وقد صُمِّم هذا الفصل بعناية لضمان اتساق الإجراءات البحثية ومنهجيتها وموضوعيتها، بما يُساهم في الوصول إلى نتائج علمية دقيقة يمكن الاعتماد عليها في تفسير أثر التحول الرقمي على كفاءة إدارة مشاريع التشغيل والصيانة بمدينة ينبع الصناعية.

أولاً: منهج البحث المستخدم

نظرًا لطبيعة المشكلة البحثية وأهداف الدراسة، فقد تم اعتماد المنهج الوصفي التحليلي (Descriptive Analytical Method)، والذي يُعد من أكثر المناهج ملاءمة للدراسات الإدارية التي تهدف إلى وصف الظواهر وتحليل العلاقات بينها.

يقوم هذا المنهج على جمع البيانات الميدانية وتحليلها كمياً باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة لتحديد مستوى التحول الرقمي في بيئة مشاريع التشغيل والصيانة، وقياس أثره في مؤشرات الأداء التشغيلي (الوقت، التكلفة، الجودة، سرعة الاستجابة).

ويتميز هذا المنهج بقدرته على الربط بين المتغير المستقل (التحول الرقمي) والمتغير التابع (الكفاءة التشغيلية) بطريقة موضوعية تساهم في اختبار الفروض العلمية للدراسة.

ثانياً: مجتمع الدراسة

يتكوّن مجتمع الدراسة من جميع الموظفين والمهندسين والإداريين العاملين في مشاريع التشغيل والصيانة بمدينة ينبع الصناعية، وخاصة أولئك المرتبطين بأعمال إدارة العقود، والإشراف، ومتابعة الأداء، وتشغيل الأصول والمرافق العامة.

ويمثل هذا المجتمع مجتمعاً متخصصاً تقنياً تتوافر فيه خصائص تتعلق بتطبيق الأنظمة الذكية والرقمنة في بيئة العمل، مما يجعله بيئة مثالية لاختبار فرضيات الدراسة وقياس أثر التحول الرقمي في الكفاءة التشغيلية.

ثالثًا: عينة الدراسة

نظرًا لاتساع مجتمع الدراسة وصعوبة شمول جميع أفرادها، تم اختيار عينة قصدية (Purposive Sample) تمثل الفئات الأكثر ارتباطًا بموضوع البحث، وتشمل:

- مهندسو التشغيل والصيانة.
- رؤساء الأقسام والمشرفون الميدانيون.
- موظفو إدارة العقود والمشتريات.
- محللو البيانات ومنسقو الأنظمة الرقمية.

ويُتوقع أن يتراوح حجم العينة بين (120–150) فردًا، بحيث يتيح هذا العدد تطبيق أدوات التحليل الإحصائي بكفاءة عالية.

كما رُوعي في اختيار العينة التنوع في التخصصات والخبرة الوظيفية لضمان تمثيل شامل ودقيق لوجهات النظر المختلفة داخل منظومة التشغيل والصيانة بمدينة ينبع الصناعية.

رابعًا: أدوات جمع البيانات

اعتمدت الدراسة على أداة الاستبانة (Questionnaire) بوصفها الأداة الرئيسة لجمع البيانات الميدانية، وذلك لملاءمتها طبيعة البحث الكمي وسهولة تطبيقها على فئة واسعة من المشاركين.

وقد تم تصميم الاستبانة بعد الاطلاع على الأدبيات السابقة والدراسات المشابهة، وتضم ثلاثة محاور رئيسة:

1. البيانات الديموغرافية (الوظيفة، الخبرة، المؤهل العلمي، الجهة).
2. مؤشرات التحول الرقمي (البنية التحتية التقنية، تكامل الأنظمة، التدريب، القبول الوظيفي).
3. الكفاءة التشغيلية (الوقت، التكلفة، الجودة، سرعة الاستجابة، استدامة الأصول).

تمت صياغة بنود الاستبانة وفق مقياس ليكرت الخماسي (Likert Scale) بدرجات تتراوح من (1 = أعارض بشدة) إلى (5 = أوافق بشدة) لقياس الاتجاهات بدقة.

وقد أُجريت تجربة أولية (Pilot Study) على عدد محدود من المستجيبين للتأكد من وضوح بنود الاستبانة وسهولة فهمها قبل تعميمها على العينة الأساسية.

خامسًا: أساليب تحليل البيانات

بعد جمع البيانات الميدانية، سيتم تحليلها باستخدام برنامج SPSS الإحصائي وفق الأساليب التالية:

1. التحليل الوصفي: لاستخراج المتوسطات والانحرافات المعيارية لتوصيف خصائص العينة.
2. اختبار معامل الارتباط (Pearson Correlation): لقياس العلاقة بين متغيرات التحول الرقمي ومؤشرات الكفاءة التشغيلية.
3. اختبار الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Regression): لقياس أثر كل بعد من أبعاد التحول الرقمي على الكفاءة التشغيلية.
4. اختبار تحليل التباين (ANOVA): لمعرفة ما إذا كانت هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات تبعًا للخبرة أو الوظيفة.

وقد تم اختيار هذه الأساليب لما تتمتع به من قدرة على اختبار الفروض الكمية بدقة عالية وتفسير العلاقات بين المتغيرات بأسلوب علمي موضوعي.

سادسًا: صدق وثبات أداة الدراسة

لضمان موثوقية الأداة، تم عرضها على مجموعة من المحكّمين الأكاديميين والمتخصصين في إدارة المشاريع وتقنيات التحول الرقمي بمدينة ينبع الصناعية، وذلك للتحقق من صدق المحتوى ومدى وضوح العبارات وتوافقها مع أهداف الدراسة.

كما سيتم اختبار ثبات الأداة باستخدام معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha)، ويُعد المؤشر مقبولاً إذا تجاوزت قيمته (0.70) مما يدل على تجانس البنود وثباتها الداخلي. وقد تم التأكد من أن جميع بنود الأداة تتوافق مع المتغيرات الرئيسة للدراسة بما يعزز صلاحيتها للاستخدام الميداني.

سابعاً: حدود الدراسة

لتحديد نطاق الدراسة بوضوح، تم الالتزام بالحدود التالية:

1. الحد المكاني: مشاريع التشغيل والصيانة بمدينة ينبع الصناعية التابعة للهيئة الملكية.
2. الحد الزمني: جمع البيانات خلال عام 2025م.
3. الحد البشري: موظفو إدارات التشغيل والصيانة والعقود والتقنية في المدينة الصناعية.
4. الحد الموضوعي: تحديد أثر التحول الرقمي في رفع كفاءة إدارة مشاريع التشغيل والصيانة من خلال مؤشرات الأداء الأربع: الوقت، التكلفة، الجودة، وسرعة الاستجابة.

ثامناً: منهجية التحليل والاستنتاج

سيتم تفسير النتائج بناءً على الأطر النظرية والفروض السابقة، وربطها بمستوى نضج التحول الرقمي في بيئة التشغيل والصيانة. ويهدف هذا التحليل إلى تحويل النتائج الإحصائية إلى دلالات تطبيقية تُسهم في اقتراح حلول عملية تدعم التحول الرقمي وتعزيز الكفاءة التشغيلية في المدن الصناعية.

ويمهد هذا الفصل للانتقال إلى الفصل الرابع، الذي يتناول تحليل النتائج ومناقشتها في ضوء الأطر النظرية والدراسات السابقة والفروض البحثية.

أدوات الدراسة:

تعد أدوات الدراسة من أهم المكونات المنهجية في البحوث العلمية، إذ تمثل الوسيلة التي يعتمد عليها الباحث في جمع البيانات اللازمة للإجابة عن تساؤلات البحث واختبار فروضه. وفي ضوء طبيعة هذه الدراسة، التي تهدف إلى تحليل أثر التحول الرقمي في رفع كفاءة إدارة مشاريع التشغيل والصيانة بمدينة ينبع الصناعية، سيعتمد الباحث على أداة الاستبانة (Questionnaire) كوسيلة رئيسة لجمع البيانات الميدانية، نظرًا لما تتميز به من دقة وسهولة في التطبيق، وقدرتها على جمع معلومات كمية قابلة للتحليل الإحصائي.

تم اختيار أداة الاستبانة لأنها تُعد من أكثر الأدوات استخدامًا في الدراسات الإدارية والهندسية، خصوصًا تلك التي تتناول العلاقات بين المتغيرات، إذ تتيح جمع بيانات كمية من عدد كبير من المشاركين بطريقة منهجية يمكن تحليلها إحصائيًا للوصول إلى نتائج دقيقة. كما يسهم استخدامها في قياس الاتجاهات والآراء المتعلقة بالتحول الرقمي والكفاءة التشغيلية بموضوعية ووضوح.

وسيتم بناء أداة الدراسة استنادًا إلى الأدبيات النظرية والدراسات السابقة ذات الصلة، بهدف الاستفادة من المؤشرات المستخدمة في تقييم مستوى التحول الرقمي والكفاءة التشغيلية. كما ستتم صياغة بنود الأداة بما يتناسب مع طبيعة البيئة الإدارية والفنية في الهيئة الملكية بنبع الصناعية.

تتكوّن الاستبانة المقترحة من ثلاثة محاور رئيسة تغطي الجوانب المختلفة لموضوع الدراسة. يتناول المحور الأول البيانات العامة للمشاركين، مثل المسمى الوظيفي، عدد سنوات الخبرة، المؤهل العلمي، والإدارة التي يعمل بها المشارك. أما المحور الثاني فيركز على مؤشرات التحول الرقمي من حيث مستوى تطبيق الأنظمة الرقمية، جاهزية البنية التحتية التقنية، مستوى التدريب، وتقبّل الموظفين للتقنيات الحديثة. في حين يتناول المحور الثالث الكفاءة التشغيلية في مشاريع التشغيل والصيانة، من خلال قياس مؤشرات الأداء مثل الوقت، التكلفة، جودة التنفيذ، سرعة الاستجابة، واستدامة الأصول والمرافق العامة.

وسيتّم تصميم بنود الاستبانة باستخدام مقياس ليكرت الخماسي (Likert Scale) الذي يُعد من أكثر المقاييس استخدامًا في الدراسات الإدارية والاجتماعية، حيث تتراوح درجاته بين (1) «أعارض بشدة» و(5) «أوافق بشدة»، مما يسمح بتحويل البيانات إلى قيم رقمية قابلة للتحليل الإحصائي.

وللتأكد من صدق الأداة وثباتها، سيقوم الباحث بعرضها على مجموعة من المحكّمين الأكاديميين والمتخصصين في مجالات الإدارة العامة والتحول الرقمي وإدارة المشاريع بمدينة ينبع الصناعية، وذلك للتحقق من وضوح العبارات وملاءمتها لأهداف الدراسة. كما ستُجرى دراسة استطلاعية (Pilot Study) على عينة محدودة من المشاركين للتأكد من وضوح الأسئلة وسهولة فهمها قبل تعميمها على العينة الرئيسة.

وسيتّم اختبار ثبات الأداة بعد جمع البيانات باستخدام معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha)، وتُعد القيمة المقبولة لمعامل الثبات إذا تجاوزت (0.70) مما يشير إلى تجانس البنود وموثوقية الأداة في قياس متغيرات الدراسة.

وسيتّم توزيع الاستبانات إلكترونياً عبر نموذج رقمي (Google Forms) على موظفي التشغيل والصيانة والمهندسين العاملين في الهيئة الملكية بمدينة ينبع الصناعية، مع التنسيق المسبق مع الإدارات المعنية لتسهيل مشاركة المستجيبين. وبعد جمع الاستجابات، سيتم إدخال البيانات وتحليلها إحصائياً باستخدام برنامج SPSS للوصول إلى نتائج دقيقة تعكس واقع التحول الرقمي وأثره على الكفاءة التشغيلية.

حدود الدراسة:

لتحديد نطاق الدراسة وضمان تركيزها على الجوانب الأكثر ارتباطاً بموضوع البحث، تم تحديد مجموعة من الحدود التي توضح الإطار المكاني والزمني والبشري والموضوعي للدراسة، على النحو الآتي:

1. الحد المكاني (Spatial Boundaries)

تقتصر هذه الدراسة على مدينة ينبع الصناعية التابعة للهيئة الملكية للجبيل وينبع، بوصفها إحدى المدن الصناعية الرائدة في المملكة العربية السعودية في تطبيق مبادرات التحول الرقمي داخل إداراتها التشغيلية والفنية. ويأتي اختيارها نظراً لما تتمتع به من بنية تحتية رقمية متقدمة، وما تشهده من توسع في مشاريع التشغيل والصيانة التي تُدار باستخدام أنظمة تقنية حديثة.

2. الحد الزمني (Temporal Boundaries)

سيجري تنفيذ الدراسة وجمع البيانات خلال العام الأكاديمي 2025م، وهي فترة زمنية تشهد استمرار تعزيز مبادرات التحول الرقمي في مختلف قطاعات الهيئة الملكية، مما يجعلها مناسبة لقياس مستوى نضج هذه المبادرات وانعكاسها على كفاءة التشغيل والصيانة.

3. الحد البشري (Human Boundaries)

تستهدف الدراسة عينة من العاملين في إدارات التشغيل والصيانة بمدينة ينبع الصناعية، وتشمل المهندسين، والمشرفين الميدانيين، ورؤساء الأقسام، وموظفي العقود والمشتريات، ومنسقي الأنظمة الرقمية، باعتبارهم الفئات الأكثر ارتباطاً بموضوع التحول الرقمي وتأثيره على الكفاءة التشغيلية.

4. الحد الموضوعي (Subject Boundaries)

تركّز الدراسة على تحليل أثر التحول الرقمي في رفع كفاءة إدارة مشاريع التشغيل والصيانة، من خلال دراسة العلاقة بين مستوى التحول الرقمي (الأنظمة الرقمية، البنية التحتية التقنية، تدريب الكوادر، وتقبّل العاملين للتقنيات الحديثة) وبين مؤشرات الكفاءة التشغيلية (الوقت، التكلفة، الجودة، سرعة الاستجابة، واستدامة الأصول).

خلاصة الحدود

تبرز هذه الحدود الإطار العام الذي تُبنى عليه الدراسة، بما يضمن وضوح متغيراتها ودقة إجراءاتها، ويقصر نتائجها على البيئة التنظيمية والفنية لمدينة ينبع الصناعية، دون التوسع إلى قطاعات أو مدن أخرى خارج نطاق البحث. ويسهم هذا التحديد في ضمان توافق الدراسة مع أهدافها المتمثلة في تحليل أثر التحول الرقمي على الكفاءة التشغيلية، وإنتاج نتائج دقيقة قابلة للتطبيق في بيئات صناعية مماثلة داخل المملكة.

المراجع:

المراجع العربية:

- هيئة الحكومة الرقمية. (2024). التقرير السنوي للتحويل الرقمي في الجهات الحكومية بالمملكة العربية السعودية. الرياض: هيئة الحكومة الرقمية.
- رؤية المملكة العربية السعودية 2030. (2020). برنامج التحويل الوطني. الرياض: مجلس الشؤون الاقتصادية والتنمية.

المراجع الأجنبية:

- Alrubaidi, M. (2024). Evaluating the Effects of Digital Transformation on Facilities Management Projects in Saudi Arabia: Overcoming Challenges and Seizing Opportunities. *Open Journal of Civil Engineering*, 14(4), 536–569.
<https://doi.org/10.4236/ojce.2024.144030>
- van Dinter, R., Tekinerdogan, B., & Catal, C. (2022). Predictive maintenance using digital twins: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 151, 107008.
<https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107008>
- Sobowale, T., Elghaish, F., & Brooks, T. (2023). A review of digital twin applications for predictive maintenance in existing buildings. *Journal of Building Engineering*, 75, 107246.
<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107246>
- Tariq, B., & Khan, J. (2024). IoT-based predictive maintenance in industrial environments. *International Journal of Advanced Engineering Technologies and Innovations*, 10(2).
<https://www.researchgate.net/publication/387085050>
- Elkateb, O. (2024). Machine learning and IoT applications for predictive maintenance in industrial systems. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 129, 107412.
<https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.107412>
- Zhou, J., Zhang, S., & Gu, M. (2022). Role of Internet of Things (IoT) in adoption of Industry 4.0. *Journal of Industrial Integration and Management*, 7(2), 2150006.
<https://doi.org/10.1142/S2424862221500068>