

أثر التحول الرقمي في تطوير إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية: دراسة تطبيقية على مشاريع الصيانة
بمدينة الجبيل الصناعية بالمملكة العربية السعودية

إعداد الطالب/

بندر شرار العتيبي

الرقم الجامعي/

٢٥٢٠٠٣٣٨

إشراف/

أ.د. فيصل عبد الحميد

أ.د. فايز جراد

العام الدراسي

2026م

وقل عبي ذريتي علما

إهداء

إلى من غرس فيَّ القيم، وسقاني من معين الحكمة،

إلى من كان دعاؤهم سرَّ توفيقِي، وسندًا لي في كل مراحل حياتي،

إلى والديَّ الكريمين، أهدِي ثمرة جهدي وعملي، عرفانًا وتقديرًا.

وإلى من ساندني وشجَّعني في مسيرتي العلمية،

إلى إخوتي وأصدقائي وزملائي،

لكم جميعًا أهدِي هذا العمل المتواضع، امتنانًا لكل دعمٍ صادق.

شكر وتقدير

الحمد لله الذي بنعمته تتمّ الصالحات، وبِعونه وتوفيقه أنجزت هذا العمل المتواضع.

أتقدم بخالص الشكر وعظيم الامتنان لمشرفي الكريم أ.د. الفیصل عبد الحمید محمد ، أ.د. فايز علي جراد، الذي كان لدعمها العلمي، وتوجيهاتهم السديدة، وملاحظاتهم القيمة، الأثر الأكبر في إنجاز هذه الرسالة. لقد كان مثلاً يُحتذى به في العلم والأخلاق والتفاني.

كما أتوجه بالشكر الجزيل لأعضاء لجنة المناقشة الكرام على وقتهم وجهدهم وملاحظاتهم البناءة التي أثرت هذا العمل.

ولا يفوتني أن أعبر عن تقديري العميق لكل من ساندني ووقف إلى جانبي خلال فترة إعداد

الرسالة، من أسرتي وأصدقائي وزملائي، وخاصة والديّ العزيزين، الذين كان لدعائهما

ودعمهما المعنوي والمادي بالغ الأثر في وصولي إلى هذه المرحلة.

لكم جميعاً، كل الشكر والتقدير والامتنان.

فهرس المحتويات

إهداء	3
شكر وتقدير	4
قائمة الجداول	7
فهرس الأشكال	9
المستخلص	11
الفصل الأول	12
المقدمة	13
مشكلة الدراسة	13
أهمية الدراسة	15
أهداف الدراسة	16
تساؤلات الدراسة	16
فرضيات الدراسة	17
النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث	18
الفصل الثاني	20
الدراسات السابقة	20
المقدمة	21
المتغير التابع والمستقل	22
الدراسات السابقة	23
الإطار النظري للدراسة	28
الفصل الثالث	31
منهجية الدراسة	31
المقدمة	32
مجتمع البحث	33
المنهجية وطرق البحث	34
أدوات الدراسة	36

36	خطوات جمع البيانات
38	حدود الدراسة
39	الفصل الرابع
39	نتائج الدراسة
40	المقدمة
41	تحليل البيانات
82	المناقشة
84	الخاتمة
85	التوصيات
86	المراجع
89	الملاحق
94	Abstract

قائمة الجداول

- جدول 1 : التحليلات الإحصائية 43
- جدول 2 : التحليل الإحصائي لعمر المشاركين في التجربة 44
- جدول 3 : التحليل الإحصائي لجنس المشاركين في التجربة 45
- جدول 4 : التحليل الإحصائي للدرجة العلمية 47
- جدول 5 : التحليل الإحصائي لمساهمة تطبيقات التحول الرقمي في تحسين تخطيط أعمال الصيانة 48
- جدول 6 : التحليل الإحصائي لمساعدة استخدام البرامج الرقمية على جدولة أعمال الصيانة بفعالية 50
- جدول 7 : التحليل الإحصائي لقلّة الأخطاء الناتجة عن التخطيط اليدوي بعد تطبيق التحول الرقمي 51
- جدول 8 : التحليل الإحصائي لمساهمة التحول الرقمي في تقليل التكاليف المرتبطة بالصيانة 53
- جدول 9 : التحليل الإحصائي لمساعدة أنظمة المراقبة الرقمية في تتبع حالة المعدات بشكل مستمر 54
- جدول 10 : التحليل الإحصائي لتوفير التحليل الذكي للبيانات تنبؤات دقيقة لأوقات الصيانة المطلوبة 56
- جدول 11 : التحليل الإحصائي لمساعدة استخدام التحليل الرقمي في تقليل الأعطال الطارئة 57
- جدول 12 : التحليل الإحصائي لتحسين أنظمة المراقبة والتحليل الرقمي من سرعة اتخاذ القرارات أثناء عمليات الصيانة 59
- جدول 13 : التحليل الإحصائي لمساهمة برامج التدريب الرقمي في رفع كفاءة الموظفين في إدارة الصيانة 60
- جدول 14 : التحليل الإحصائي لتمكّن الموظفون من استخدام التقنيات الرقمية بفاعلية بعد التدريب 62
- جدول 15 : التحليل الإحصائي لمساعدة التدريب الرقمي على فهم أفضل للبرمجيات والأدوات المستخدمة في الصيانة 63
- جدول 16 : التحليل الإحصائي لدعم التدريب الرقمي الموظفين في تطبيق أساليب صيانة حديثة 65
- جدول 17 : التحليل الإحصائي لتحسين تطبيقات التحول الرقمي كفاءة إنجاز المشاريع 66
- جدول 18 : التحليل الإحصائي لمساعدة التحول الرقمي في تقليل التأخيرات في مشاريع الصيانة 68
- جدول 19 : التحليل الإحصائي لمساهمة التحول الرقمي في تحسين جودة أعمال الصيانة المقدمة 69
- جدول 20 : التحليل الإحصائي للاعتقاد أن تطبيق التحول الرقمي يعزز القدرة على إدارة المشاريع الديناميكية بفعالية 71
- جدول 21 : التحليل الإحصائي لمساعدة التحول الرقمي في تحسين رضا العملاء الداخليين والخارجيين لمشاريع الصيانة 72
- جدول 22 : ملخص التحليلات الإحصائية 74

- جدول 23 : اختبار الثبات والموثوقية 74
- جدول 24 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية وتطبيقات التحول الرقمي في تخطيط الصيانة 75
- جدول 25 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية واستخدام أنظمة المراقبة والتحليل 77
- جدول 26 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية والتدريب والتطوير الرقمي للموظفين 78
- جدول 27 : اختبار التباين الأحادي 80
- جدول 28 : ملخص نموذج معامل بايز 81

فهرس الأشكال

- شكل توضيحي 1 : التمثيل البياني لعمر المشاركين في التجربة 44
- شكل توضيحي 2 : التمثيل البياني لجنس المشاركين في التجربة 46
- شكل توضيحي 3 : التمثيل البياني للدرجة العلمية 47
- شكل توضيحي 4 : التمثيل البياني لمساهمة تطبيقات التحول الرقمي في تحسين تخطيط أعمال الصيانة 49
- شكل توضيحي 5 : التمثيل البياني لمساعدة استخدام البرامج الرقمية على جدولة أعمال الصيانة بفعالية 50
- شكل توضيحي 6 : التمثيل البياني لقلّة الأخطاء الناتجة عن التخطيط اليدوي بعد تطبيق التحول الرقمي 52
- شكل توضيحي 7 : التمثيل البياني لمساهمة التحول الرقمي في تقليل التكاليف المرتبطة بالصيانة 53
- شكل توضيحي 8 : التمثيل البياني لمساعدة أنظمة المراقبة الرقمية في تتبع حالة المعدات بشكل مستمر 55
- شكل توضيحي 9 : التمثيل البياني لتوفير التحليل الذكي للبيانات تنبؤات دقيقة لأوقات الصيانة المطلوبة 56
- شكل توضيحي 10 : التمثيل البياني لمساعدة استخدام التحليل الرقمي في تقليل الأعطال الطارئة 58
- شكل توضيحي 11 : التمثيل البياني لتحسين أنظمة المراقبة والتحليل الرقمي من سرعة اتخاذ القرارات أثناء عمليات الصيانة 59
- شكل توضيحي 12 : التمثيل البياني لمساهمة برامج التدريب الرقمي في رفع كفاءة الموظفين في إدارة الصيانة 61
- شكل توضيحي 13 : التمثيل البياني لتمكّن الموظفون من استخدام التقنيات الرقمية بفاعلية بعد التدريب 62
- شكل توضيحي 14 : التمثيل البياني لمساعدة التدريب الرقمي على فهم أفضل للبرمجيات والأدوات المستخدمة في الصيانة 64
- شكل توضيحي 15 : التمثيل البياني لدعم التدريب الرقمي الموظفين في تطبيق أساليب صيانة حديثة 65
- شكل توضيحي 16 : التمثيل البياني لتحسين تطبيقات التحول الرقمي كفاءة إنجاز المشاريع 67
- شكل توضيحي 17 : التمثيل البياني لمساعدة التحول الرقمي في تقليل التأخيرات في مشاريع الصيانة 68
- شكل توضيحي 18 : التمثيل البياني لمساهمة التحول الرقمي في تحسين جودة أعمال الصيانة المقدمة 70
- شكل توضيحي 19 : التمثيل البياني للاعتقاد أن تطبيق التحول الرقمي يعزز القدرة على إدارة المشاريع الديناميكية بفعالية 71
- شكل توضيحي 20 : التمثيل البياني لمساعدة التحول الرقمي في تحسين رضا العملاء الداخليين والخارجيين لمشاريع الصيانة 73

- شكل توضيحي 21 : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية وتطبيقات التحول الرقمي في تخطيط الصيانة 76
- شكل توضيحي 22 : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية واستخدام أنظمة المراقبة والتحليل الذكي 77
- شكل توضيحي 23 : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية والتدريب والتطوير الرقمي للموظفين 79

المستخلص

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل أثر التحول الرقمي في تطوير إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية بمدينة الجبيل الصناعية بالمملكة العربية السعودية، مع التركيز على فهم كيفية مساهمة التطبيقات الرقمية الحديثة في تحسين كفاءة إدارة المشاريع وتقليل الأعطال التشغيلية. اعتمدت الدراسة على المنهجية الكمية في جمع البيانات، حيث تم توزيع استبيانات على عينة مكونة من 252 مشاركاً من المهندسين والفنيين والمديرين المسؤولين عن مشاريع الصيانة، بهدف قياس مستوى تطبيق التحول الرقمي في التخطيط، المراقبة، والتدريب، وتحليل أثره على الأداء المؤسسي. أظهرت النتائج أن تطبيقات التحول الرقمي في تخطيط الصيانة، واستخدام أنظمة المراقبة والتحليل الذكي، وبرامج التدريب الرقمي للموظفين، تسهم بشكل إيجابي وملاموس في رفع كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية، وتحسين القدرة على الالتزام بالجدول الزمنية، وتقليل الأعطال والتكاليف التشغيلية. وأظهرت النتائج أيضاً أن الاستثمار في التدريب الرقمي للكوادر البشرية يمثل عاملاً محورياً لنجاح التحول الرقمي في المؤسسات الصناعية. استناداً إلى هذه النتائج، أوصت الدراسة بضرورة تعزيز تطبيقات التحول الرقمي في جميع مراحل إدارة المشاريع، وتوسيع استخدام أنظمة المراقبة والتحليل الذكي، بالإضافة إلى التركيز على تطوير مهارات الموظفين الرقمية لضمان الاستفادة القصوى من التكنولوجيا وتحقيق استدامة الأداء المؤسسي.

الكلمات المفتاحية: التحول الرقمي، إدارة المشاريع، الصيانة الديناميكية، كفاءة الأداء، المراقبة الذكية، التدريب

الرقمي، مدينة الجبيل الصناعية.

الفصل الأول

المقدمة

الصيانة الديناميكية مفهوم جديد في إدارة الأصول والمشاريع. وهي تنطوي على الانتقال من نماذج الصيانة التقليدية القائمة على جداول زمنية ثابتة أو الصيانة التفاعلية إلى نماذج أكثر مرونة وذكاءً تعتمد على البيانات الآنية وحالة الأصول. يهدف هذا النوع من الصيانة إلى توقع الأعطال ومعالجتها استباقياً، مما يعزز الكفاءة التشغيلية، ويخفض التكاليف، ويطيل عمر الأصول (Panjanathan، 2024).

تكمن أهمية الصيانة الديناميكية في قدرتها على الاستجابة السريعة للتغيرات التشغيلية والبيئية، لا سيما في المشاريع الضخمة والبنية التحتية الحيوية التي تتطلب أداءً عاليًا ومستمرًا، مثل المنشآت الصناعية وشبكات النقل والمباني الحكومية. وقد أثبتت دراسات عديدة أن الصيانة الديناميكية تقلل من فترات التوقف غير المتوقعة، وتزيد من السلامة، وتحسن جودة الخدمة للمستخدمين (Mostafa Fadaeefath Abadi، 2025).

وقد تطورت الصيانة الديناميكية بشكل ملحوظ نتيجة للتقدم في تقنيات التحول الرقمي، معتمدةً على تقنيات متقدمة مثل إنترنت الأشياء لجمع البيانات من المعدات، وتحليلات البيانات الضخمة لاكتشاف الحالات الشاذة، والذكاء الاصطناعي للتنبؤ بالأعطال واتخاذ قرارات صيانة دقيقة وفي الوقت المناسب. تشير الأبحاث الحديثة إلى أن دمج هذه التقنيات في أنظمة الصيانة يُحسن بشكل ملحوظ كفاءة إدارة المشاريع، ويُخفّض في الوقت نفسه تكاليف الصيانة التشغيلية على المدى الطويل (Sharma، 2019).

وقد أظهرت التجارب الدولية الناجحة في القطاع العام، ولا سيما في المدن الصناعية والمناطق الاقتصادية، أن تطبيق الصيانة الديناميكية، المدعوم بالتحول الرقمي، يُحسن موثوقية البنية التحتية واستدامتها. فعلى سبيل المثال، أثبتت حلول الصيانة التنبؤية المدعومة بالذكاء الاصطناعي قدرتها على تحسين إدارة أصول الحكومة والحد من حالات انقطاع الخدمة الطارئة، وبالتالي تعزيز جودة الخدمات وكفاءة الإنفاق العام (Khan، 2025).

تبرز أهمية دراسة الصيانة الديناميكية في القطاع العام، وخاصة في المدن الصناعية المتطورة كمدينة الجبيل الصناعية، التي تُعدّ نموذجاً يُحتذى به في تطبيق الحلول الرقمية الحديثة. ويُساعد فهم دور التحول الرقمي في تطوير إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية صانعي القرار على ترشيد استخدام الموارد، وتحسين كفاءة الأداء الحكومي، وكل ذلك يتماشى مع أهداف رؤية المملكة العربية السعودية 2030.

مشكلة الدراسة

برز التحول الرقمي كعاملٍ محوريٍّ لتعزيز الأداء المؤسسي والكفاءة التشغيلية في القطاع العام. فهو يُحسِّن تكامل الأنظمة، ويُتيح الوصول إلى البيانات في الوقت الفعلي، ويؤتمت الإجراءات، ويُمكن من اتخاذ قراراتٍ مدروسة. في الوقت نفسه، تعتمد إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية بشكلٍ كبير على البيانات الموثوقة، والاستجابة السريعة، ومرونة التخطيط، والقدرات التنبؤية لضمان موثوقية الأصول واستمرارية الخدمات. ونتيجةً لذلك، توجد علاقةٌ وثيقةٌ وفعالةٌ بين التحول الرقمي وإدارة مشاريع الصيانة الديناميكية، حيث تُشكّل التكنولوجيا الرقمية عاملاً تمكينياً أساسياً لزيادة كفاءة الصيانة، والحدّ من الأعطال غير المتوقعة، وإطالة دورة حياة الأصول.

على الرغم من الجهود الحثيثة التي تبذلها المملكة العربية السعودية لتعزيز مشاريع الحكومة الرقمية بما يتماشى مع رؤية 2030، لا يزال تطبيق التحول الرقمي ضمن إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية في القطاع العام يواجه العديد من التحديات. تشمل هذه التحديات محدودية تكامل الأنظمة، وعدم كفاية تنمية الموارد البشرية القادرة على إدارة الأدوات الرقمية المتقدمة، وصعوبة إدارة البيانات وتحليلها، وضعف مؤشرات الأداء الرقمي في بعض الجهات الحكومية.

قد يؤثر عدم التكامل الكافي بين التحول الرقمي وإدارة الصيانة الديناميكية سلباً على الأداء المؤسسي. وقد تؤدي هذه الفجوات إلى تخطيط غير فعال للصيانة، وزيادة فترات التوقف غير المتوقعة، وارتفاع تكاليف التشغيل، وتأخير المشاريع، وانخفاض جودة الخدمات العامة. وتبرز هذه الصعوبات بشكل خاص في المناطق الصناعية كمدينة الجبيل الصناعية، حيث يُعدّ موثوقية البنية التحتية والإدارة الجيدة للأصول عنصرين أساسيين لاستمرارية العمليات والتنمية المستدامة. وبناءً على ذلك، تركز مشكلة البحث على ضرورة دراسة وتحليل أثر التحول الرقمي على إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية في القطاع العام بمدينة الجبيل الصناعية، بالإضافة إلى تقييم دوره في تحسين الكفاءة التشغيلية والتغلب على التحديات القائمة.

- وانطلاقاً من هذه المسألة، يُحدد سؤال البحث الرئيسي على النحو التالي:

كيف يؤثر التحول الرقمي على إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية في القطاع العام بمدينة الجبيل الصناعية؟

- وينقسم هذا السؤال الرئيسي إلى السؤالين الفرعيين التاليين:

- إلى أي مدى تُسهم تقنيات التحول الرقمي في إدارة مشاريع الصيانة في القطاع العام بمدينة الجبيل الصناعية؟
- كيف يُسهم التحول الرقمي في تحسين تخطيط وتنفيذ ومراقبة مشاريع الصيانة الديناميكية؟

- ما هي أبرز التحديات التي تواجهها المؤسسات الحكومية عند تطبيق التحول الرقمي في إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية؟

أهمية الدراسة

تُعد هذه الدراسة البحثية بالغة الأهمية لأنها تتناول مشكلةً حرجةً ترتبط بمسارين استراتيجيين: التحول الرقمي وإدارة مشاريع الصيانة الديناميكية. وكلاهما بالغ الأهمية لتحسين الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية في القطاع العام. مع التحول السريع للمملكة العربية السعودية نحو التحول الرقمي وفقاً لرؤية 2030، يتعين على المؤسسات الحكومية إعادة بناء إجراءاتها الإدارية والفنية باستخدام نماذج رقمية جديدة تُحسن جودة الخدمات وتُقلل من هدر الموارد.

تُعد مدينة الجبيل الصناعية مثالاً بارزاً على تطبيق التحول الرقمي، بفضل طابعها الصناعي المتطور وبنيتها التحتية الذكية المتكاملة. وهذا يُهيئ بيئةً مثاليةً لدراسة تأثير التحول الرقمي على إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية في القطاع العام. تتطلب عمليات الصيانة في هذه البيئة سرعة اتخاذ القرارات، وتحليل البيانات بدقة، واستكشاف الأخطاء وإصلاحها بشكل استباقي - وكل ذلك مدعوم بالتحول الرقمي عبر أنظمة المراقبة الذكية، وإنترنت الأشياء (IoT)، والتحليلات التنبؤية. تتزايد أهمية هذه الدراسة من خلال دورها في سد الفجوة المعرفية المتعلقة باستخدام أدوات التحول الرقمي لتحسين ممارسات الصيانة في القطاع العام، لا سيما في ظل ندرة الدراسات العربية التي تتناول هذا الموضوع من منظور إداري وتطبيقي في المدن الصناعية. كما تُعد نتائج الدراسة ذات قيمة عملية مباشرة لصانعي القرار في القطاع العام والهيئات الإدارية، إذ تُوفر إطاراً لتحسين الأداء، وتطوير آليات المراقبة، وزيادة الكفاءة التشغيلية من خلال دمج التكنولوجيا في إدارة الصيانة (Mutambik، 2024).

- الأهمية العلمية

1. إثراء الأدبيات العلمية حول التحول الرقمي وتطبيقاته في إدارة المشاريع، لا سيما في قطاع الصيانة الديناميكي، والذي يتطلب دراسة متخصصة.

2. توفير إطار نظري تحليلي يربط التحول الرقمي بأساليب إدارة الصيانة الحالية في القطاع العام.
3. المساهمة في تعزيز الفهم الأكاديمي للعلاقة بين التكنولوجيا الحديثة والأداء الحكومي في المملكة العربية السعودية.

- الأهمية العملية

1. تقديم منهجية عملية لتحسين إجراءات إدارة مشاريع الصيانة في المؤسسات الحكومية بمدينة الجبيل الصناعية.
2. دعم صناع القرار في القطاع العام بأفكار عملية لتطبيق التحول الرقمي بفعالية في إدارة الصيانة.

3. المساهمة في تحقيق أهداف رؤية السعودية 2030 في التحول إلى حكومة رقمية فعّالة مبنية على الابتكار والاستدامة التشغيلية.

4. تحسين جودة الخدمات الحكومية وخفض تكاليف التشغيل من خلال تحسين أنظمة الصيانة باستخدام التحليلات الرقمية والذكاء الاصطناعي (Para-González، 2025).

أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة وتقييم تأثير التحول الرقمي على تطوير إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية في القطاع العام بمدينة الجبيل الصناعية. ويتحقق ذلك من خلال مجموعة من الأهداف المحددة، والتي تشمل:

- تحليل مدى استخدام تقنيات التحول الرقمي في إدارة مشاريع الصيانة في القطاع العام بمدينة الجبيل الصناعية.
- دراسة دور التقنيات الرقمية (مثل إنترنت الأشياء، والذكاء الاصطناعي، وتحليلات البيانات) في دعم اتخاذ القرارات المتعلقة بمبادرات الصيانة.
- تقييم التحديات والمعوقات التي تواجهها الجهات الحكومية عند تبني التحول الرقمي في مشاريع الصيانة.
- اقتراح إطار عمل استراتيجي لتسريع التحول الرقمي في إدارة الصيانة، مما يؤدي إلى زيادة الكفاءة التشغيلية والاستدامة في القطاع العام.

تساؤلات الدراسة

السؤال الرئيسي للدراسة:

- ما تأثير التحول الرقمي على نمو إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية في القطاع العام بمدينة الجبيل الصناعية، المملكة العربية السعودية؟

الأسئلة الفرعية:

- ما مدى قبول تقنيات التحول الرقمي واستخدامها في مشاريع الصيانة التابعة للقطاع العام بمدينة الجبيل الصناعية؟
- ما العلاقة بين التحول الرقمي وتحسين كفاءة وجودة أداء الصيانة الديناميكية؟

- كيف تُساعد التقنيات الرقمية (مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، وتحليلات البيانات) في اتخاذ القرارات في مشاريع الصيانة؟

- ما هي أهم العقبات والعوائق التي تحول دون تطبيق التحول الرقمي في إدارة الصيانة في القطاع العام؟
- ما هو الإطار المقترح لتطبيق التحول الرقمي لتحسين الكفاءة والاستدامة في إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية في مدينة الجبيل الصناعية؟

فرضيات الدراسة

الفرضية الرئيسية للدراسة:

- للتحول الرقمي تأثير ذو دلالة إحصائية على نمو إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية في القطاع العام بمدينة الجبيل الصناعية، المملكة العربية السعودية.

الفرضيات الفرعية:

- لهنالك علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام تقنيات التحول الرقمي (مثل الأنظمة الذكية وإنترنت الأشياء) وتحسين أداء الصيانة الديناميكية في القطاع العام بمدينة الجبيل الصناعية.
- يؤثر تطبيق الذكاء الاصطناعي وتحليلات البيانات بشكل إيجابي على جودة الخيارات الإدارية في إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية.
- هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين التحول الرقمي وانخفاض التكاليف وتقصير فترات التنفيذ لمشاريع الصيانة في القطاع العام بمدينة الجبيل الصناعية.
- يساعد التحول الرقمي على زيادة التواصل والتكامل بين فرق العمل في إدارات الصيانة، مما يؤدي إلى تحسين الأداء العام للمشروع.

النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث

يهدف هذا البحث إلى دراسة أثر التحول الرقمي في تطوير إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية، حيث تم اعتماد منهجية علمية دقيقة تجمع بين النظرية والتطبيق لضمان الوصول إلى نتائج علمية موثوقة. وقد اعتمد الباحث على نظريات حديثة في إدارة المشاريع، النظم، والتحول الرقمي، وذلك لفهم العلاقة بين استخدام التكنولوجيا الرقمية ورفع كفاءة أداء مشاريع الصيانة في مدينة الجبيل الصناعية بالمملكة العربية السعودية. يتطلب إعداد البحث العلمي اتباع خطوات منهجية دقيقة تبدأ بتحديد المتغيرات الأساسية: المتغير المستقل (التحول الرقمي) والمتغير التابع (إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية)، ومن ثم تحليل العلاقة بينهما باستخدام أدوات بحث كمية ونوعية. كما يسعى البحث إلى تقديم إطار نظري متكامل يربط بين المفاهيم الرقمية الحديثة وممارسات الإدارة العملية (Chen، 2025).

- المنهج الوصفي التحليلي

يعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي كإطار أساسي لفهم الظواهر كما هي موجودة في الواقع دون تدخل مباشر من الباحث. ويتيح هذا المنهج دراسة العلاقة بين المتغيرات من خلال جمع البيانات الميدانية وتحليلها بطريقة علمية. في هذا البحث، تم جمع معلومات حول مستوى التحول الرقمي في مشاريع الصيانة وطرق إدارة المشاريع الديناميكية، بهدف تحديد مدى تأثير التحول الرقمي على كفاءة الأداء. كما أن هذا المنهج يساعد على استكشاف التحديات العملية التي تواجه المؤسسات الصناعية عند تطبيق الحلول الرقمية، وهو ما يجعل النتائج قابلة للتطبيق الفعلي في بيئة العمل (Liu، 2026).

- النظرية النظمية في إدارة المشاريع

تستند الدراسة إلى النظرية النظمية، التي تؤكد أن أي مشروع يمكن اعتباره نظامًا متكاملًا يتكون من عناصر مترابطة مثل الموارد البشرية، المعدات، والعمليات التشغيلية. ويُعد التحول الرقمي أحد العوامل التي تؤثر على كل عناصر هذا النظام، حيث يؤدي إدخال أدوات وتقنيات رقمية إلى تحسين التنسيق الداخلي، تقليل الأخطاء، وتسريع اتخاذ القرارات. تساهم هذه النظرية في فهم الديناميكيات الداخلية لمشاريع الصيانة الديناميكية، كما تساعد الباحث على تصميم نموذج يوضح كيفية تحسين الأداء العام للمشروع من خلال التحول الرقمي، مع مراعاة الترابط بين العناصر المختلفة للنظام (Ogunbukola، 2024).

- النظرية الحديثة للتحويل الرقمي وإدارة المعرفة

يعتمد البحث أيضًا على النظرية الحديثة لإدارة المعرفة والتحول الرقمي، والتي توضح أن دمج التكنولوجيا الرقمية في مشاريع الصيانة يشمل أكثر من مجرد استخدام الأجهزة والبرامج، بل يمتد إلى تطوير مهارات العاملين وتحسين تبادل المعلومات داخل المشروع. وفق هذه النظرية، يساهم التحول الرقمي في تعزيز قدرة المشروع على اتخاذ قرارات سريعة ودقيقة، تحسين مرونة العمليات التشغيلية، وتقليل الأعطال والخسائر. كما أن تطبيق مفاهيم إدارة المعرفة الرقمية يساعد المؤسسات على بناء قاعدة بيانات موثوقة تدعم استدامة الأداء العالي وتحقيق الأهداف الاستراتيجية (Sayed، 2022).

- الأساليب الكمية والنوعية في جمع البيانات

اعتمد البحث على الأسلوب المزدوج الكمي والنوعي لضمان الحصول على نتائج دقيقة وشاملة. ففي الجانب الكمي، تم توزيع استبيانات على المهندسين والمديرين لمشاريع الصيانة لتقييم مستوى التحول الرقمي وأثره على الأداء. أما في الجانب النوعي، فقد أُجريت مقابلات مع بعض المسؤولين والخبراء في المشاريع للحصول على رؤى متعمقة حول التحديات والفرص العملية. تم تحليل البيانات باستخدام أساليب إحصائية حديثة لتحديد العلاقة بين المتغيرات، كما ساعد هذا النهج على الجمع بين نتائج الملاحظة العملية والاستنتاج النظري، مما يعزز من قوة وموثوقية نتائج البحث (Alghamdi، 2024).

الفصل الثاني

الدراسات السابقة

المقدمة

يشكل الفصل الثاني من هذه الدراسة من أهم الفصول التي تُسهم في تأسيس الإطار العلمي والمنهجي للبحث، حيث يهدف إلى تقديم فهم شامل وعميق للموضوع محل الدراسة. يحتوي هذا الفصل على التحليل العلمي والموضوعي للعوامل المختلفة التي تؤثر في تطوير إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية في ظل التحول الرقمي، مع التركيز على ربط النظرية بالتطبيق العملي في بيئة العمل بمدينة الجبيل الصناعية. ويتيح هذا الفصل للقارئ الاطلاع على المفاهيم الأساسية التي تُسهم في تفسير الظواهر المرتبطة بكفاءة أداء المشاريع، إضافة إلى توضيح الأسس العلمية والمنهجية التي استند إليها الباحث في جمع البيانات وتحليلها لاحقًا.

يمثل هذا الفصل جسرًا بين المعرفة النظرية والتطبيق العملي، حيث يوضح كيف يمكن للتطورات الرقمية الحديثة أن تُعيد تشكيل أساليب إدارة المشاريع وتطويرها، ويبرز الدور الذي تلعبه الأدوات الرقمية في تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل الأخطاء والتأخيرات في المشاريع الديناميكية. ويتيح هذا الفصل أيضًا للقارئ التعرف على العلاقة بين ممارسات الإدارة التقليدية والنهج الرقمي الحديث، مما يوفر أساسًا علميًا لفهم أثر التحول الرقمي على أداء المشاريع بشكل متكامل.

تتمثل أهمية هذا الفصل أيضًا في أنه يتيح للباحث والقارئ على حد سواء الاطلاع على الدراسات السابقة والمراجع العلمية المرتبطة بالموضوع، مما يساعد على إبراز الجوانب النظرية التي تدعم البحث، وتوضيح الممارسات الميدانية التي تم اختبارها في بيئات مشابهة. ويعمل الفصل على رصد التجارب السابقة، وتحليل النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسات، ومن ثم استنتاج العوامل المؤثرة على نجاح إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية، مع إظهار الفجوات البحثية التي يسعى البحث الحالي لمعالجتها.

كما يوفّر الفصل الثاني رؤية منهجية متكاملة لفهم السياق العام الذي تعمل فيه مشاريع الصيانة، حيث يُساعد على تحديد عناصر القوة والضعف، والفرص والتحديات المرتبطة بالتحول الرقمي. ومن خلال هذا التحليل، يمكن للقارئ فهم كيف يمكن للمتغيرات المختلفة أن تتفاعل معًا لتعزيز أو تثبيط أداء المشاريع، وبالتالي بناء قاعدة علمية صلبة لتفسير النتائج التي سيتم عرضها لاحقًا في الفصول التطبيقية للبحث.

يمثل هذا الفصل خطوة حيوية نحو تقديم نموذج بحثي شامل ومتكامل، يمكن أن يكون مرجعًا علميًا يساعد المؤسسات الصناعية في تحسين أساليب إدارة مشاريع الصيانة، وزيادة كفاءتها وفعاليتها من خلال دمج التقنيات الرقمية الحديثة. كما أنه يؤسس لفهم علمي يمكن البناء عليه لتقديم توصيات عملية قابلة للتطبيق، تعزز من مستوى الأداء المؤسسي وتدعم استدامة التطوير الرقمي في بيئة العمل الصناعي بمدينة الجبيل.

المتغير التابع والمستقل

- المتغير التابع: كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية

يعد كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية المتغير التابع في هذه الدراسة، حيث يمثل النتيجة التي يسعى البحث إلى قياس تأثير العوامل المختلفة عليها. يُقصد بكفاءة الإدارة هنا القدرة على تنظيم وإدارة جميع عمليات الصيانة بطريقة ديناميكية ومرنة تتيح تلبية متطلبات العمل بكفاءة عالية وتقليل الوقت والتكاليف المرتبطة بالأعطال أو التوقفات التشغيلية.

يتضمن هذا المفهوم مجموعة من المؤشرات الأساسية مثل قدرة المشروع على الالتزام بالجدول الزمنية المحددة، جودة أداء أعمال الصيانة، تقليل الأعطال المتكررة، تحسين استخدام الموارد المادية والبشرية، وزيادة القدرة على الاستجابة للتغيرات المفاجئة في بيئة العمل. ويُعتبر هذا المتغير حجر الزاوية في البحث لأنه يعكس مدى نجاح تطبيق التحول الرقمي على الممارسات التشغيلية للمشاريع، ويعكس فعالية الاستراتيجيات المستخدمة في تطوير الصيانة الديناميكية.

- المتغيرات المستقلة

تركز الدراسة على ثلاثة متغيرات مستقلة رئيسية يُعتقد أنها تؤثر بشكل مباشر على كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية:

1. تطبيقات التحول الرقمي في تخطيط الصيانة

يمثل هذا المتغير جميع الأدوات والتقنيات الرقمية التي تُستخدم لتحسين عملية تخطيط وتنظيم أعمال الصيانة. ويشمل ذلك استخدام البرمجيات المتخصصة لتحديد جداول الصيانة الوقائية، إدارة الموارد، وتوقع الأعطال المستقبلية. يساعد تطبيق التحول الرقمي في التخطيط على زيادة دقة القرارات، تقليل الهدر في الموارد، وتحسين مستوى التنسيق بين الفرق المختلفة، مما ينعكس إيجابياً على الأداء العام للمشاريع.

2. استخدام أنظمة المراقبة والتحليل الذكي

يتعلق هذا المتغير بتطبيق تقنيات المراقبة والتحليل الذكي، مثل أنظمة الاستشعار الرقمية، أجهزة إنترنت الأشياء (IoT)، وبرمجيات التحليل التنبؤي للبيانات التشغيلية. تهدف هذه الأنظمة إلى جمع البيانات في الوقت الحقيقي، تحليلها، وتقديم مؤشرات دقيقة تساعد على التنبؤ بالمشكلات قبل حدوثها، وبالتالي تمكين الفرق من اتخاذ إجراءات تصحيحية سريعة. ويُسهم هذا التحليل الذكي في تحسين سرعة الاستجابة للأعطال، وزيادة دقة الصيانة، وتعزيز كفاءة العمليات التشغيلية للمشاريع.

3. التدريب والتطوير الرقمي للموظفين

يشمل هذا المتغير البرامج التدريبية والورش العملية التي تهدف إلى تطوير مهارات الموظفين في التعامل مع التقنيات الرقمية الحديثة، سواء كانت متعلقة بتطبيقات التخطيط أو أنظمة المراقبة والتحليل. يمثل الاستثمار في التدريب الرقمي عاملاً أساسياً لضمان استمرارية تطبيق التحول الرقمي بشكل فعال، حيث يمكن للموظفين المؤهلين رقمياً تنفيذ العمليات بكفاءة أعلى، التعامل مع المشكلات الطارئة بسرعة، والمساهمة في تحسين أداء المشاريع بشكل عام.

العلاقة بين المتغيرات

تشير الفرضية الأساسية لهذه الدراسة إلى وجود علاقة إيجابية بين المتغيرات المستقلة (تطبيقات التحول الرقمي في تخطيط الصيانة، استخدام أنظمة المراقبة والتحليل الذكي، والتدريب والتطوير الرقمي للموظفين) والمتغير التابع (كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية). بمعنى آخر، كلما زاد مستوى تطبيق التقنيات الرقمية وتطوير مهارات العاملين في مجال الصيانة، زادت القدرة على إدارة المشاريع بشكل ديناميكي وفعال، وتحسين جودة الأداء، وتقليل الأعطال والتكاليف التشغيلية.

تعتمد هذه العلاقة على فكرة أن التحول الرقمي لا يقتصر على تبني أدوات حديثة فحسب، بل يشمل أيضاً تحسين العمليات التشغيلية، تطوير الكفاءات البشرية، وتعزيز قدرة المؤسسة على الاستجابة للتحديات والمتغيرات الطارئة. ومن خلال قياس أثر هذه المتغيرات المستقلة على المتغير التابع، يمكن للبحث تقديم توصيات عملية تهدف إلى رفع كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية في المؤسسات الصناعية بمدينة الجبيل الصناعية.

الدراسات السابقة

يعتمد تحقيق رؤية المملكة العربية السعودية 2030 بشكل كبير على التنفيذ الناجح للمشاريع العملاقة، مما يتطلب تجديدًا رقميًا كبيرًا لتخطيط البناء التقليدي. تبحث هذه الدراسة في كيفية قيام الأدوات الرقمية مثل نمذجة معلومات البناء رباعية الأبعاد / خماسية الأبعاد (BIM) والجدولة المدعومة بالذكاء الاصطناعي وأنظمة إدارة المشاريع المستندة إلى السحابة (PMMS) بتحويل إجراءات التخطيط لمشاريع مثل مشروع القدية ومشروع البحر الأحمر. وجدت الدراسة أن التخطيط الرقمي يقلل من أخطاء التخطيط بنسبة 20-30٪، ويحسن من توافق أصحاب المصلحة، ويسرع دورات تسليم المشروع. تشير الدراسة إلى أن التحول الرقمي في التخطيط ليس مفيداً فحسب، بل مطلوب أيضاً، لتحقيق أهداف رؤية 2030. تبحث هذه الدراسة في

التأثير التحويلي للتقنيات الرقمية على تخطيط البناء في المشاريع العملاقة في المملكة العربية السعودية، وخاصة في سياق رؤية 2030. وتؤكد على استخدام تقنيات مثل نمذجة معلومات البناء رباعية الأبعاد / خماسية الأبعاد، والجدولة المدعومة بالذكاء الاصطناعي، وأنظمة إدارة المشاريع المستندة إلى السحابة. وجدت الدراسة أن هذه التطورات الرقمية تُقلل بشكل كبير من أخطاء التخطيط، وتُحسن مشاركة أصحاب المصلحة، وتُسرع إنجاز المشاريع. وأخيرًا، يُشدد التقرير على أهمية تبني التغيير الرقمي لتحقيق الأهداف النبيلة لرؤية 2030 (Gohar، 2025).

برز التحول الرقمي كمحرك أساسي للابتكار العالمي، وتشارك دول مجلس التعاون الخليجي بنشاط في هذا الاتجاه. يقدم هذا البحث المنهجي تقييمًا مفصلاً للتحول الرقمي في قطاع النفط والغاز في دول مجلس التعاون الخليجي على مدى العقد الماضي. تبحث هذه الدراسة في أنماط إنتاج الأبحاث والانتماءات وأنواع المنشورات باستخدام تحليل بليومتري شامل لـ 505 وثيقة تم الحصول عليها من قاعدة بيانات سكوبس. توضح البيانات تغييرات ديناميكية في إنتاج الأبحاث، حيث شهدت دول مجلس التعاون الخليجي ارتفاعًا كبيرًا في المنشورات في السنوات الأخيرة، مما يعكس الاتجاهات العالمية، وإن كان على نطاق أقل. على الرغم من هذا النمو، تمثل أوراق دول مجلس التعاون الخليجي في عام 2023 حوالي 30٪ من إجمالي العقد، مما يؤكد الحاجة إلى استمرار الاستثمار في البحث والتعاون الدولي لتعزيز الإنتاج العلمي. تُظهر النتائج الرئيسية أن الإمارات العربية المتحدة هي أكبر مانح للمنشورات (35٪)، تليها المملكة العربية السعودية (29٪)، والكويت (26٪). لدى عُمان والبحرين وقطر عدد قليل نسبيًا من المنشورات، مما يشير إلى مجالات محتملة لزيادة الاهتمام بالدراسة. تُشكل أوراق المؤتمرات 92٪ من جميع المنشورات العلمية، مما يؤكد أهميتها في توصيل نتائج الأبحاث بكفاءة. وقد أشارت دراسة لأبرز ست مؤسسات بحثية عالمية في مجال التحول الرقمي في قطاع النفط والغاز إلى أنها تُمثل حوالي 26٪ من المنشورات العالمية في هذا المجال. تُسهم هذه الدراسة في الحوار العالمي حول تبني التكنولوجيا والابتكار والتنمية المستدامة من خلال تجميع الأدبيات الحالية. كما تؤكد على الحاجة إلى الاستثمار البحثي المستمر والتدابير الاستراتيجية لتحسين الإنتاج العلمي في سياق التحول الرقمي في قطاع النفط والغاز بدول مجلس التعاون الخليجي. تُساعد هذه الدراسة صانعي السياسات وقادة الصناعة والباحثين على تطوير المبادرات الرقمية في جميع أنحاء دول مجلس التعاون الخليجي من خلال تقديم تحليلات ثاقبة للمساهمات الإقليمية (Al-Hajri، 2024).

سعت دراسة (Jamshid، 2024) إلى تحليل الوضع الحالي والحاجة إلى تعليم إدارة المشاريع (PME). تتزايد أهمية إدارة المشاريع كموضوع أساسي لتحقيق نتائج فعالة للمشروع في مجموعة متنوعة من الشركات والقطاعات. وقد ازدادت الحاجة إلى متخصصين مؤهلين في إدارة المشاريع في المملكة العربية السعودية نتيجة للعديد من مشاريع التطوير والبرامج الطموحة مثل

نيوم. استخدمت الدراسة نهجًا نوعيًا متعدد الأساليب للحصول على فهم شامل للهدف. في المرحلة الأولى، أجريت مراجعة منهجية للأدبيات (SRL) للتحقيق في الوضع الحالي لتعليم إدارة المشاريع في المملكة العربية السعودية. تضمنت الخطوة الثانية مقابلات منظمة مع متخصصين للتعمق في الظاهرة. كما تم تضمين ثلاث دراسات حالة للمساعدة في دعم النتائج وشرحها وتعميمها. تحدد الدراسة مزايا وعيوب تعليم إدارة المشاريع. كما تقدم توصيات لزيادة جودة وفعالية تعليم إدارة المشاريع في المملكة العربية السعودية. علاوة على ذلك، تقترح الدراسة دراسة عدة مسارات لتحسين تعليم إدارة المشاريع في البلاد. يقدم البحث فحصًا رائدًا للتعليم الطبي المهني في المملكة العربية السعودية. ويستخدم الكتاب نهجًا متعدد الأساليب للكشف عن رؤى فريدة فيما يتعلق بالمشهد التعليمي في المملكة وكيف يتماشى مع المعايير الصناعية العالمية.

يُعد ابتكار الخدمات جزءًا مهمًا من تطور القطاعات الصناعية العالمية، حيث يعمل كمحرك للنمو والقدرة على التكيف. وفي إطار القطاع الصناعي في المملكة العربية السعودية، يُعد ابتكار الخدمات أمرًا بالغ الأهمية، إذ يعكس التقاء الإبداع والديناميكية الاستراتيجية اللازمة لتحقيق الأهداف النبيلة المحددة في رؤية السعودية 2030. تقدم هذه الدراسة فحصًا شاملاً لابتكار الخدمات داخل هذا القطاع الحيوي، مع تسليط الضوء على الحاجة إلى مهارات ديناميكية في تطوير نظام بيئي مستدام ومرن لابتكار الخدمات. واستنادًا إلى فحص شامل للأدبيات، توصلت الدراسة إلى زيادة في المشاركة الإقليمية بالأساليب المبتكرة على مدى العقد الماضي، مع الكشف أيضًا عن ثغرات محددة في البحث حول ابتكار الخدمات. تم استخدام نهج شامل ومختلط الأساليب، والذي يتضمن تحليلًا مفصلاً للتقارير السنوية وتقارير الاستدامة للشركات، واستطلاعًا مستهدفًا لخبراء الابتكار وتطوير الأعمال في القطاع، ورؤى مفصلة مستمدة من مقابلات الخبراء التي أجريت باستخدام تقنيات تقييم الإجماع (CAT). وجدت الدراسة وجود صلة مهمة بين متانة القدرات الديناميكية وأداء ابتكار الخدمات، حيث ظهرت التعاونات الاستراتيجية والتطورات الرقمية كمحركات مهمة لهذا الارتباط الإيجابي. يكشف الاستعراض الشامل لتقنيات ابتكار الخدمات في الصناعات المهمة مثل الطاقة والنفط والغاز والبتر وكيمائيات عن قطاع في مرحلة انتقالية، يهدف إلى هيكل اقتصادي أكثر تنوعًا واستدامة. في حين تُظهر بيانات المسح مستوى متواضعًا من المؤثوقة، فإن تقييمات الخبراء تقدم رؤى ثاقبة حول الحقائق الأعمق لتطبيق هذه القدرات الديناميكية في القطاع. وتختتم الدراسة بمجموعة من الاقتراحات الاستراتيجية التي تسلط الضوء على الحاجة إلى تنمية ثقافة قوية لابتكار الخدمات، وتعزيز الشبكات التعاونية، ودمج التقنيات الرقمية بحذر. لا تعكس هذه الأفكار المساهمات النظرية فحسب، بل تعمل أيضًا كدليل عملي للمديرين التنفيذيين والسياسيين في الصناعة الذين يسعون إلى دفع القطاع الصناعي السعودي نحو النمو طويل الأجل والأهمية العالمية (Alshareef, 2025).

تبحث دراسة (Alshehri، 2025) في دور المساحات الخضراء الحضرية في تعزيز التواصل الاجتماعي بين سكان الأحياء. وتؤكد على أهمية الحدائق الحضرية، لا سيما في ضوء رؤية المملكة العربية السعودية 2030، وتبرز النهج الاستباقي لمدينة الجبيل الصناعية في تطوير الحدائق وتوزيعها. وتبحث الدراسة في مدى وضوح الحدائق والجوانب المؤثرة في تجارب المستخدمين، مثل سهولة الوصول إليها والمرافق المتوفرة فيها. كما تُظهر كيف يؤثر تصميم الحدائق على التفاعلات الاجتماعية. علاوة على ذلك، تؤكد الدراسة على أهمية التواصل الاجتماعي في الحدائق المحلية، لا سيما بين مختلف الفئات العرقية والعمرية. تُقدم هذه النتائج رؤى قيّمة للجهود المستقبلية الرامية إلى تحسين جودة المساحات الخضراء وتوفير قنوات فعّالة للتفاعل الاجتماعي بين السكان. ويقدم التقرير توصيات لتحسين تجربة مستخدمي الحدائق وتشجيعهم على استخدامها.

مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) ضرورية لنجاح أي مشروع بناء. يُعدّ وضع مؤشرات أداء رئيسية تُعدّ معايير موضوعية لمراقبة نجاح المشروع أسلوبًا شائعًا في قياس أداء مشاريع البناء. يُعتبر المشروع ناجحًا عادةً إذا تم إنجازه في الموعد المحدد، وفي حدود الميزانية، وبالجودة المطلوبة - وهو مفهوم يُعرف باسم "المثلث الحديدي". ومع ذلك، تُشير الأبحاث إلى أن هذا الافتراض بعيد كل البعد عن الصحة. فبالإضافة إلى المثلث الحديدي، يجب على قطاع البناء مراعاة عناصر نجاح أساسية أخرى. ونتيجةً لذلك، تتناول هذه الدراسة مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) لمشاريع البناء السعودية. استخدم استبيان كمصدر بيانات رئيسي لتحديد أهم مؤشرات الأداء الرئيسية لمشاريع البناء. جُمعت البيانات الثانوية من خلال بحث شامل في الأدبيات ذات الصلة، وتم تحديد أهم مؤشرات الأداء الرئيسية لمشاريع البناء السعودية وتقييمها باستخدام استبيان. ووفقًا للاستبيان، فإن أهم مؤشرات الأداء الرئيسية هي الوقت، والتكلفة، والجودة، والسلامة، والبناء المستدام، ورضا العملاء والمستخدمين النهائيين، وإدارة المخاطر، وإنتاجية العمالة، والربحية. تساهم هذه الدراسة في تعزيز المعرفة المتعلقة بمقاييس الأداء المهمة لمشاريع البناء في المملكة العربية السعودية (Hussain، 2022).

التعليق على الدراسات السابقة:

- أوجه التشابه في الدراسات السابقة

تتفق جميع الدراسات (جوهر، 2025؛ الهاجري، 2024؛ جمشيد، 2024؛ والشريف، 2025) على أن التحول الرقمي أداة بالغة الأهمية لتحسين الأداء التنظيمي والكفاءة التشغيلية في مجموعة متنوعة من الصناعات (البناء، والتعليم، والنفط والغاز، والخدمات العامة).

ركزت معظم الدراسات على ربط التحول الرقمي بأهداف رؤية 2030، والتي تشمل تحقيق التنمية المستدامة، وتنويع الاقتصاد، وتحسين الخدمات الحكومية من خلال الابتكار التكنولوجي.

استخدمت الأبحاث السابقة مزيجًا من التحليل الكمي والنوعي، مثل المراجعات المنهجية للأدبيات (SRLs)، والمقابلات المنظمة، وتحليل البيانات البليومتريّة، لقياس التقدم الرقمي.

وجدت جميع الدراسات أن استخدام تقنيات مثل نمذجة معلومات المباني (BIM)، والذكاء الاصطناعي، والحوسبة السحابية، وإنترنت الأشياء (IoT) يساعد على تقليل الأخطاء، وتحسين التواصل، وتسريع تنفيذ المشاريع.

ووفقًا للبحث، فإن التحول الرقمي لا يقتصر على التكنولوجيا فحسب؛ وهذا يستلزم أيضًا تدريب القدرات الرقمية للأشخاص وخلق ثقافة تنظيمية تعزز الإبداع والتغيير.

- أوجه الاختلاف في الدراسات السابقة

ركزت دراسة جواهر (2025) على قطاع البناء والمشاريع العملاقة مثل مشروع القدية ومشروع البحر الأحمر.

ركزت دراسة الهاجري (2024) على التحول الرقمي لقطاع النفط والغاز في دول مجلس التعاون الخليجي.

ركزت دراسة جمشيد (2024) على تعليم إدارة المشاريع في المؤسسات التعليمية السعودية.

تناولت دراسة الشريف (2025) الابتكار الصناعي وقطاع الخدمات، بينما ركزت دراسة الشهري (2025) على البيئة الحضرية والمساحات الخضراء.

استخدمت بعض الأبحاث مناهج كمية، مثل المسوحات وتحليل مؤشرات الأداء (حسين، 2022).

واستخدمت دراسات أخرى منهجيات نوعية أو هجينة، مثل المقابلات ودراسات الحالة (جمشيد، 2024؛ الشريف، 2025).

ركزت بعض الدراسات على التأثير المباشر للتكنولوجيا، مثل تقليل الأخطاء أو توفير التكاليف (جواهر، 2025).

ركزت دراسات أخرى على الآثار المعرفية والسلوكية، مثل التطوير التعليمي أو بناء ثقافة رقمية للشركات (جمشيد، ٢٠٢٤؛ الشريف، ٢٠٢٥).

ركزت بعض الدراسات بشكل رئيسي على المملكة العربية السعودية، بينما تناولت دراسات أخرى دول مجلس التعاون الخليجي بأكملها (الهاجري، ٢٠٢٤).

- الفجوات البحثية التي يميزها البحث الحالي

على الرغم من وفرة الأبحاث حول التحول الرقمي في قطاعات مثل البناء والنفط، إلا أن هناك دراسات قليلة تربط التحول الرقمي بإدارة مشاريع الصيانة الديناميكية في القطاع العام السعودي، ولا سيما في مدينة الجبيل الصناعية.

ركزت معظم الدراسات على الإصلاح الاستراتيجي أو الإداري، دون التعمق في كيفية دمج التكنولوجيا الذكية (مثل إنترنت الأشياء أو الذكاء الاصطناعي) في مراقبة وتنفيذ أعمال الصيانة اليومية.

لم تتناول الأبحاث السابقة تحديدًا صياغة مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) لإدارة الصيانة الديناميكية في بيئة التحول الرقمي. ركزت غالبية الدراسات على القطاع التجاري أو المشاريع واسعة النطاق، بينما تفتقر الأبحاث الأكاديمية إلى دراسات عملية في القطاع العام، والتي تتناول البنية التحتية والصيانة التشغيلية.

هناك نقص ملحوظ في الوعي بالعوائق الفنية والإدارية والثقافية التي تحول دون تطبيق التحول الرقمي في مشاريع الصيانة العامة.

الإطار النظري للدراسة

تستند هذه الدراسة إلى مجموعة من الأطر النظرية والمفاهيم العلمية التي تفسر العلاقة بين التحول الرقمي وتطوير إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية في القطاع العام، وذلك في ضوء التطورات الحديثة في مجالات الإدارة، والهندسة الرقمية، وإدارة الأصول. وتُستخدم هذه الأطر لتفسير طبيعة المتغيرات الرئيسية في الدراسة، وتحليل تأثير التحول الرقمي كمتغير مستقل على إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية كمتغير تابع، مع الأخذ في الاعتبار العوامل التنظيمية والتقنية والبشرية المؤثرة في هذه العلاقة.

1. نظرية النظم

تُعرف نظرية النظم المنظمات بأنها أنظمة معقدة تتكون من مكونات مترابطة ومتكاملة تعمل معًا لتحقيق أهداف مشتركة. في القطاع العام، تُعد إدارة الصيانة نظامًا فرعيًا بالغ الأهمية يؤثر بشكل مباشر على مرونة البنية التحتية واستمرارية الخدمات. يُحسن التحول الرقمي تكامل النظام من خلال دمج البيانات والموارد البشرية والمعدات والمنصات الرقمية في بيئة تشغيلية واحدة. يتيح هذا التكامل تبادل المعلومات في الوقت الفعلي واتخاذ القرارات بشكل متزامن. وفقًا لهذا المنظور النظري، تعتمد الصيانة الديناميكية الفعالة على قوة التفاعلات بين مكونات النظام. يُخلّ ضعف التكامل الرقمي بتوازن النظام، ويُقلّل من كفاءة الصيانة، ويُحدّ من أداء المنظمة، ولذلك تُعدّ نظرية النظم أساسية لفهم إدارة الصيانة المُمكنة رقميًا (Große، 2023).

2. نظرية الابتكار التكنولوجي

تدرس نظرية الابتكار التكنولوجي كيفية قبول التقنيات الجديدة داخل الشركات والعوامل المؤثرة في قبولها (Mbatha, 2024). تنص هذه النظرية على أن التبني مدفوع بالفوائد المتوقعة، وسهولة الاستخدام، والتوافق مع الإجراءات القائمة، وجاهزية المنظمة. يعتمد التحول الرقمي في إدارة الصيانة الديناميكية على تقبل الموظفين لأدوات مثل أنظمة إدارة الصيانة المحوسبة (CMMS) وأجهزة استشعار إنترنت الأشياء (IoT) والذكاء الاصطناعي. وتُعدّ مؤسسات القطاع العام التي تُولي أهمية للقيادة الداعمة، وتطوير المواهب الرقمية، وثقافة الابتكار الإيجابية، أكثر عرضةً للنجاح في التحول الرقمي. تُفسّر هذه النظرية سبب اختلاف نتائج المبادرات الرقمية المتشابهة بين المؤسسات، مؤكدةً على أهمية المتغيرات البشرية والتنظيمية كعوامل رئيسية للتنبؤ بالنجاح.

3. نظرية إدارة الصيانة الديناميكية

تتمثل مبادئ إدارة الصيانة الديناميكية في المرونة، والقدرة على التكيف، واتخاذ القرارات بناءً على البيانات. وعلى عكس الصيانة الوقائية أو التصحيحية التقليدية، تكيف الصيانة الديناميكية في الوقت الفعلي مع حالة الأصول والتغيرات التشغيلية. ويركز هذا النهج النظري على حلول الصيانة التنبؤية والقائمة على الحالة، والمدعومة بالمراقبة والتحليلات المستمرة. ويُعدّ التحول الرقمي عاملاً حاسماً في تسهيل هذه العملية من خلال توفير البيانات في الوقت المناسب، والتنبيهات التلقائية، والجدولة الذكية. ووفقاً لهذا المفهوم، تُعزز القرارات الاستباقية فعالية الصيانة أكثر من القرارات التفاعلية. وفي القطاع العام، تُحسّن الصيانة الديناميكية من مرونة البنية التحتية، وتُقلل من فترات التوقف غير المخطط لها، وتضمن الاستخدام طويل الأجل للأصول العامة (Menon, 2024).

4. نظرية قدرات التحول الرقمي

تُبرز نظرية قدرات التحول الرقمي أن التكنولوجيا وحدها لا تضمن أداءً أفضل، بل إن القدرات التنظيمية هي التي تحدد النجاح. وتشمل هذه القدرات البنية التحتية الرقمية، والموارد البشرية المدربة، وحوكمة البيانات، ودعم القيادة، وتحويل العمليات. في برامج الصيانة الديناميكية، تُتيح القدرات الرقمية القوية جمع البيانات بدقة، والتحليل التنبؤي، وتنسيق أنشطة الصيانة. مع ذلك، فإن ضعف المهارات يُحد من فوائد التقنيات الرقمية ويؤدي إلى أنظمة مجزأة. تؤكد هذه النظرية على أهمية تطوير

مؤسسات القطاع العام لقدرات رقمية شاملة للاستفادة الكاملة من برامج التحول. كما تُؤسس إطارًا لتحديد الجاهزية وتفسير تباينات الأداء في مشاريع الصيانة.

5. علاقة متغيرات الدراسة

تستند العلاقة النظرية بين التحول الرقمي وإدارة مشاريع الصيانة الديناميكية إلى تكامل التكنولوجيا والأنظمة والقدرات التنظيمية. يُعد التحول الرقمي المتغير المستقل الذي يؤثر على تخطيط الصيانة وتنفيذها ومراقبتها والاستجابة لها. أما إدارة الصيانة الديناميكية فهي المتغير التابع الذي يعكس الكفاءة التشغيلية وجودة الخدمة. تُشير النماذج النظرية إلى أن التحول الرقمي الأقوى يؤدي إلى أساليب صيانة أكثر تكيفًا وفعالية. في المقابل، يؤدي غياب التكامل الرقمي إلى الصيانة التفاعلية، وزيادة النفقات، وانخفاض موثوقية الخدمة. وتشكل هذه العلاقة الأساس المفاهيمي للدراسة، وتوجه البحث التجريبي.

الفصل الثالث

منهجية الدراسة

يعد الفصل الثالث من هذه الدراسة خطوة جوهرية نحو بناء الأساس المنهجي للبحث، حيث يسعى إلى توضيح الطريقة العلمية التي تم من خلالها جمع وتحليل البيانات لضمان دقة النتائج وموثوقيتها. يمثل هذا الفصل خريطة الطريق التي توضح كيفية تنفيذ البحث بشكل منهجي، بدءًا من تحديد مصادر المعلومات وصولًا إلى الإجراءات العلمية المتبعة لضمان الالتزام بأعلى معايير الدقة والموضوعية. ويهدف إلى تمكين القارئ من فهم كيفية تنظيم البحث، وإعطاء صورة واضحة عن الإجراءات المتخذة لجمع البيانات وتحليلها، بما يضمن أن تكون النتائج قابلة للتطبيق وموثوقة في سياق إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية والتحول الرقمي.

يبرز الفصل الثالث أهميته في أنه يربط بين الإطار النظري الذي تم عرضه في الفصل السابق والتطبيق العملي للبحث، إذ يوفر الأسس العلمية التي تمكن الباحث من اختبار الفرضيات وتحليل العلاقة بين المتغيرات المختلفة. ومن خلال عرض التفاصيل المنهجية بأسلوب شامل، يمكن للقارئ تقييم مدى دقة البحث وموثوقية نتائجه، مما يعزز من مصداقية الدراسة ويساعد على استنتاج نتائج علمية تدعم اتخاذ القرارات في بيئة العمل الواقعية.

كما يقدم هذا الفصل صورة واضحة عن نطاق البحث وحدوده، ويشرح كيفية تحديد مجتمع الدراسة بطريقة علمية دقيقة، مع توضيح الأسس التي تم اعتمادها لاختيار المشاركين. هذا يضمن أن تكون النتائج تمثيلية للمجتمع المدروس، ويتيح للقارئ فهم العلاقة بين البيانات المستخلصة والسياق العملي الذي أُجريت فيه الدراسة. ويُسهّم هذا في تعزيز القدرة على تفسير النتائج وربطها بالواقع العملي لمشاريع الصيانة الديناميكية في مدينة الجبيل الصناعية.

يعد الفصل الثالث أيضًا أداة هامة لفهم الخطوات المنهجية التي تم اتباعها لجمع البيانات وتحليلها، إذ يوضح الإجراءات العلمية المتبعة لضمان صحة المعلومات ومصداقيتها. ويتيح هذا الفصل للباحث والقارئ على حد سواء التعرف على الطرق المعتمدة لضمان شمولية البيانات ودقتها، مما يضمن أن تكون الاستنتاجات التي سيتم التوصل إليها لاحقًا مبنية على أساس علمي متين، وتساعد في تقديم توصيات عملية قابلة للتطبيق.

يمثل هذا الفصل الرابط الأساسي بين النظرية والتطبيق العملي في الدراسة، إذ يوفر أساسًا علميًا قويًا لفهم كيفية جمع البيانات وتحليلها بطريقة منهجية. كما يتيح هذا الفصل تقييمًا دقيقًا لنتائج البحث، ويؤسس لفهم شامل يربط بين التحولات الرقمية وأثرها على تطوير إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية، مما يعزز من القيمة العلمية والعملية للدراسة، ويجعلها مصدرًا موثوقًا للممارسين والباحثين على حد سواء.

مجتمع البحث

يشكل مجتمع البحث أحد العناصر الأساسية في أي دراسة علمية، إذ يمثل الإطار الذي يتم من خلاله جمع البيانات وتحليلها للوصول إلى نتائج دقيقة وموثوقة. في هذه الدراسة، يتركز اهتمام الباحث على مجتمع البحث المكون من جميع الجهات والأفراد المرتبطين بتنفيذ مشاريع الصيانة الديناميكية في مدينة الجبيل الصناعية بالمملكة العربية السعودية. ويهدف تحديد مجتمع البحث بدقة إلى ضمان تمثيل النتائج للواقع العملي، وتوفير قاعدة علمية صلبة يمكن من خلالها تحليل أثر التحول الرقمي على كفاءة إدارة المشاريع.

يمتاز مجتمع البحث في هذه الدراسة بتنوع مكوناته، حيث يشمل المهندسين والفنيين المتخصصين في الصيانة، والمديرين والمسؤولين عن تخطيط وتنفيذ المشاريع، بالإضافة إلى فرق الدعم الفني والإداري الذين يلعبون دورًا مباشرًا في تطبيق الإجراءات الرقمية الحديثة. يتيح هذا التنوع في مجتمع البحث إمكانية جمع بيانات شاملة تغطي جميع مستويات العمليات التشغيلية، مما يساعد على رسم صورة دقيقة عن كيفية تأثير التحول الرقمي على الأداء العام للمشاريع.

تكتسب أهمية تحديد مجتمع البحث هنا بعدًا استراتيجيًا، حيث أن المشاريع الصناعية في الجبيل تتميز بتعقيدها وحجمها الكبير، الأمر الذي يجعل من الضروري دراسة جميع العناصر المشاركة في عملية الصيانة الديناميكية. يضمن ذلك أن تكون نتائج الدراسة متكاملة وموثوقة، كما يسمح بفهم العلاقات المتبادلة بين الإجراءات الرقمية والممارسات التشغيلية المختلفة. ويتيح أيضًا إمكانية رصد التحديات والفرص التي تواجه الفرق أثناء تنفيذ المشاريع، مما يعزز من قدرة البحث على تقديم توصيات عملية قابلة للتطبيق.

يُعتبر مجتمع البحث عنصرًا محوريًا في تصميم الأدوات البحثية، سواء أكانت استبيانات، مقابلات، أو ملاحظات ميدانية، إذ يمكن من خلال معرفة خصائص المجتمع تحديد الأسئلة الأكثر صلة بالموضوع، وضمان ملاءمة أدوات البحث لاحتياجات المشاركين وقدرتهم على توفير معلومات دقيقة. كما أن فهم طبيعة مجتمع البحث يساعد في تفسير النتائج بشكل أفضل، وربطها بالواقع العملي للمؤسسات الصناعية، مما يزيد من القيمة العلمية والتطبيقية للدراسة.

يمثل مجتمع البحث في هذه الدراسة الأساس الذي تُبنى عليه جميع مراحل جمع البيانات والتحليل، ويتيح للباحث الوصول إلى نتائج دقيقة تعكس الواقع العملي لمشاريع الصيانة الديناميكية في بيئة التحول الرقمي. ومن خلال دراسة هذا المجتمع بعناية، يمكن استخلاص استنتاجات واضحة حول أثر التطبيقات الرقمية على الأداء، وتقديم توصيات فعّالة لتعزيز الكفاءة التشغيلية والمرونة المؤسسية في المشاريع الصناعية بمدينة الجبيل.

المنهجية وطرق البحث

- المنهجية الكمية للدراسة

تعتمد هذه الدراسة على منهج كمي لتقييم العلاقة بين التحول الرقمي وتطور إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية. ويتحقق ذلك من خلال دراسة البيانات الرقمية التي جُمعت من مشاركين في القطاع العام بمدينة الجبيل الصناعية. تُعدّ هذه التقنية الأنسب لتقييم تأثير العوامل الرقمية (مثل استخدام أنظمة نمذجة معلومات المباني (BIM)، والذكاء الاصطناعي، وإدارة الصيانة الرقمية) على الأداء والإنتاجية. وتستخدم أساليب إحصائية دقيقة لتقديم استنتاجات موضوعية وقابلة للتعميم.

يُمكن المنهج الكمي الباحثين من اختبار الفرضيات الإحصائية والتحقق من صحة العلاقات بين المتغيرات المستقلة (التحول الرقمي) والمتغيرات التابعة (فعالية إدارة الصيانة الديناميكية) باستخدام بيانات كمية قابلة للتحليل باستخدام برامج إحصائية.

- مجتمع الدراسة وعينتها

يتكون مجتمع الدراسة من موظفي إدارة المشاريع والصيانة في القطاع العام بمدينة الجبيل الصناعية، ويشمل ذلك الجهات الحكومية ومقدمي الخدمات الذين طَبّقوا أو يخططون لاعتماد أنظمة التحول الرقمي لإدارة مشاريع الصيانة. تم اختيار عينة عشوائية طبقية من موظفي الإدارات الفنية والهندسية وتكنولوجيا المعلومات والعمليات، يمثلون مختلف الفئات والمسؤوليات الوظيفية. يُقدّر حجم العينة بين 150 و200 مشارك لضمان تمثيل كافٍ لمجتمع الدراسة، مع مراعاة توزيع المستويات الإدارية (العليا، والمتوسطة، والتنفيذية).

- أدوات جمع البيانات

يُعدّ الاستبيان الإلكتروني الأداة الأساسية للحصول على بيانات كمية.

طُوّر الاستبيان بالاعتماد على أبحاث وأطر نظرية قائمة مرتبطة بالتحول الرقمي وإدارة الصيانة.

المعلومات الديموغرافية: (المسمى الوظيفي، سنوات الخبرة، القسم، الخلفية التعليمية).

تشمل مؤشرات التحول الرقمي استخدام تقنيات نمذجة معلومات المباني (BIM)، وأنظمة الذكاء الاصطناعي، والحوسبة

السحابية، وإنترنت الأشياء في إدارة الصيانة.

تشمل مؤشرات الأداء الرئيسية لإدارة مشاريع الصيانة الديناميكية: وقت الاستجابة، ودقة الجدول الزمني، والصيانة الاستباقية، وتكامل الفريق.

الأداء والإنتاجية المؤسسية: تقييم أثر التحول الرقمي على الكفاءة التشغيلية، وتقليل وقت التوقف، وتوفير التكاليف.

- أساليب تحليل البيانات

سيتم تحليل البيانات الكمية المجمعة عبر الاستبيان باستخدام عدد من الأساليب الإحصائية المتقدمة للوصول إلى نتائج موثوقة وموضوعية تُتيح اختبار فرضيات البحث والتحقق من ارتباطات المتغيرات. في البداية، سيُجرى تحليل وصفي للبيانات لتحديد خصائص العينة، وتقييم التكرارات والنسب المئوية، وحساب المتوسطات والانحرافات المعيارية لقياس الأنماط العامة في إجابات المشاركين.

بعد ذلك، ستُجرى اختبارات الصدق والثبات لضمان موثوقية أداة القياس. سيُستخدم معامل ألفا كرونباخ للتأكد من اتساق أسئلة الاستبيان، وسيُستخدم تحليل العوامل لتقييم بنية الأداة وقدرتها على تقييم الأفكار المقصودة بدقة. سيُستخدم تحليل الانحدار الخطي المتعدد استدلالياً لدراسة تأثير التحول الرقمي (كمُتغير مستقل) على تطوير إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية. سيُجرى تحليل التباين أحادي الاتجاه (ANOVA) لمقارنة الاختلافات الإحصائية بين مجموعات العينة بناءً على خصائص مثل المسمى الوظيفي والخبرة. في الخطوة الأخيرة، سيتم استخدام نمذجة المعادلات الهيكلية (SEM) باستخدام برنامج Smart PLS لتحديد الارتباطات السببية المعقدة بين المتغيرات. سيساعدنا هذا في تحديد الآثار المباشرة وغير المباشرة للتحول الرقمي على كفاءة إدارة الصيانة. تضمن هذه المنهجيات المدمجة دقة النتائج وقابليتها للتفسير وفعاليتها في القطاع العام بمدينة الجبيل الصناعية.

- مبررات اختيار المنهج الكمي

تم استخدام الأسلوب الكمي في هذه الدراسة نظراً لطبيعته العلمية الدقيقة وقدرته على تقييم الارتباطات بين المتغيرات بشكل موضوعي وقابل للتعميم. يتيح هذا الأسلوب جمع بيانات رقمية من عينة واسعة من العاملين في إدارات المشاريع والصيانة، مما يؤدي إلى نتائج تعكس بدقة واقع التحول الرقمي في القطاع العام بمدينة الجبيل الصناعية. علاوة على ذلك، يتيح التحليل الإحصائي ضمن النهج الكمي للباحث اختبار الفرضيات والتأكد من صحة العلاقات المفترضة بين المتغيرات المستقلة (مثل التحول الرقمي، واستخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي، ونمذجة معلومات البناء) والمتغيرات التابعة (مثل فعالية إدارة الصيانة الديناميكية والأداء التنظيمي). علاوة على ذلك، يتميز الأسلوب الكمي بحياديته وموضوعيته، لأنه يستند إلى حقائق رقمية قابلة

للملاحظة والتحقق، وليس إلى تصورات بشرية أو آراء ذاتية. ومن الأسباب المهمة الأخرى لاستخدامه قدرته على إنتاج نتائج قابلة للمقارنة عبر مختلف المؤسسات والإدارات، مما يسمح للسلطات وصانعي القرار باستخلاص مؤشرات واضحة لوضع استراتيجيات التحول الرقمي. علاوة على ذلك، تُساعد هذه التقنية في تحديد مستوى نضج التحول الرقمي في إدارة صيانة القطاع العام من خلال مؤشرات كمية دقيقة يُمكن استخدامها في دراسات مقارنة وطنية أو إقليمية لاحقة. وعليه، يُعدّ اعتماد المنهج الكمي في هذه الدراسة الخيار الأمثل لتحقيق أهداف البحث بدقة علمية عالية، وتقديم توصيات إحصائية مبنية على الأدلة لدعم تطوير مشاريع صيانة ديناميكية في ظلّ التحوّل الرقمي المتسارع للمملكة في ظلّ رؤية 2030.

أدوات الدراسة

استبيانات إلكترونية (كوسيلة أساسية لجمع البيانات الكمية).
أُجريت مقابلات شبه منظمة مع عدد قليل من المتخصصين لتفسير نتائج التحليل الإحصائي (أسلوب نوعي).
فحص وثائقي لتقارير الأداء والجهود الرقمية في أقسام الصيانة بمدينة الجبيل الصناعية (لزيادة مصداقية النتائج).

خطوات جمع البيانات

تشكل خطوات جمع البيانات الركيزة الأساسية في البحث الكمي، حيث تعتمد النتائج على دقة المعلومات المجمعة وملاءمتها للمتغيرات المدروسة. وفي هذه الدراسة التي تهدف إلى تحليل أثر التحول الرقمي في تطوير إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية، تم اعتماد خطوات منهجية دقيقة لجمع البيانات، بما يضمن الحصول على معلومات دقيقة وموثوقة تمثل الواقع العملي لمشاريع الصيانة بمدينة الجبيل الصناعية.

أولاً، تم تحديد مصادر البيانات الملائمة للبحث، والتي شملت جميع الجهات والأفراد المرتبطين بتنفيذ مشاريع الصيانة الديناميكية، بما في ذلك المهندسين والفنيين المسؤولين عن الصيانة، والمديرين والمشرفين على المشاريع، إضافة إلى فرق الدعم الإداري والفني. ويتيح تحديد هذه المصادر بدقة جمع بيانات تمثل مختلف جوانب إدارة المشاريع الديناميكية، بما يشمل التخطيط والتنفيذ والمتابعة، وكذلك تقييم أثر التطبيقات الرقمية على الأداء المؤسسي.

ثانياً، تم تصميم أداة جمع البيانات بما يتوافق مع متطلبات المنهجية الكمية. وقد اعتمد الباحث على استبيانات مُهيكلّة تحتوي على أسئلة مغلقة تقيس مستوى تطبيقات التحول الرقمي في تخطيط الصيانة، استخدام أنظمة المراقبة والتحليل

الذي، وبرامج التدريب والتطوير الرقمي للموظفين، بالإضافة إلى مؤشرات كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية. وتمت صياغة الأسئلة بشكل يضمن القدرة على جمع بيانات قابلة للقياس والتحليل الإحصائي، مع مراعاة وضوحها وسهولة فهمها من قبل المشاركين لضمان جودة الاستجابات.

ثالثاً، تم تحديد طريقة توزيع الاستبيانات ومواعيد جمع البيانات بشكل يضمن تغطية شاملة لمجتمع البحث. اعتمد الباحث على التوزيع المباشر والإلكتروني للاستبيانات للوصول إلى أكبر عدد ممكن من المشاركين، مع متابعة دقيقة لضمان استكمال جميع الاستبيانات وعدم فقد أي بيانات مهمة. كما تم تقديم تعليمات واضحة للمشاركين حول كيفية الإجابة على الأسئلة لضمان تجانس البيانات ودقتها.

رابعاً، تضمنت خطوات جمع البيانات أيضاً مرحلة اختبار الأداة البحثية قبل التطبيق الفعلي، وذلك من خلال إجراء تجربة مبدئية (Pilot Study) على عينة صغيرة من المجتمع البحثي. وتهدف هذه المرحلة إلى التحقق من وضوح الأسئلة وصلاحياتها لقياس المتغيرات المستقلة والتابعة، بالإضافة إلى التأكد من أن الأداة توفر بيانات دقيقة يمكن تحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة.

خامساً، بعد جمع البيانات، تم تنظيمها وترتيبها بطريقة منهجية لتسهيل مرحلة التحليل الكمي، بما يشمل تصنيف الإجابات، ترميزها رقمياً، والتحقق من خلوها من الأخطاء أو القيم المفقودة. ويعد هذا التنظيم خطوة أساسية لضمان أن مرحلة التحليل ستكون دقيقة وموثوقة، وأن النتائج المستخلصة تعكس الواقع الفعلي لتطبيقات التحول الرقمي في إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية.

من خلال اتباع هذه الخطوات بشكل متسلسل ومنهجي، يضمن الباحث أن تكون البيانات المجمعة دقيقة وشاملة وتمثل جميع جوانب مجتمع البحث، مما يتيح الوصول إلى نتائج موضوعية تعكس العلاقة بين تطبيق التحول الرقمي وكفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية، وتقديم توصيات عملية قابلة للتطبيق في المؤسسات الصناعية بمدينة الجبيل.

حدود الدراسة

- الحدود البشرية

يُمثل موظفو إدارات المشاريع والصيانة في القطاع العام بمدينة الجبيل الصناعية، من مهندسين ومشرفين فنيين ومديري مشاريع وموظفي تكنولوجيا معلومات وخبراء تخطيط وتطوير، الموارد البشرية الوحيدة المتاحة لهذه الدراسة. وقد تم اختيار هذه المجموعة لمشاركتها المباشرة في عمليات التحول الرقمي وإدارة مشاريع الصيانة الديناميكية، بالإضافة إلى خبرتها العملية التي تؤهلها لتوفير بيانات دقيقة حول استخدام الأدوات الرقمية الحديثة مثل نمذجة معلومات البناء (BIM) وأنظمة إدارة المشاريع السحابية (PMMS). ويُعد هؤلاء الموظفون بالغي الأهمية لتقييم فعالية التحول الرقمي في تحسين كفاءة ومرونة الصيانة في بيئة العمل الحكومية.

- الحدود الزمانية

يمتد الإطار الزمني للدراسة من عام 2023 إلى عام 2025، وهي فترة شهدت تقدماً كبيراً في تنفيذ جهود التحول الرقمي في المملكة العربية السعودية، لا سيما في القطاع الحكومي، بما يتماشى مع أهداف رؤية 2030. يُمثل هذا الإطار الزمني فترة انتقالية حاسمة في تطوير أنظمة إدارة المشاريع والصيانة، حيث بدأت العديد من المؤسسات بدمج تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء (IoT) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في إدارة الصيانة الديناميكية. جُمعت البيانات بدقة في عام 2025 لضمان دقتها وعكس الوضع الراهن للتحول الرقمي في مدينة الجبيل الصناعية.

- الحدود المكانية

ينحصر النطاق المكاني للدراسة في مدينة الجبيل الصناعية، الواقعة في المنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية. تُعتبر مدينة الجبيل الصناعية من أبرز المدن الصناعية الذكية في المملكة، وتتميز بتنفيذ مشاريع صيانة مبتكرة تعتمد على التكنولوجيا الرقمية. وقد تم اختيار مدينة الجبيل الصناعية لدورها الريادي في تبني حلول التحول الرقمي لإدارة البنية التحتية والمشاريع الحكومية، بالإضافة إلى وجود العديد من المنشآت الصناعية التي تعتمد على الصيانة المستمرة لضمان كفاءة التشغيل. علاوة على ذلك، تُعد التجربة الرقمية في الجبيل نموذجاً ممتازاً يُمكن تطبيقه في مناطق صناعية أخرى في المملكة، بما يُسهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة ورؤية المملكة 2030.

الفصل الرابع

نتائج الدراسة

المقدمة

يعتبر الفصل الرابع من هذه الدراسة المرحلة النهائية والحاسمة في عملية البحث العلمي، حيث يركز على تقديم النتائج التي تم التوصل إليها من خلال التحليل العلمي للبيانات التي تم جمعها، وتفسير هذه النتائج في سياق الإطار النظري والمنهجي الذي تم عرضه في الفصول السابقة. ويهدف هذا الفصل إلى تقديم رؤية شاملة ومتكاملة للواقع العملي لمشاريع الصيانة الديناميكية في ظل التحول الرقمي بمدينة الجبيل الصناعية، مع التركيز على استخلاص الاستنتاجات العلمية التي يمكن أن تسهم في تحسين الأداء المؤسسي ورفع كفاءة إدارة المشاريع.

تكمن أهمية هذا الفصل في أنه يربط بين المعرفة النظرية والبيانات الميدانية، ويتيح للقارئ فهم مدى تحقق أهداف البحث من خلال نتائج قابلة للقياس والتحليل. ويعمل الفصل على تفسير النتائج ضمن سياقها العملي والعلمي، مما يسمح بتوضيح أثر العوامل المختلفة على أداء المشاريع وتقييم مدى نجاح التحول الرقمي في تعزيز الكفاءة التشغيلية والفعالية المؤسسية. كما يسهم الفصل في الكشف عن الأنماط والعلاقات بين عناصر البحث، مما يوفر أرضية علمية صلبة لتقديم استنتاجات دقيقة وموضوعية.

يعد هذا الفصل أيضاً مرجعاً أساسياً لتقديم تفسيرات علمية متعمقة لما أظهرت البيانات، حيث يسهم في تحديد العوامل التي أثرت بشكل إيجابي أو سلبي على إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية، ويتيح إمكانية مقارنتها مع الدراسات السابقة والتطبيقات العملية. من خلال هذه المقارنات، يمكن للباحث تقديم رؤى دقيقة حول نقاط القوة والضعف، كما يتيح للقارئ فهم كيفية الاستفادة من التجارب الميدانية في تطوير استراتيجيات التحول الرقمي وتحسين الأداء المؤسسي.

يوفر الفصل إطاراً متكاملاً لإظهار النتائج بطريقة منطقية ومنسقة، مما يعزز من إمكانية استخلاص توصيات عملية قابلة للتطبيق في المؤسسات الصناعية. ويعمل على تحويل المعلومات المجمعة إلى معرفة قابلة للاستخدام، تساعد على اتخاذ القرارات الاستراتيجية المرتبطة بتحسين عمليات الصيانة وإدارة المشاريع بشكل ديناميكي، بما يضمن تحقيق الفعالية والمرونة التشغيلية.

يمثل هذا الفصل الرابط النهائي بين جميع مكونات البحث، فهو يجمع بين التحليل العلمي والاستنتاجات العملية، ويتيح تقديم توصيات قابلة للتطبيق تسهم في تطوير الأداء المؤسسي وتعزيز القدرة التنافسية. كما أنه يختتم الدراسة بطريقة تُمكن الباحث من تقديم ملخص شامل للنتائج، وإظهار أثر التحول الرقمي على مشاريع الصيانة الديناميكية، مما يعكس القيمة العلمية والعملية للبحث ويجعل منه مصدراً موثقاً للمهتمين بالمجال الأكاديمي والتطبيقي على حد سواء.

تحليل البيانات

• الوصف الإحصائي للبيانات

سجلت العينة أعلى توافق بمتوسط 3.74 حول قدرة التحليل الذكي للبيانات على توفير تنبؤات دقيقة لأوقات الصيانة المطلوبة؛ مما يعكس وعياً تقنياً مرتفعاً لدى الكوادر في مدينة الجبيل الصناعية بأهمية الصيانة التنبؤية (Predictive Maintenance) كركيزة أساسية للتحويل الرقمي. هذا الاتجاه نحو المستقبل يدعمه اتفاق مماثل بمتوسط 3.65 حول مساهمة هذه التطبيقات في تحسين تخطيط أعمال الصيانة وفهم البرمجيات المستخدمة. يلاحظ أن قيمة الوسيط لغالبية العبارات استقرت عند 4.00، وهي إشارة إحصائية قوية إلى أن القناعة بجدوى الرقمنة تتجاوز مجرد القبول العادي لتصل إلى درجة التأييد المرتفع. برغم هذا التأييد، يظهر تباين في الآراء عند فحص الانحرافات المعيارية التي تجاوزت 1.60 في عبارات تقليل التكاليف والأخطاء اليدوية وسرعة اتخاذ القرار. هذا التردد يشير إلى انقسام في التجربة الفعلية داخل الميدان؛ فبينما يرى فريق أن التحويل الرقمي حسم معضلة الأخطاء البشرية، لا يزال فريق آخر يواجه تحديات تشغيلية تمنع تلمس هذا الأثر بشكل موحد. النتيجة الأقل متوسطاً (3.24) تعلقت بقدرة التحليل الرقمي على تقليل الأعطال الطارئة؛ وهي نتيجة واقعية جداً، إذ توحى بأن التكنولوجيا وحدها لا تمنع المفاجآت الميكانيكية بالكامل دون وجود استراتيجيات إحلال وتجديد متكاملة تساند الأنظمة الرقمية. ميل قيم الالتواء (Skewness) نحو السالب يؤكد أن الكتلة الحرجة من المشاركين تنحاز للجانب الإيجابي من المقياس، إلا أن قيم التفرطح (Kurtosis) السالبة والممتدة تحت -1.00 في معظم المحاور تعكس توزيعاً "مفلطحاً"؛ أي أن الإجابات لم تتجمع حول المركز، بل توزعت على أطراف المقياس، مما يستوجب إعادة النظر في توحيد آليات التدريب الرقمي لسد الفجوة بين المستفيدين وتعميم العائد الاقتصادي والتشغيلي على كافة مشاريع الصيانة بالمدينة.

Statistics									
Std. Error of Kurtosis	Kurtosis	Std. Error of Skewness	Skewness	Std. Deviation	Median	Std. Error of Mean	Mean	N	
								Missing	Valid
.306	-1.343	.153	-.057	1.429	3.00	.090	3.11	0	252
.306	-2.016	.153	.016	.501	1.00	.032	1.50	0	252
.306	-1.044	.153	-.278	1.277	3.50	.080	3.41	0	252
.306	-.948	.153	-.634	1.385	4.00	.087	3.65	0	252

يساعد استخدام البرامج الرقمية على جدولة أعمال الصيانة بفعالية	252	0	3.57	.089	4.00	1.405	-.534	.153	-1.112	.306
نقل الأخطاء الناتجة عن التخطيط اليدوي بعد تطبيق التحول الرقمي	252	0	3.42	.103	4.00	1.633	-.400	.153	-1.533	.306
يسهم التحول الرقمي في تقليل التكاليف المرتبطة بالصيانة	252	0	3.48	.104	4.00	1.645	-.485	.153	-1.457	.306
تساعد أنظمة المراقبة الرقمية في تتبع حالة المعدات بشكل مستمر	252	0	3.64	.088	4.00	1.397	-.606	.153	-1.032	.306
يوفر التحليل الذكي للبيانات تنبؤات دقيقة لأوقات الصيانة المطلوبة	252	0	3.74	.086	4.00	1.372	-.656	.153	-.998	.306
يساعد استخدام التحليل الرقمي في تقليل الأعطال الطارئة	252	0	3.24	.100	4.00	1.587	-.235	.153	-1.553	.306
تحسن أنظمة المراقبة والتحليل الرقمي من سرعة اتخاذ القرارات أثناء عمليات الصيانة	252	0	3.42	.103	4.00	1.628	-.439	.153	-1.467	.306
تسهم برامج التدريب الرقمي في رفع كفاءة الموظفين في إدارة الصيانة	252	0	3.52	.088	4.00	1.404	-.398	.153	-1.289	.306
يتمكن الموظفون من استخدام التقنيات الرقمية بفاعلية بعد التدريب	252	0	3.55	.092	4.00	1.465	-.616	.153	-1.062	.306
يساعد التدريب الرقمي على فهم أفضل للبرمجيات والأدوات المستخدمة في الصيانة	252	0	3.65	.093	4.00	1.477	-.675	.153	-1.040	.306

يدعم التدريب الرقمي الموظفين في تطبيق أساليب صيانة حديثة	252	0	3.43	.102	4.00	1.614	-.444	.153	-1.434	.306
تحسن تطبيقات التحول الرقمي كفاءة إنجاز المشاريع	252	0	3.56	.089	4.00	1.412	-.461	.153	-1.190	.306
يساعد التحول الرقمي في تقليل التأخيرات في مشاريع الصيانة	252	0	3.48	.096	4.00	1.526	-.459	.153	-1.317	.306
يسهم التحول الرقمي في تحسين جودة أعمال الصيانة المقدمة	252	0	3.44	.099	4.00	1.567	-.442	.153	-1.390	.306
أرى أن تطبيق التحول الرقمي يعزز القدرة على إدارة المشاريع الديناميكية بفعالية	252	0	3.46	.100	4.00	1.582	-.482	.153	-1.367	.306
يساعد التحول الرقمي في تحسين رضا العملاء الداخليين والخارجيين لمشاريع الصيانة	252	0	3.62	.090	4.00	1.425	-.589	.153	-1.065	.306

جدول 1 : التحليلات الإحصائية

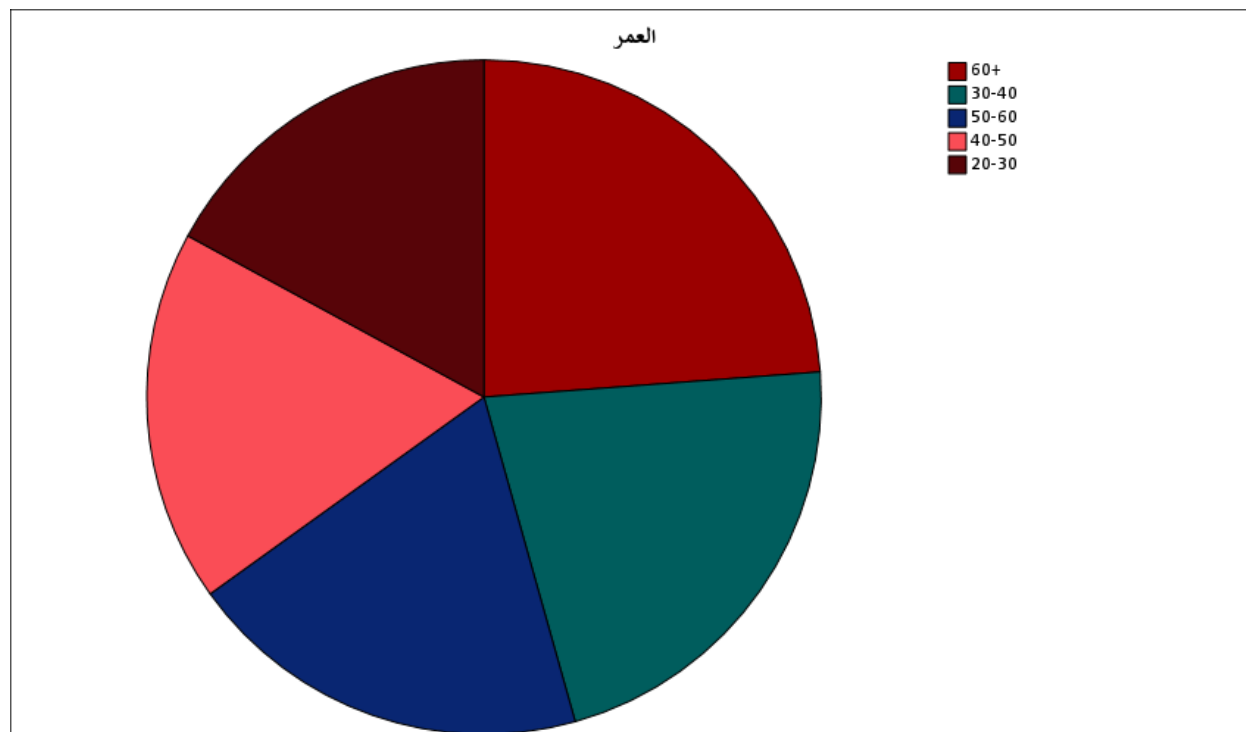
• عمر المشاركين في التجربة

تتقارب الكتل العمرية في عينة الدراسة؛ فلا تهيمن فئة واحدة على المشهد الإداري في مشاريع الجبيل الصناعية، بل تتوزع الخبرات بتوازن نسبي. نجد أن الفئة العمرية الأكبر (60 عاماً فأكثر) حازت على النسبة الأعلى بـ 23.8%، وهو ما يمنح الدراسة ثقلًا في تقييم أثر التحول الرقمي من منظور "الخبراء" الذين عاصروا الأنظمة التقليدية لعقود. في المقابل، تشكل الفئات الشابة والمتوسطة (من 20 إلى 40 عاماً) مجتمعة ما يقرب من 39% من العينة؛ هذه التركيبة المتنوعة تضمن موضوعية عالية في النتائج. تعكس هذه البيانات حالة من تلاقي الأجيال؛ الخبرة المتراكمة لدى الفئات الأكبر سناً (فوق 50 عاماً بنسبة إجمالية تتجاوز 43%) تلتقي مع حماس وقدرة الفئات الأصغر على استيعاب التقنيات الحديثة. هذا التباين البسيط في النسب يخدم التحول الرقمي في صيانة المشاريع الديناميكية؛ فالقرار يحتاج إلى حكمة الكبار، والتنفيذ يتطلب مهارات الشباب التقنية. وجود 17.1% فقط من الفئة العمرية الأقل (20-30 عاماً) قد يشير إلى أن قطاع صيانة المشاريع في الجبيل يعتمد بالأساس على كوادر قضت وقتاً

كافياً في الميدان قبل تسلم مهام إدارية مرتبطة بالرقمنة.

العمر					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
23.8	23.8	23.8	60	60+	Valid
45.6	21.8	21.8	55	30-40	
65.1	19.4	19.4	49	50-60	
82.9	17.9	17.9	45	40-50	
100.0	17.1	17.1	43	20-30	
	100.0	100.0	252	Total	

جدول 2 : التحليل الإحصائي لعمر المشاركين في التجربة



شكل توضيحي 1 : التمثيل البياني لعمر المشاركين في التجربة

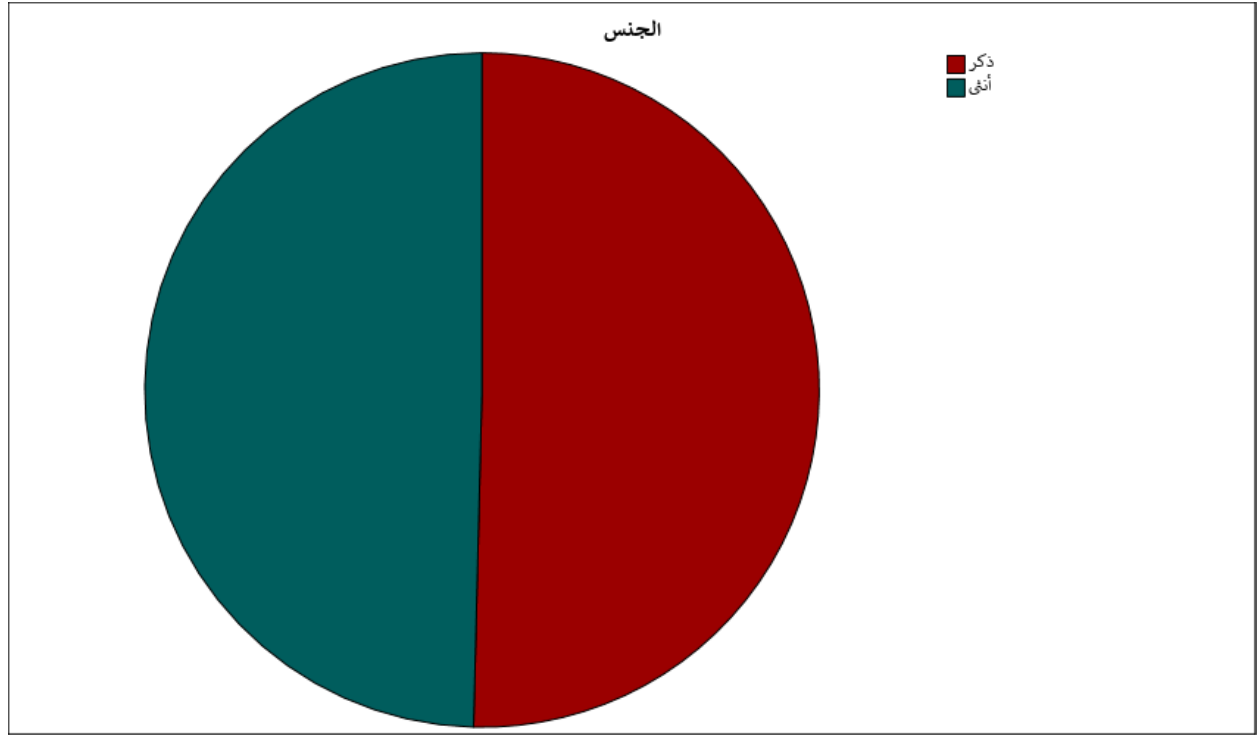
• جنس المشاركين في التجربة

حصد الذكور النسبة الأعلى في عينة الدراسة بواقع 50.4%، بينما تقاربت معها نسبة الإناث بشكل كبير لتصل إلى 49.6% من إجمالي المشاركين البالغ عددهم 252 فرداً. هذا التوازن الإحصائي شبه التام يعكس تحولاً جوهرياً في بيئة العمل بمدينة الجبيل الصناعية؛ فلم تعد مشاريع الصيانة حكراً على الرجال كما كان دارجاً في العقود الماضية. وجود هذا التقارب يمنح نتائج الدراسة موثوقية عالية فيما يخص تعميم أثر التحول الرقمي؛ فالنتائج المستخلصة لا تعبر عن رؤية جنس واحد، بل هي نتاج تكامل وجهات نظر متنوعة تشمل الكوادر النسائية التي اقتحمت مجالات الإدارة الفنية والرقمنة مؤخراً.

يبدو أن البيئة المهنية في الجبيل باتت مهياً لاستيعاب التقنيات الحديثة دون تحيز جندي؛ إذ يشير الانحراف المعياري الطفيف (0.501) إلى استقرار العينة حول المركز. هذا التوزيع يدعم فكرة أن مهارات التعامل مع البرمجيات الرقمية للصيانة تعتمد على الكفاءة والتدريب أكثر من اعتمادها على النوع الاجتماعي؛ فالفروق هنا تكاد تكون منعدمة. يخدم هذا التكافؤ أهداف الدراسة في استقراء واقع مشاريع الصيانة الديناميكية بدقة؛ حيث تمثل الآراء المستطلعة شريحة المجتمع المهني بإنصاف، مما يعزز من قوة التوصيات المتعلقة بتطوير الكفاءات البشرية في ظل الرقمنة.

الجنس					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
50.4	50.4	50.4	127	ذكر	Valid
100.0	49.6	49.6	125	أنثى	
	100.0	100.0	252	Total	

جدول 3: التحليل الإحصائي لجنس المشاركين في التجربة



شكل توضيحي 2: التمثيل البياني لجنس المشاركين في التجربة

• الدرجة العلمية لدى المشاركين في التجربة

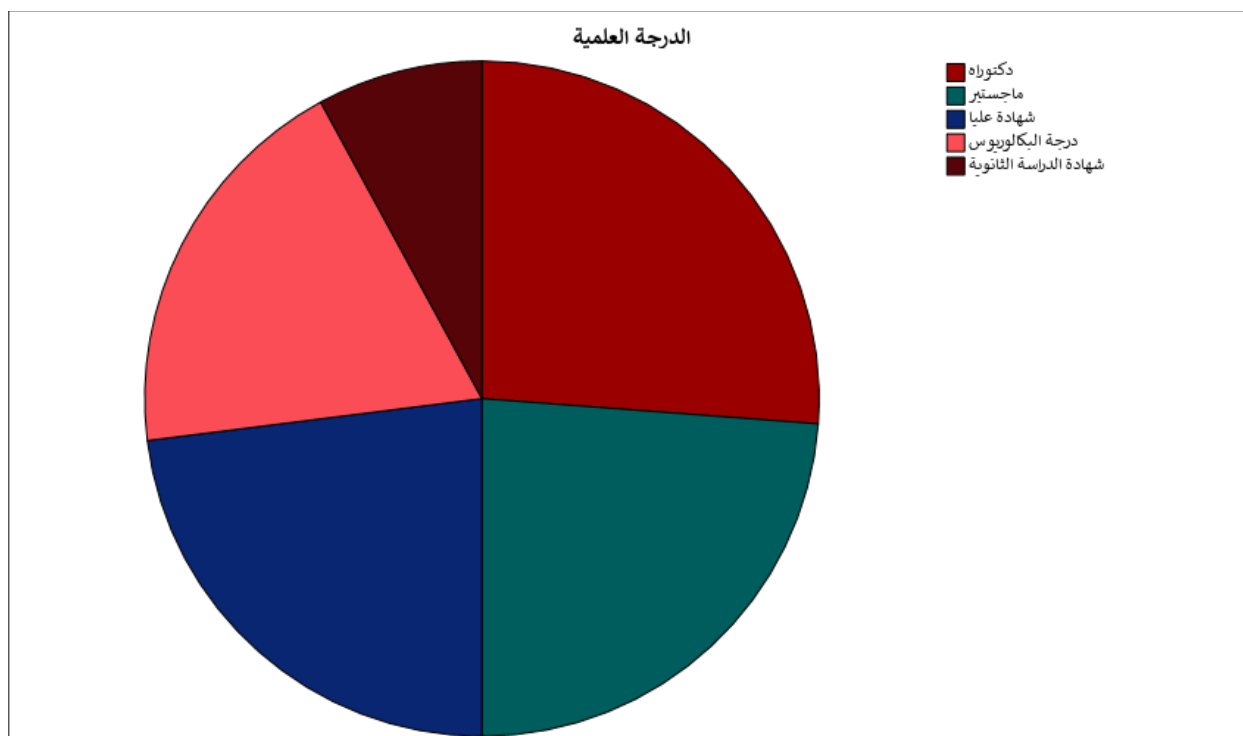
هيمنت حملة الدكتوراه على النسبة الأكبر من العينة بواقع 26.2%؛ مما يمنح الدراسة صبغة أكاديمية وفنية رصينة في آن واحد. المثير للاهتمام أن 73% من المشاركين يحملون درجات عليا (دبلوم عالي، ماجستير، دكتوراه)، وهي كثافة علمية غير اعتيادية في المواقع الإنشائية والميدانية؛ لكنها مبررة تماماً في سياق مدينة الجبيل الصناعية التي تدار مرافقها بأنظمة معقدة تتطلب كفاءة ذهنية عالية. هذه النخبوية في المؤهلات تعني أن تقييم أثر التحول الرقمي نابع من رؤية استراتيجية واعية؛ حيث تدرك هذه الكوادر أن الرقمنة ليست مجرد أدوات، بل هي منهجية علمية لتطوير إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية وتقليل الهدر التشغيلي.

انخفاض نسبة حملة الثانوية العامة إلى 7.9% فقط يؤكد أن الوظائف القيادية والتنفيذية في قطاع صيانة المشاريع بالجبيل قد تجاوزت مرحلة الاعتماد على الخبرة الفنية المجردة؛ فالميدان اليوم يدار بعقول أكاديمية قادرة على تحليل البيانات الضخمة (Big Data) والتعامل مع خوارزميات الصيانة التنبؤية. هذا العمق التعليمي يقلل من مقاومة التغيير التكنولوجي؛ فالكادر المؤهل علمياً يكون أكثر مرونة في استيعاب التحديثات الرقمية مقارنة بغيره. هذه النتائج تعزز من فرص نجاح أي استراتيجية تحول رقمي مستقبلية في المدينة؛ إذ إن القوى البشرية تمتلك الأساس المعرفي اللازم لتحويل الخطط النظرية إلى ممارسات ميدانية

ناجحة وتجاوز العقبات التقنية التي قد تعترض سير العمل.

الدرجة العلمية					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
26.2	26.2	26.2	66	دكتوراه	Valid
50.0	23.8	23.8	60	ماجستير	
73.0	23.0	23.0	58	شهادة عليا	
92.1	19.0	19.0	48	درجة البكالوريوس	
100.0	7.9	7.9	20	شهادة الدراسة الثانوية	
	100.0	100.0	252	Total	

جدول 4 : التحليل الإحصائي للدرجة العلمية



شكل توضيحي 3 : التمثيل البياني للدرجة العلمية

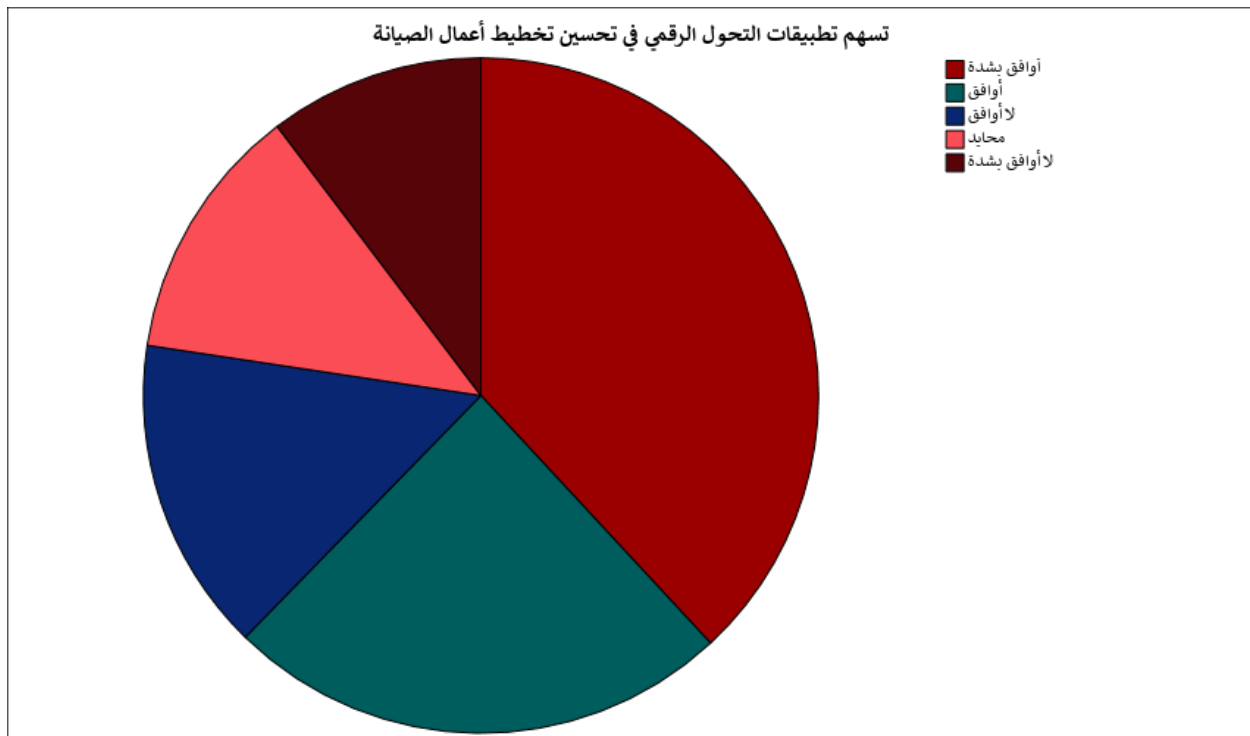
• تسهم تطبيقات التحول الرقمي في تحسين تخطيط أعمال الصيانة

تباينت وجهات نظر الكوادر الميدانية والإدارية حول دور الرقمنة في جدولة المهام؛ فبينما يميل المسار العام نحو التأييد بنسبة إجمالية تتجاوز 62%، لا يزال هناك تكتل معارض بنسبة 25.4% يرى عكس ذلك. هذه الفجوة بين فئتي "أوافق بشدة" (38.1%) والمعارضين (لا أوافق ولا أوافق بشدة) تشير إلى انقسام في تجربة المستخدم داخل مواقع الصيانة بمدينة الجبيل. يبدو أن التطبيق الفعلي للتحول الرقمي لم يصل بعد إلى مرحلة النضج الكامل الذي يحقق إجماعاً مهنيّاً؛ فالتخطيط الرقمي قد يصطدم أحياناً ببيروقراطية الإجراءات أو عدم جاهزية البنية التحتية لربط المواقع بمركز العمليات. النتيجة كانت واضحة في تصدر تيار التأييد؛ إلا أن وجود 15.1% في خانة الرفض الصريح يقرع جرس إنذار حول فاعلية الواجهات الرقمية المستخدمة حالياً.

يمثل الحياد (12.3%) منطقة رمادية تعكس وجود فئة لم تلمس أثراً حقيقياً للتحول الرقمي على جودة التخطيط اليومي؛ مما قد يؤثر سلباً على دقة التنبؤ بالأعطال أو توزيع الموارد البشرية والمادية. هذا التوزع في الآراء يثبت أن التحول في إدارة المشاريع الديناميكية ليس مجرد استبدال الورق بالشاشات؛ بل هو تغيير في ثقافة العمل وتكامل البيانات. إن لم يتم ردم هذه الهوة بين المؤيدين والمعارضين من خلال معالجة مشكلات الأنظمة الحالية، فستظل عمليات التخطيط تعاني من تضارب في مستويات الكفاءة بين الإدارات المختلفة؛ وهو ما يفسر بقاء 10.3% في خانة "لا أوافق بشدة" كأكثر الفئات اعتراضاً على الوضع الراهن.

تسهم تطبيقات التحول الرقمي في تحسين تخطيط أعمال الصيانة					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	96	38.1	38.1	38.1	Valid
أوافق	61	24.2	24.2	62.3	
لا أوافق	38	15.1	15.1	77.4	
محايد	31	12.3	12.3	89.7	
لا أوافق بشدة	26	10.3	10.3	100.0	
Total	252	100.0	100.0		

جدول 5: التحليل الإحصائي لمساهمة تطبيقات التحول الرقمي في تحسين تخطيط أعمال الصيانة



شكل توضيحي 4 : التمثيل البياني لمساهمة تطبيقات التحول الرقمي في تحسين تخطيط أعمال الصيانة

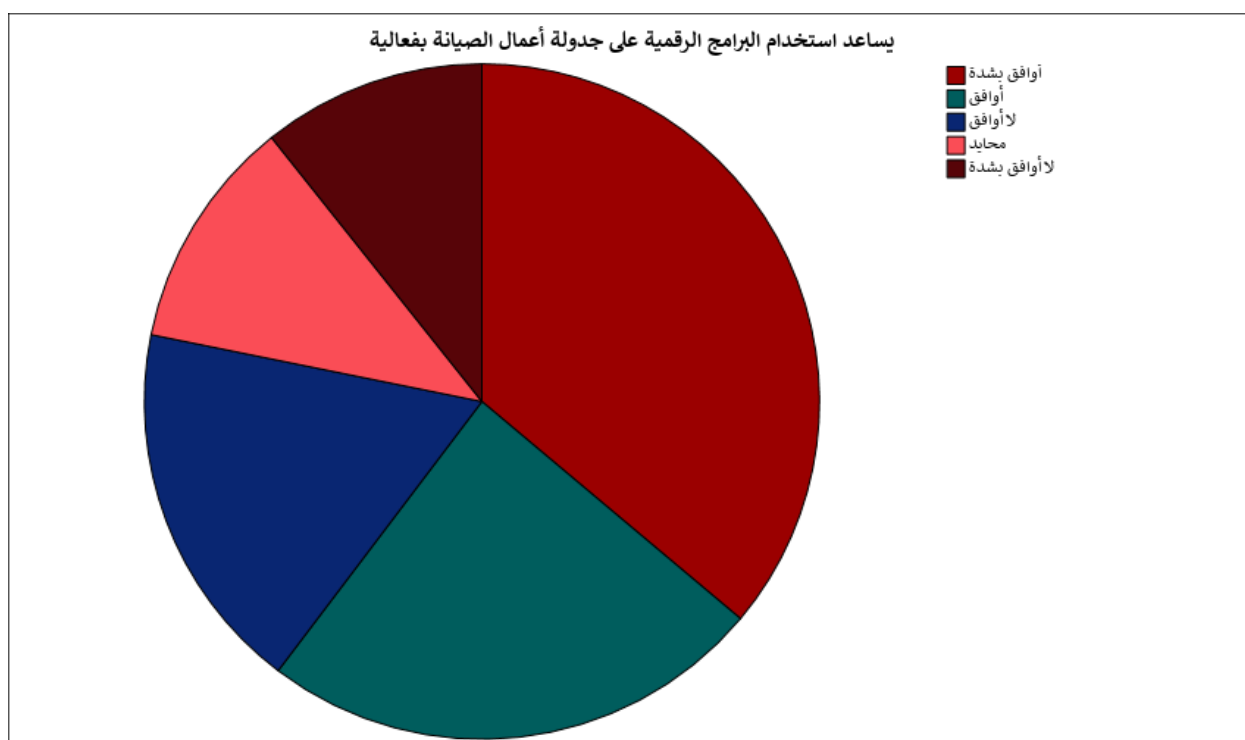
• يساعد استخدام البرامج الرقمية على جدولة أعمال الصيانة بفعالية

كشفت النتائج عن تباعد في تقدير فاعلية البرمجيات الرقمية في جدولة أعمال الصيانة؛ حيث حصد خيار "أوافق بشدة" 36.1% مقابل رفض صريح وقوي بلغت نسبته 10.7% ممن أفادوا بعدم الموافقة تماماً. هذا الاستقطاب في الآراء يرجع أن تجربة الجدولة الرقمية داخل مشاريع الجبيل ليست موحدة؛ فبينما يرى 60.3% من العينة (بمجموع الموافقين) أن البرمجيات حققت قفزة في الكفاءة، لا تزال هناك كتلة معارضة ومحايدة تقارب 40%. هذا الانقسام قد يفسر بوجود تفاوت في نوعية البرمجيات المستخدمة بين الشركات المشغلة، أو ربما يعود لصعوبة المواءمة بين الجداول الرقمية والظروف الطارئة التي تفرضها طبيعة الصيانة الديناميكية في الميدان.

يمثل ثبات نسبة الموافقين عند 24.2% مع وجود 17.9% من المعارضين دليلاً على أن "الفجوة التشغيلية" تكمن في مرحلة التطبيق لا في القناعة بالمبدأ. الجدولة الفعالة تتطلب دقة متناهية في إدخال البيانات؛ وأي خلل في هذه المرحلة يجعل البرنامج الرقمي عبئاً بدلاً من كونه وسيلة تسهيل، وهو ما قد يبرر تحفظ الجزء الراض من العينة. النتيجة تعطي مؤشراً بأن التحول الرقمي في الجبيل قطع شوطاً كبيراً في الجانب النظري والتقني، لكنه لا يزال يواجه تحديات في "المرونة" المطلوبة للتعامل مع المتغيرات اللحظية لمشاريع الصيانة الضخمة.

يساعد استخدام البرامج الرقمية على جدولة أعمال الصيانة بفعالية					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
36.1	36.1	36.1	91	أوافق بشدة	Valid
60.3	24.2	24.2	61	أوافق	
78.2	17.9	17.9	45	لا أوافق	
89.3	11.1	11.1	28	محايد	
100.0	10.7	10.7	27	لا أوافق بشدة	
	100.0	100.0	252	Total	

جدول 6: التحليل الإحصائي لمساعدة استخدام البرامج الرقمية على جدولة أعمال الصيانة بفعالية



شكل توضيحي 5: التمثيل البياني لمساعدة استخدام البرامج الرقمية على جدولة أعمال الصيانة بفعالية

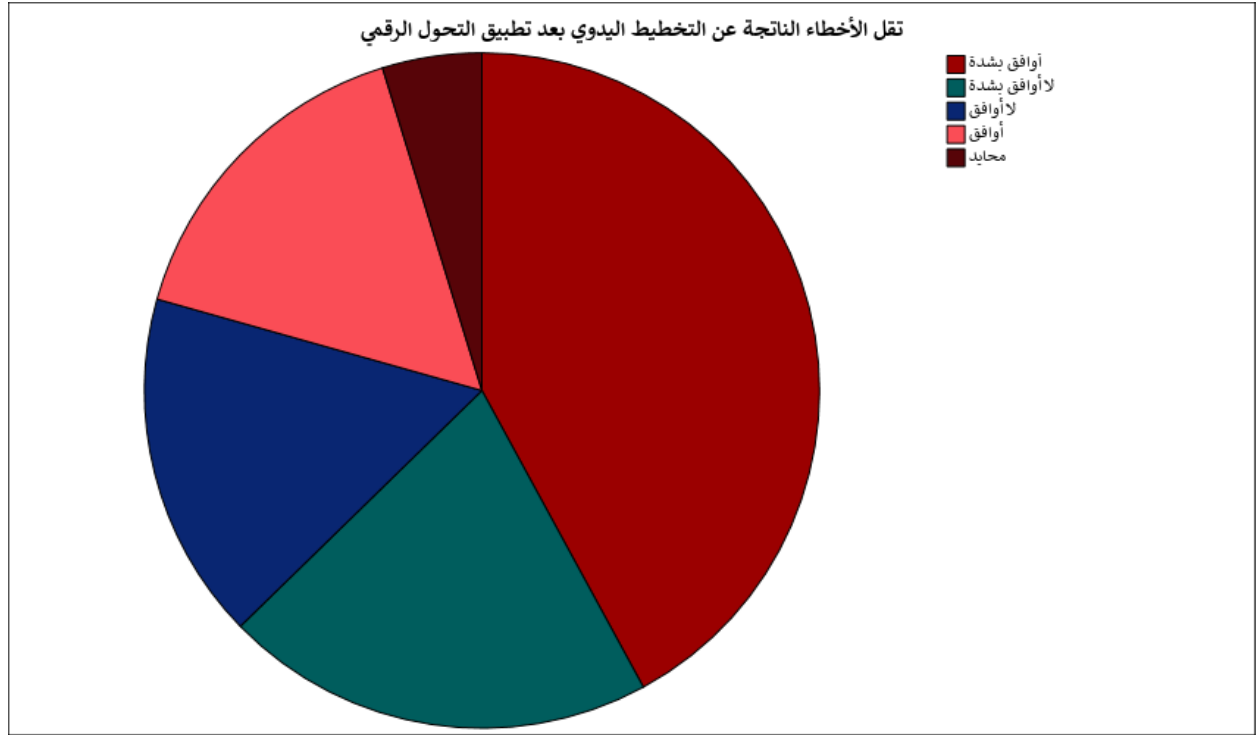
• تقل الأخطاء الناتجة عن التخطيط اليدوي بعد تطبيق التحول الرقمي

سجل خيار "أوافق بشدة" التكرار الأعلى بواقع 106 استجابات (42.1%); مما يؤكد وجود قناعة صلبة لدى شريحة واسعة بجدوى الأتمتة في إقصاء العيوب البشرية التقليدية. وفي حلول خيار "لا أوافق بشدة" في المرتبة الثانية بنسبة 20.6%; وهذا يعكس انقساماً في التجربة الميدانية بمدينة الجبيل الصناعية. يبدو أن تقليل الأخطاء ليس نتيجة حتمية لمجرد "رقمنة" التخطيط؛ بل هو عملية مشروطة بجودة البيانات المدخلة وكفاءة الكادر في التعامل معها. وجود 37.3% من العينة في معسكر الراضين (بمجموع لا أوافق ولا أوافق بشدة) يشي بأن بعض الأنظمة الرقمية المطبقة حالياً قد تكون تسببت في تعقيدات إجرائية جديدة أو أخطاء تقنية لم تكن موجودة في النظام اليدوي البسيط.

هذا التباين له تبعات تشغيلية حرجة؛ فالثقة المهتزة في دقة النظام قد تدفع المهندسين في المواقع إلى الاحتفاظ بسجلات يدوية "موازية" كنوع من الاحتياط. غياب الإجماع بنسبة كاسحة يوضح أن الفجوة ليست تقنية فحسب؛ بل هي فجوة "ثقة" في مخرجات التخطيط الرقمي وقدرته على استيعاب تعقيدات مشاريع الصيانة الديناميكية. إذا لم يتم ردم هذا التفاوت من خلال تحسين واجهات الاستخدام (UI) وضمان دقة الخوارزميات؛ فإن الهدر الناتج عن "تكرار العمل" أو الأخطاء التقنية سيظل يقوض الجدوى الاقتصادية من التحول الرقمي برمته.

تقل الأخطاء الناتجة عن التخطيط اليدوي بعد تطبيق التحول الرقمي					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	106	42.1	42.1	42.1	Valid
لا أوافق بشدة	52	20.6	20.6	62.7	
لا أوافق	42	16.7	16.7	79.4	
أوافق	40	15.9	15.9	95.2	
محايد	12	4.8	4.8	100.0	
Total	252	100.0	100.0		

جدول 7: التحليل الإحصائي لفئة الأخطاء الناتجة عن التخطيط اليدوي بعد تطبيق التحول الرقمي



شكل توضيحي 6: التمثيل البياني لظلة الأخطاء الناتجة عن التخطيط اليدوي بعد تطبيق التحول الرقمي

• يسهم التحول الرقمي في تقليل التكاليف المرتبطة بالصيانة

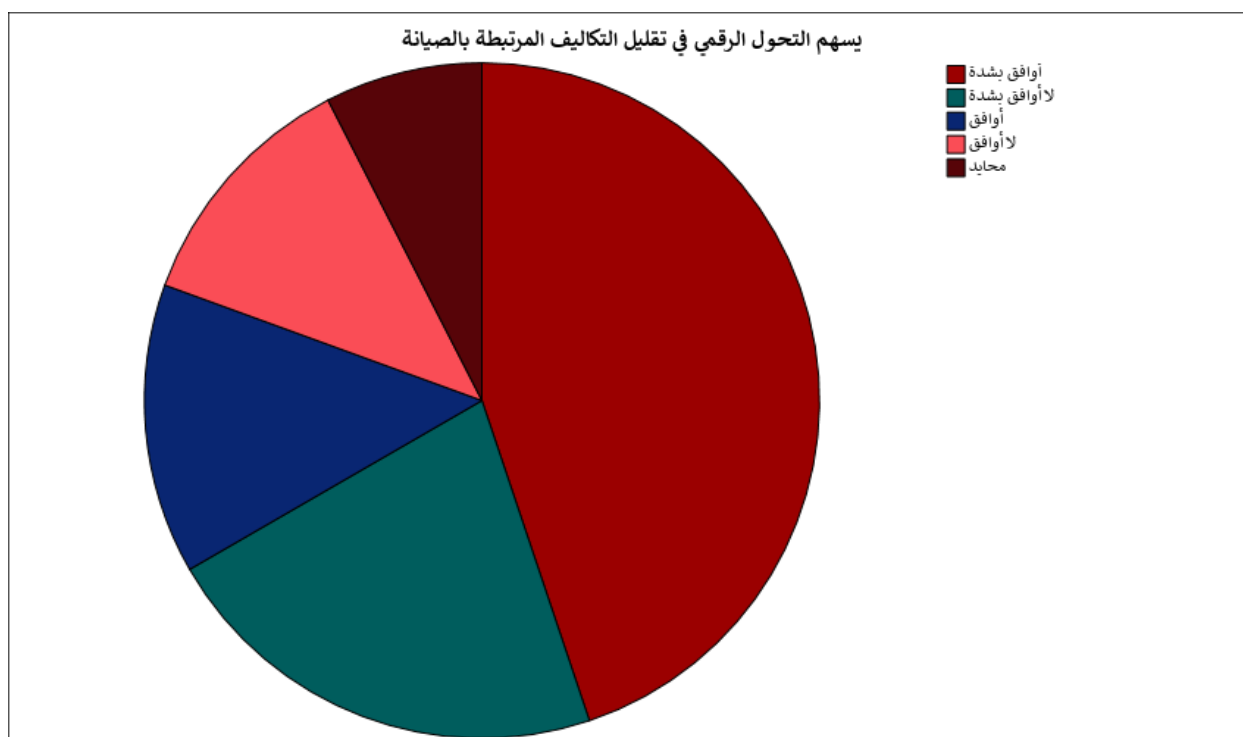
اكتسح خيار "أوافق بشدة" صدارة الاستجابات بنسبة 44.8%؛ مما يبرهن على وجود قناعة اقتصادية راسخة لدى قرابة نصف العينة بأن الرقمنة هي المحرك الفعلي لضبط الإنفاق في مشاريع الجبيل. لكن، تبرز فكرة إحصائية حين نجد أن "لا أوافق بشدة" حل ثانياً بنسبة 21.8%. هذا التباين يعكس تجارب متضاربة في أرض الواقع؛ فبينما نجحت بعض القطاعات في خفض تكاليفها عبر الأتمتة، يبدو أن قطاعات أخرى اصطدمت بتكاليف تشغيلية باهظة للأنظمة الرقمية نفسها أو رسوم تراخيص وتدريب استنزفت الميزانيات المرصودة. الكتلة المؤيدة (58.7%) تراهن على العائد طويل الأمد من تقليل الهدر، بينما الراضون (33.7%) ربما يقيمون النتائج بناءً على التكاليف الرأسمالية الأولية (CAPEX) التي تظهر كعبء مالي في مراحل التحول الأولى.

يؤدي هذا الانقسام في الآراء إلى تردد في القيمة الإحصائية؛ فالإجماع غائب تماماً حول الأثر المالي المباشر. غياب الاستقرار في النتائج يشير إلى أن خفض التكاليف ليس مضموناً بمجرد اقتناء التقنية، بل يعتمد على "نضج الاستخدام" ومدى قدرة الإدارة على تحويل البيانات الرقمية إلى قرارات توفير ملموسة. النسبة القليلة للمحايد (7.5%) تؤكد أن الجميع لديه موقف واضح ناتج عن ممارسات مالية فعلية داخل المواقع؛ فإما أن التقنية وفرت المال بوضوح، أو أنها زادت من تعقيد الفواتير التشغيلية. هذا النقص في التوافق قد يؤثر مستقبلاً على اتخاذ قرار التوسع في التقنيات المكلفة ما لم يتم إثبات جدواها الاقتصادية بشكل

موحد في كافة مشاريع الصيانة بالمدينة.

يسهم التحول الرقمي في تقليل التكاليف المرتبطة بالصيانة					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
44.8	44.8	44.8	113	أوافق بشدة	Valid
66.7	21.8	21.8	55	لا أوافق بشدة	
80.6	13.9	13.9	35	أوافق	
92.5	11.9	11.9	30	لا أوافق	
100.0	7.5	7.5	19	محايد	
	100.0	100.0	252	Total	

جدول 8: التحليل الإحصائي لمساهمة التحول الرقمي في تقليل التكاليف المرتبطة بالصيانة



شكل توضيحي 7: التمثيل البياني لمساهمة التحول الرقمي في تقليل التكاليف المرتبطة بالصيانة

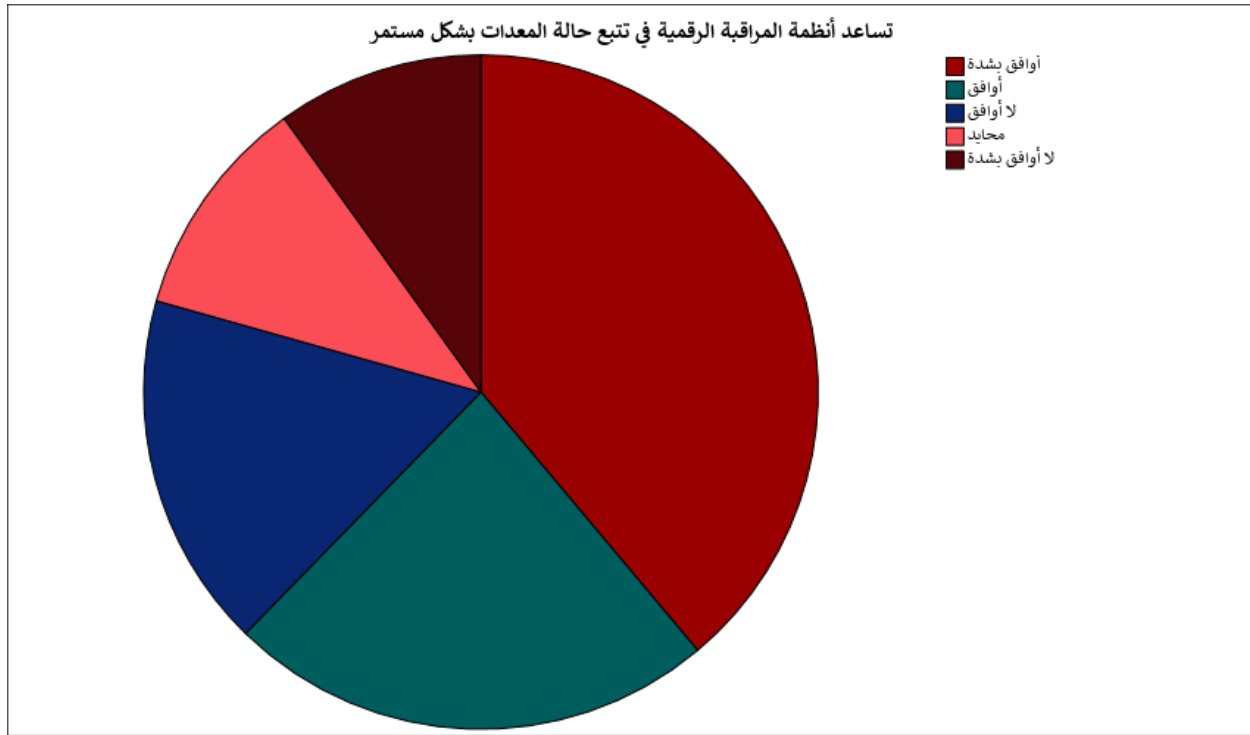
• تساعد أنظمة المراقبة الرقمية في تتبع حالة المعدات بشكل مستمر

أيدت أغلبية العينة ونسبة إجمالية بلغت 62.3% قدرة أنظمة المراقبة الرقمية على تتبع حالة المعدات بشكل مستمر؛ حيث تصدر خيار "أوافق بشدة" التكرارات بواقع 98 استجابة بنسبة 38.9%. تعكس هذه النتيجة واقعاً تقنياً متقدماً في مدينة الجبيل الصناعية، إذ إن مراقبة الأصول لحظياً (Real-time Monitoring) تضمن استمرارية سلاسل الإمداد وتفاذي التوقفات الفجائية للمعدات الحساسة. الاعتماد على الحساسات (Sensors) وإنترنت الأشياء يقلل من التدخل البشري الخطير في فحص المعدات، مما يرفع من معايير السلامة المهنية ويمنح الإدارة بيانات حية لبناء قرارات الصيانة الوقائية بناءً على الحالة الفعلية لا على جداول زمنية تقديرية.

رغم هذا التوجه الإيجابي، فإن وجود 27% من المعارضين (بمجموع لا أوافق ولا أوافق بشدة) يشير إلى تحديات تشغيلية تتعلق بدقة هذه الأنظمة أو تكاملها مع المعدات القديمة (Legacy Systems). هذا الانقسام يظهر أن الاستفادة من التتبع الرقمي قد تقتصر على المنشآت الحديثة فقط، بينما لا تزال المعدات التقليدية تعاني من نقص في الربط الرقمي؛ مما يخلق تفاوتاً في كفاءة الصيانة داخل المشروع الواحد. حياء 10.7% من المشاركين يبرز فئة ربما لا تملك الصلاحية للوصول إلى لوحات البيانات (Dashboards) أو أنها لم تتلقَّ التدريب الكافي لاستقاء المعلومات منها، وهو ما قد يؤدي إلى تعطيل الاستجابة للأعطال الوشيكة رغم توفر التكنولوجيا اللازمة لرصدها.

تساعد أنظمة المراقبة الرقمية في تتبع حالة المعدات بشكل مستمر					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
38.9	38.9	38.9	98	أوافق بشدة	Valid
62.3	23.4	23.4	59	أوافق	
79.4	17.1	17.1	43	لا أوافق	
90.1	10.7	10.7	27	محايد	
100.0	9.9	9.9	25	لا أوافق بشدة	
	100.0	100.0	252	Total	

جدول 9: التحليل الإحصائي لمساعدة أنظمة المراقبة الرقمية في تتبع حالة المعدات بشكل مستمر



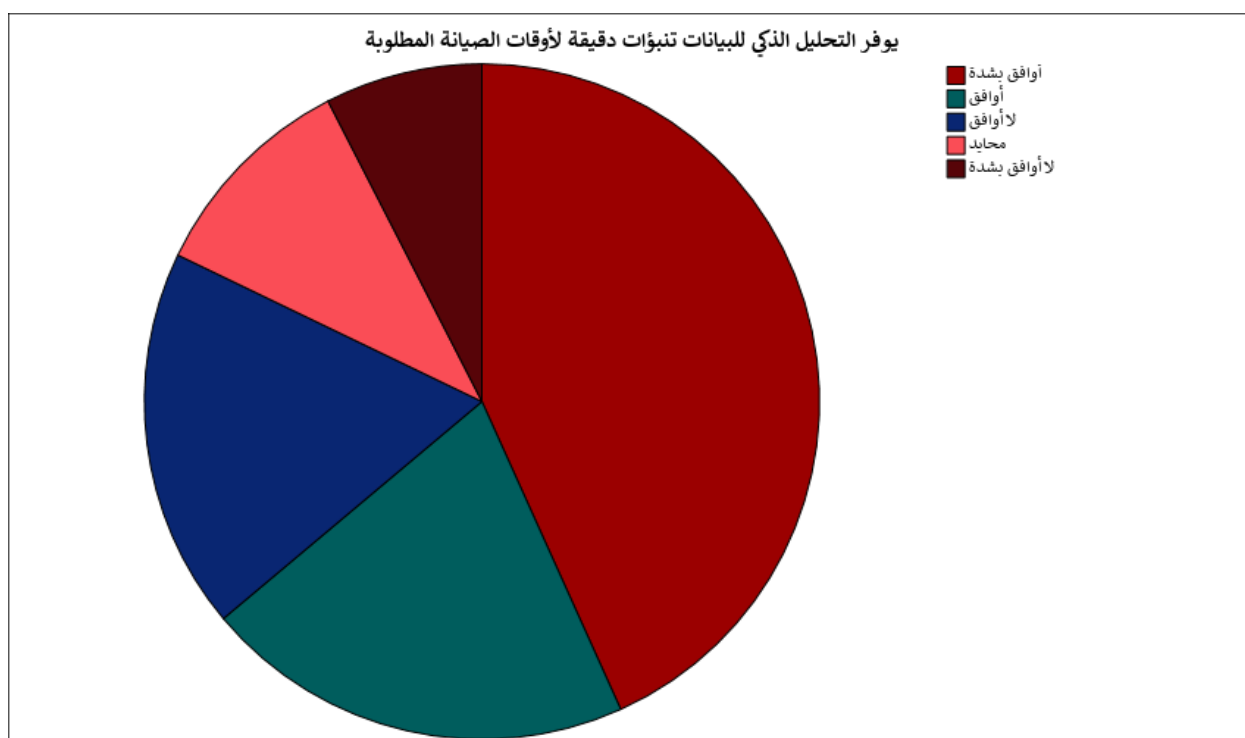
شكل توضيحي 8: التمثيل البياني لمساعدة أنظمة المراقبة الرقمية في تتبع حالة المعدات بشكل مستمر

• يوفر التحليل الذكي للبيانات تنبؤات دقيقة لأوقات الصيانة المطلوبة

استحوذ خيار "أوافق بشدة" على النصيب الأكبر من الاستجابات بنسبة 43.3%؛ ما يبرهن على ثقة هندسية عالية في قدرة خوارزميات تحليل البيانات على استشراف احتياجات الصيانة قبل وقوع الأعطال. هذه النتيجة تضعنا أمام تحول جذري في إدارة المشاريع بمدينة الجبيل الصناعية، حيث يتم الانتقال من الصيانة التقليدية القائمة على رد الفعل إلى الصيانة التنبؤية القائمة على استنطاق البيانات. القناعة الإجمالية بالموافقة وصلت إلى 63.9%، وهي نسبة كافية لتبني سياسات رقمية أوسع؛ فالدقة في التنبؤ تعني تقليل الهدر في قطع الغيار والعمالة، فضلاً عن حماية الأصول الرأسمالية من التآكل المفاجئ. بالمقابل، نجد أن 25.8% من العينة (بمجموع غير الموافقين) لا تزال تشكك في دقة هذه التنبؤات؛ وقد يعزى هذا التحفظ إلى تجارب سابقة اصطدمت فيها التوقعات الرقمية بمتغيرات بيئية أو تشغيلية لم تأخذها الخوارزمية في الحسبان. وجود 10.3% في منطقة الحياد يعزز فرضية أن أدوات التحليل الذكي لم تتأقلم تماماً مع كافة أنواع المعدات المستخدمة في المواقع. التنبؤ الدقيق يحتاج إلى تدفق مستمر لبيانات نظيفة وموثوقة؛ وأي خلل في مجسات الرصد سيؤدي بالضرورة إلى نتائج مضللة، وهو ما قد يفسر وقوف ربع العينة تقريباً في معسكر الرفض.

يوفر التحليل الذكي للبيانات تنبؤات دقيقة لأوقات الصيانة المطلوبة					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
43.3	43.3	43.3	109	أوافق بشدة	Valid
63.9	20.6	20.6	52	أوافق	
82.1	18.3	18.3	46	لا أوافق	
92.5	10.3	10.3	26	محايد	
100.0	7.5	7.5	19	لا أوافق بشدة	
	100.0	100.0	252	Total	

جدول 10: التحليل الإحصائي لتوفير التحليل الذكي للبيانات تنبؤات دقيقة لأوقات الصيانة المطلوبة



شكل توضيحي 9: التمثيل البياني لتوفير التحليل الذكي للبيانات تنبؤات دقيقة لأوقات الصيانة المطلوبة

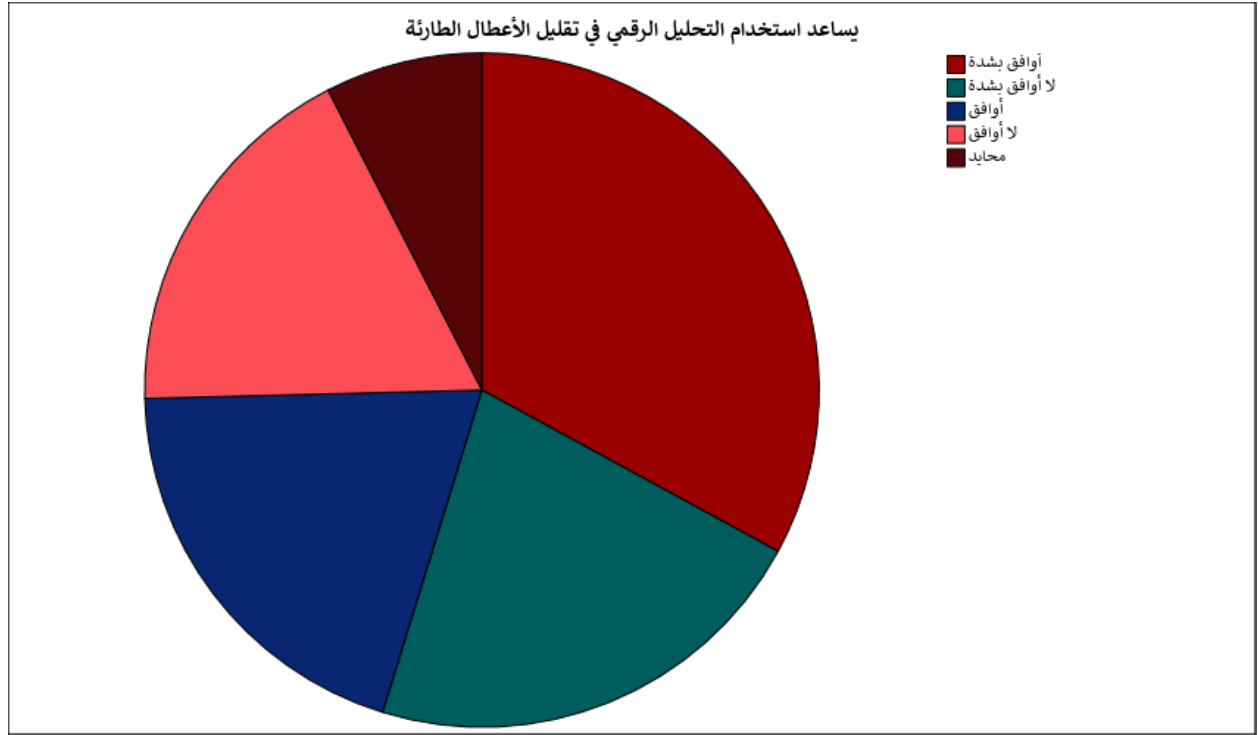
• يساعد استخدام التحليل الرقمي في تقليل الأعطال الطارئة

حصص خيار "أوافق بشدة" النسبة الأعلى بواقع 32.9% من آراء المشاركين؛ غير أن هذه النتيجة لا تعبر عن إجماع حقيقي، بل تكشف عن استقطاب في التجربة الميدانية بمدينة الجبيل الصناعية. نجد أن خيار "لا أوافق بشدة" حل ثانياً مباشرة بنسبة 21.8%؛ يبدو أن التحليل الرقمي نجح في كبح جماح الأعطال المفاجئة لدى شريحة معينة، بينما لا يزال قرابة 40% من العينة (بإجمالي المعارضين) يواجهون أعطالاً طارئة رغم وجود الأنظمة الرقمية. هذه الفجوة تشير بوضوح إلى أن فعالية التكنولوجيا مرتبطة بجودة البنية التحتية للمعدات نفسها؛ فالأنظمة الرقمية ترصد الخلل لكنها لا تمنعه إذا كانت الأصول قد تجاوزت عمرها الافتراضي أو عانت من إهمال في الصيانة الميكانيكية الأساسية.

انعكس هذا التردد في المواقف على استقرار سير العمليات؛ فعدم الثقة في قدرة الرقمنة على منع المفاجآت التشغيلية يدفع الإدارات للتمسك بنمط "إطفاء الحرائق" بدلاً من الاعتماد الكلي على التحليلات الاستباقية. حياء 7.5% فقط من العينة يؤكد أن التجربة مع الأعطال الطارئة تجربة ملموسة وحاضرة في يوميات المهندسين؛ فإما أن التحول الرقمي قد شكل درعاً واقياً للمشروع أو أنه ظل مجرد أداة توثيق للأعطال بعد وقوعها. هذا التباين يفرض ضرورة مراجعة تكامل خوارزميات التنبؤ مع الواقع الميداني؛ إذ إن استمرار الأعطال المفاجئة في ظل وجود "تحليل رقمي" يعني إهداراً مزدوجاً للوقت ولتكلفة التقنية المستخدمة.

يساعد استخدام التحليل الرقمي في تقليل الأعطال الطارئة					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
32.9	32.9	32.9	83	أوافق بشدة	Valid
54.8	21.8	21.8	55	لا أوافق بشدة	
74.6	19.8	19.8	50	أوافق	
92.5	17.9	17.9	45	لا أوافق	
100.0	7.5	7.5	19	محايد	
	100.0	100.0	252	Total	

جدول 11 : التحليل الإحصائي لمساعدة استخدام التحليل الرقمي في تقليل الأعطال الطارئة



شكل توضيحي 10 : التمثيل البياني لمساعدة استخدام التحليل الرقمي في تقليل الأعطال الطارئة

• تحسن أنظمة المراقبة والتحليل الرقمي من سرعة اتخاذ القرارات أثناء عمليات الصيانة

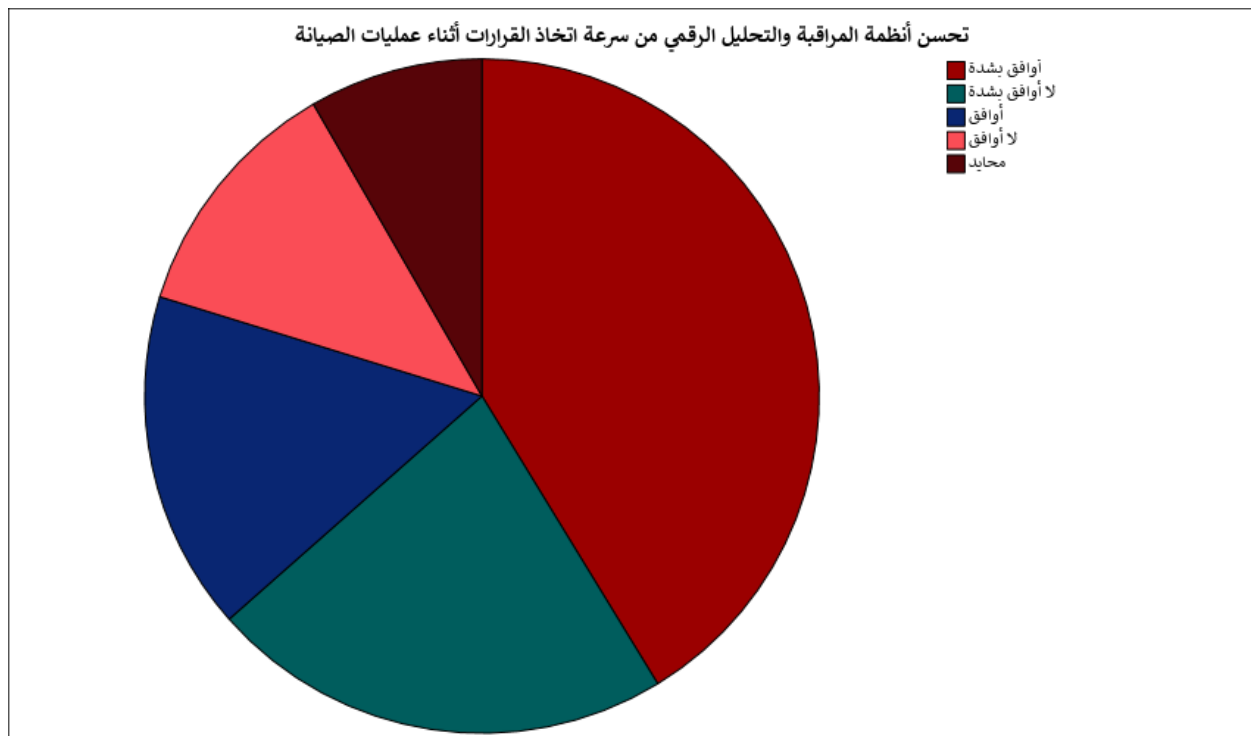
تظهر النتائج انقساماً في تقييم أثر الرقمنة على سرعة الاستجابة واتخاذ القرار؛ فبينما يكتسح التأييد الشديد المشهد بنسبة 41.3%، يبرز تيار معارض بقوة في المرتبة الثانية بنسبة 22.2% ممن اختاروا "لا أوافق بشدة". هذا التباين يوحي بأن الأنظمة الرقمية في مدينة الجبيل الصناعية تعمل كـ "سيف ذي حدين"؛ ففي الوقت الذي تمنح فيه بعض القادة تدفقاً معلوماتياً فورياً يسرع من وتيرة الإصلاح، يبدو أنها تسبب "تخمة بيانات" أو تعقيدات إجرائية للبعض الآخر، مما قد يؤدي إلى إبطاء القرار بدلاً من تسريعه. وجود فجوة تقارب 34% بين إجمالي الموافقين والمعارضين يشير إلى أن فاعلية النظام الرقمي مرتبطة بمدى صلاحيات التخويل الممنوحة للمهندسين الميدانيين؛ إذ لا قيمة للسرعة التقنية إذا ظلت محاصرة بيروقراطية الاعتمادات التقليدية.

تشكل نسبة المحايدين (8.3%) والرافضين (11.9%) كتلة لا يستهان بها ممن لم يلمسوا تحسناً حقيقياً في زمن الاستجابة أثناء عمليات الصيانة. الواقع الميداني يفرض تحديات لا تعترف أحياناً بدقة الأرقام؛ فسرعة القرار تحتاج إلى تكامل بين "الرصد الرقمي" و"الجاهزية اللوجستية". إذا لم تتوفر قطع الغيار أو العمالة المتخصصة فور صدور التنبيه الرقمي، فإن النظام يتحول لمجرد أداة لرصد التأخير لا لعلاجها. تعكس هذه البيانات حاجة ماسة لتوحيد البروتوكولات الرقمية لضمان أن تكون "المراقبة"

وسيلة للدعم الفني المباشر، وليست مجرد وسيلة رقابية تزيد من الضغوط النفسية على فرق الصيانة دون تقديم حلول عملية فورية.

تحسن أنظمة المراقبة والتحليل الرقمي من سرعة اتخاذ القرارات أثناء عمليات الصيانة					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
41.3	41.3	41.3	104	أوافق بشدة	Valid
63.5	22.2	22.2	56	لا أوافق بشدة	
79.8	16.3	16.3	41	أوافق	
91.7	11.9	11.9	30	لا أوافق	
100.0	8.3	8.3	21	محايد	
	100.0	100.0	252	Total	

جدول 12: التحليل الإحصائي لتحسين أنظمة المراقبة والتحليل الرقمي من سرعة اتخاذ القرارات أثناء عمليات الصيانة



شكل توضيحي 11: التمثيل البياني لتحسين أنظمة المراقبة والتحليل الرقمي من سرعة اتخاذ القرارات أثناء عمليات الصيانة

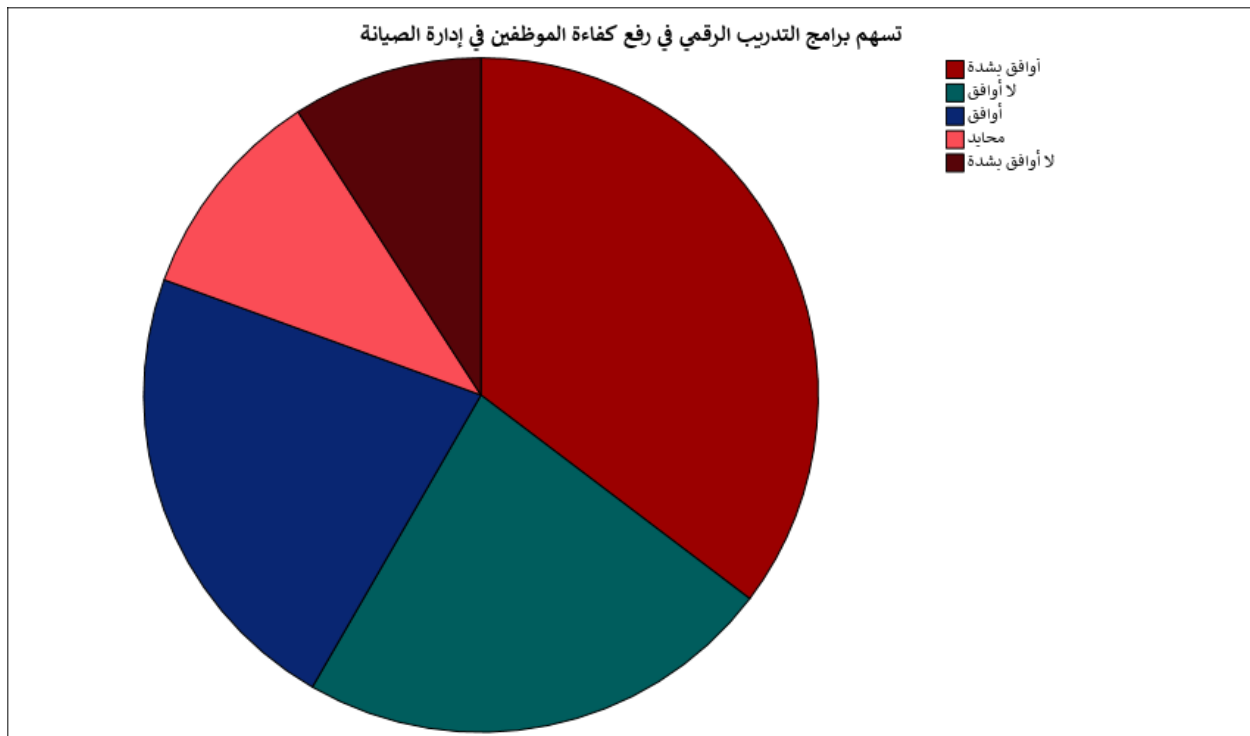
• تسهم برامج التدريب الرقمي في رفع كفاءة الموظفين في إدارة الصيانة

لم تسجل العينة أي غياب للمعارضة؛ حيث بلغت نسبة الرافضين بشدة لأثر التدريب الرقمي 9.1%، وهي أقل نسبة في الاستجابات، بينما قفز التأييد المطلق "أوافق بشدة" ليتصدر المشهد بواقع 35.3%. هذا التباين يعكس قناعة متنامية في مشاريع الجيل الصناعية بأن مهارات الصيانة التقليدية لم تعد كافية؛ فالتدريب المتخصص هو الجسر الحقيقي لتمكين الكوادر من إدارة الأنظمة المعقدة. رغم أن النسبة الكلية للموافقين (أوافق وأوافق بشدة) تجاوزت 57%، إلا أن وجود 23% في خانة "لا أوافق" يكشف عن معضلة ميدانية؛ فربما تكون البرامج التدريبية المقدمة حالياً تركز على الجانب النظري وتفتقر للمحاكاة الواقعية التي تتطلبها أعمال الصيانة الديناميكية، مما جعل شريحة واسعة لا تلمس انعكاساً مباشراً للتدريب على كفاءتها اليومية.

استقرار نسبة المحايدين عند 10.3% يشير إلى فئة لم تتح لها فرصة تجربة هذه البرامج بانتظام، أو أنها ترى التدريب مجرد إجراء روتيني لا يلامس جوهر التحديات التقنية في الموقع. النتيجة تؤكد أن نجاح التحول الرقمي ليس رهناً بتوفير البرمجيات فحسب، بل بجودة "المحتوى التدريبي" وقدرته على ردم الفجوة المهارية؛ فالمهندس في الميدان يحتاج لتدريب يقلل من زمن التعطل (Downtime) وليس مجرد دورات تعريفية عامة. هذا التردد في الآراء ينمنا إلى ضرورة إعادة صياغة استراتيجيات التأهيل المهني لتصبح أكثر تخصصاً واتساقاً مع الاحتياجات الفعلية لمشاريع الصيانة، لضمان تحويل الاستثمار في التدريب إلى كفاءة تشغيلية ملموسة.

تسهم برامج التدريب الرقمي في رفع كفاءة الموظفين في إدارة الصيانة					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	89	35.3	35.3	35.3	Valid
لا أوافق	58	23.0	23.0	58.3	
أوافق	56	22.2	22.2	80.6	
محايد	26	10.3	10.3	90.9	
لا أوافق بشدة	23	9.1	9.1	100.0	
Total	252	100.0	100.0		

جدول 13: التحليل الإحصائي لمساهمة برامج التدريب الرقمي في رفع كفاءة الموظفين في إدارة الصيانة



شكل توضيحي 12: التمثيل البياني لمساهمة برامج التدريب الرقمي في رفع كفاءة الموظفين في إدارة الصيانة

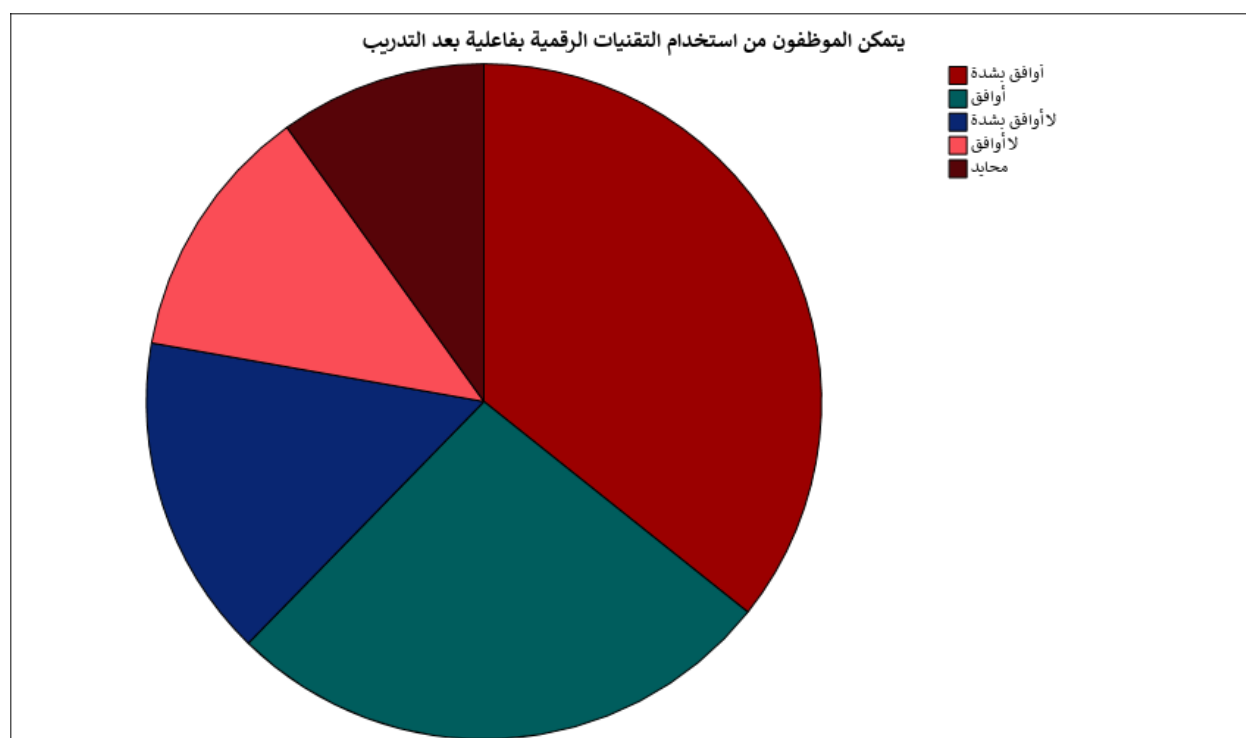
• يتمكن الموظفون من استخدام التقنيات الرقمية بفاعلية بعد التدريب

ظهر تباين في تقدير الأثر الفعلي للتدريب على مهارات الاستخدام الميدانية؛ فبينما يميل المسار العام نحو الإيجابية بنسبة تأييد إجمالية بلغت 62.3%، برزت فئة معارضة بشدة في المرتبة الثالثة بنسبة 15.5%. هذا التردد يشي بأن الفعالية التقنية بعد التدريب ليست مساراً موحداً لجميع الكوادر في مشاريع الجبيل؛ إذ يبدو أن الفجوة المهارية تظل قائمة لدى شريحة تقارب 28% من العينة رغم خضوعهم لبرامج تأهيلية. يعزى هذا التباين غالباً إلى اختلاف مستويات التعقيد في الأنظمة الرقمية المستخدمة، أو ربما لضعف المتابعة الميدانية بعد انتهاء الدورات النظرية، مما يحول دون تحويل المعرفة إلى ممارسة احترافية ناجحة.

سجل خيار "أوافق بشدة" التكرار الأعلى بواقع 90 استجابة (35.7%); وهي نتيجة تعزز الثقة في المخرجات التعليمية لبعض مراكز التدريب، إلا أن حياد 9.9% من المشاركين يضع علامة استفهام حول "جدوى الأدوات" المقدمة. التمكن من التقنية يتطلب بيئة عمل تدعم الخطأ والتعلم، وهو ما قد يفتقر إليه الضغط الزمني في مشاريع الصيانة الديناميكية؛ فالنقص في التمكن الميداني يؤدي بالضرورة إلى إبطاء وتيرة التحول الرقمي وزيادة الاعتماد على الدعم الفني الخارجي. إن استمرار المعارضة بنسبة إجمالية تزيد عن الربع (27.8%) ينهنا إلى أن التدريب التقليدي قد لا يكون الحل الكافي لتعقيدات "الرقمنة" في مدينة صناعية كبرى مثل الجبيل، بل يتطلب الأمر تدريباً مستمراً (On-the-job training) يواكب التحديثات المتلاحقة للبرمجيات.

يتمكن الموظفون من استخدام التقنيات الرقمية بفاعلية بعد التدريب					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
35.7	35.7	35.7	90	أوافق بشدة	Valid
62.3	26.6	26.6	67	أوافق	
77.8	15.5	15.5	39	لا أوافق بشدة	
90.1	12.3	12.3	31	لا أوافق	
100.0	9.9	9.9	25	محايد	
	100.0	100.0	252	Total	

جدول 14: التحليل الإحصائي لتمكّن الموظفون من استخدام التقنيات الرقمية بفاعلية بعد التدريب



شكل توضيحي 13: التمثيل البياني لتمكّن الموظفون من استخدام التقنيات الرقمية بفاعلية بعد التدريب

- يساعد التدريب الرقمي على فهم أفضل للبرمجيات والأدوات المستخدمة في الصيانة

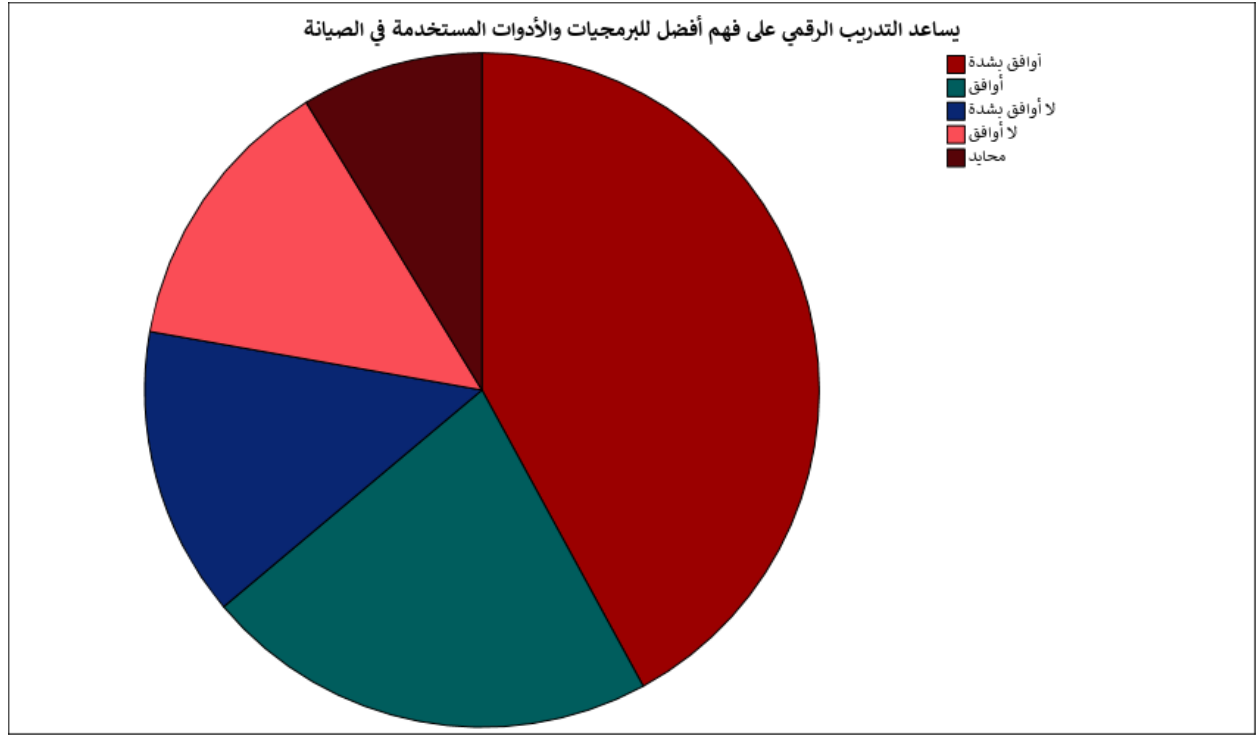
ثمة تباين صريح في تقدير مدى نضج "الفهم البرمجي" الناتج عن التدريب؛ فبينما يميل المسار العام للنمو المعرفي بنسبة إجمالية بلغت 63.9%، تظهر كتلة معارضة متساوية تقريباً بين خيارَي "لا أوافق بشدة" بنسبة 13.9% و"لا أوافق" بنسبة 13.5%. هذا

الانقسام يلمح إلى أن المحتوى التدريبي قد يكون مصمماً بشكل "عام" لا يراعي تخصص الأدوات الرقمية الدقيقة المستخدمة في مشاريع الجبيل؛ ما يترك فئة ليست بال بسيطة غارقة في عدم وضوح الوظائف التقنية. حصص خيار "أوافق بشدة" التكرار الأعلى بواقع 106 استجابات (42.1%); وهي نتيجة تعزز فرضية وجود فئة من "المستخدمين المتمكنين" الذين نجحوا في ربط التدريب بآليات العمل، لكن بقاء ربع العينة في دائرة عدم الاستيعاب قد يعرقل التكامل الرقمي الشامل في المواقع.

استقرار نسبة الحياد عند 8.7% تعكس فئة تراقب المشهد من بعيد دون احتكاك حقيقي بواجهات البرمجيات المعقدة. الواقع التشغيلي يفرض أن يكون الفهم "عميقاً" وليس مجرد إلمام سطحي؛ فالنقص في استيعاب منطق عمل البرامج يؤدي بالضرورة إلى إدخال بيانات خاطئة، مما يفسد مخرجات التخطيط الآلي والجدولة. هذه الفروقات الإحصائية بين معسكري التأييد والمعارضة توضح أن التدريب الرقمي في المدينة يحتاج إلى "تخصيص" (Customization) أكبر؛ بحيث يلمس الموظف حلولاً لمشكلاته التقنية اليومية بدلاً من تلقي شروح عامة لا تنعكس على فهمه للأدوات التي يتعامل معها فعلياً تحت ضغط العمل.

يساعد التدريب الرقمي على فهم أفضل للبرمجيات والأدوات المستخدمة في الصيانة					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
42.1	42.1	42.1	106	أوافق بشدة	Valid
63.9	21.8	21.8	55	أوافق	
77.8	13.9	13.9	35	لا أوافق بشدة	
91.3	13.5	13.5	34	لا أوافق	
100.0	8.7	8.7	22	محايد	
	100.0	100.0	252	Total	

جدول 15 : التحليل الإحصائي لمساعدة التدريب الرقمي على فهم أفضل للبرمجيات والأدوات المستخدمة في الصيانة



شكل توضيحي 14 : التمثيل البياني لمساعدة التدريب الرقمي على فهم أفضل للبرمجيات والأدوات المستخدمة في الصيانة

• يدعم التدريب الرقمي الموظفين في تطبيق أساليب صيانة حديثة

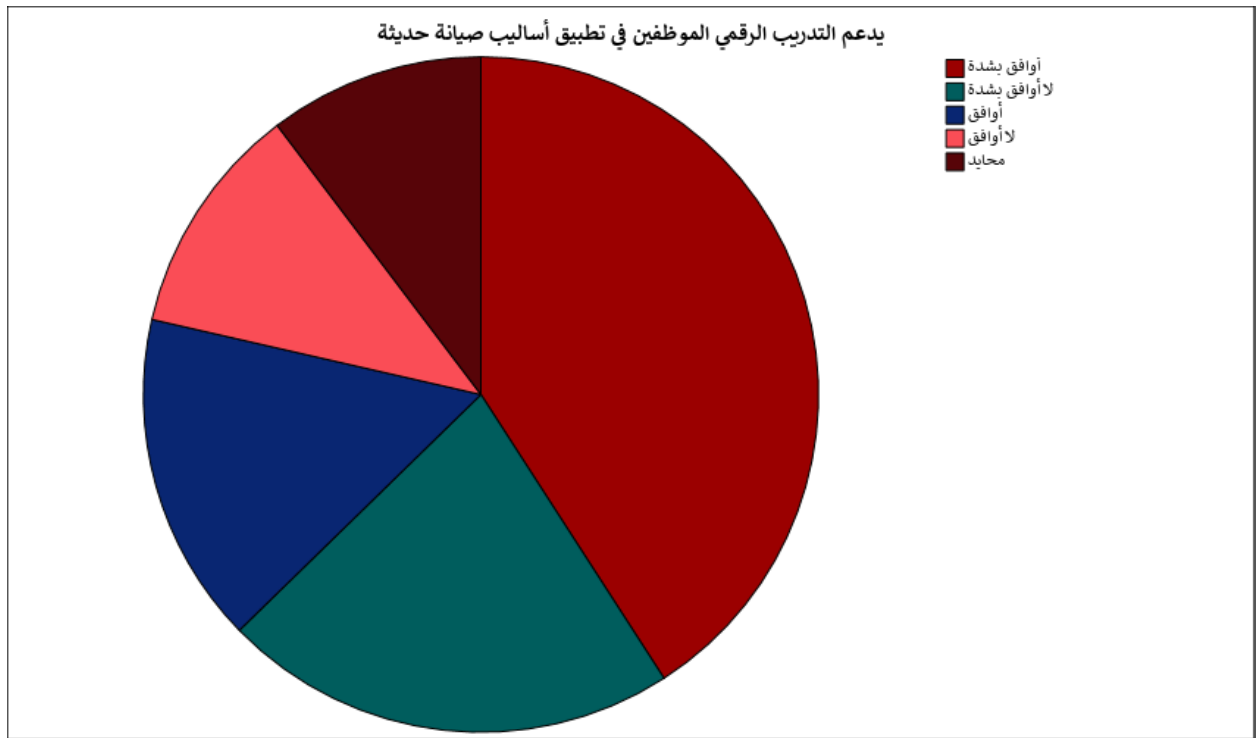
انشطرت آراء العينة إلى نصفين متناقضين تماماً. سجل خيار "أوافق بشدة" التكرار الأعلى بواقع 103 استجابة (40.9%). في المقابل، جاء خيار "لا أوافق بشدة" ثانياً بنسبة 21.8%. يعكس فجوة عميقة في الميدان. يبدو أن التدريب نجح مع البعض وفشل مع الآخرين. التطبيق العملي للأساليب الحديثة يواجه عوائق صلبة. قد تكون هذه العوائق متعلقة بجمود اللوائح الإدارية في الجيل.

تحتاج الأساليب الحديثة لبيئة رقمية متكاملة. التدريب وحده لا يكفي لتغيير الواقع الميداني. مجموع الموافقين (56.8%) يمثل الأغلبية البسيطة. لكن المعارضة القوية (32.9%) تثير القلق. التردد الإحصائي هنا ينفي وجود إجماع مرن. غياب المرونة في المواقع قد يجهض ثمار التدريب. الفئة المحايدة (10.3%) لم تحسم موقفها بعد. تطبيق التقنيات الحديثة يظل رهناً بالجاهزية التشغيلية لا المعرفية فقط.

يدعم التدريب الرقمي الموظفين في تطبيق أساليب صيانة حديثة					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
40.9	40.9	40.9	103	أوافق بشدة	Valid

62.7	21.8	21.8	55	لا أوافق بشدة
78.6	15.9	15.9	40	أوافق
89.7	11.1	11.1	28	لا أوافق
100.0	10.3	10.3	26	محايد
	100.0	100.0	252	Total

جدول 16 : التحليل الإحصائي لدعم التدريب الرقمي الموظفين في تطبيق أساليب صيانة حديثة



شكل توضيحي 15 : التمثيل البياني لدعم التدريب الرقمي الموظفين في تطبيق أساليب صيانة حديثة

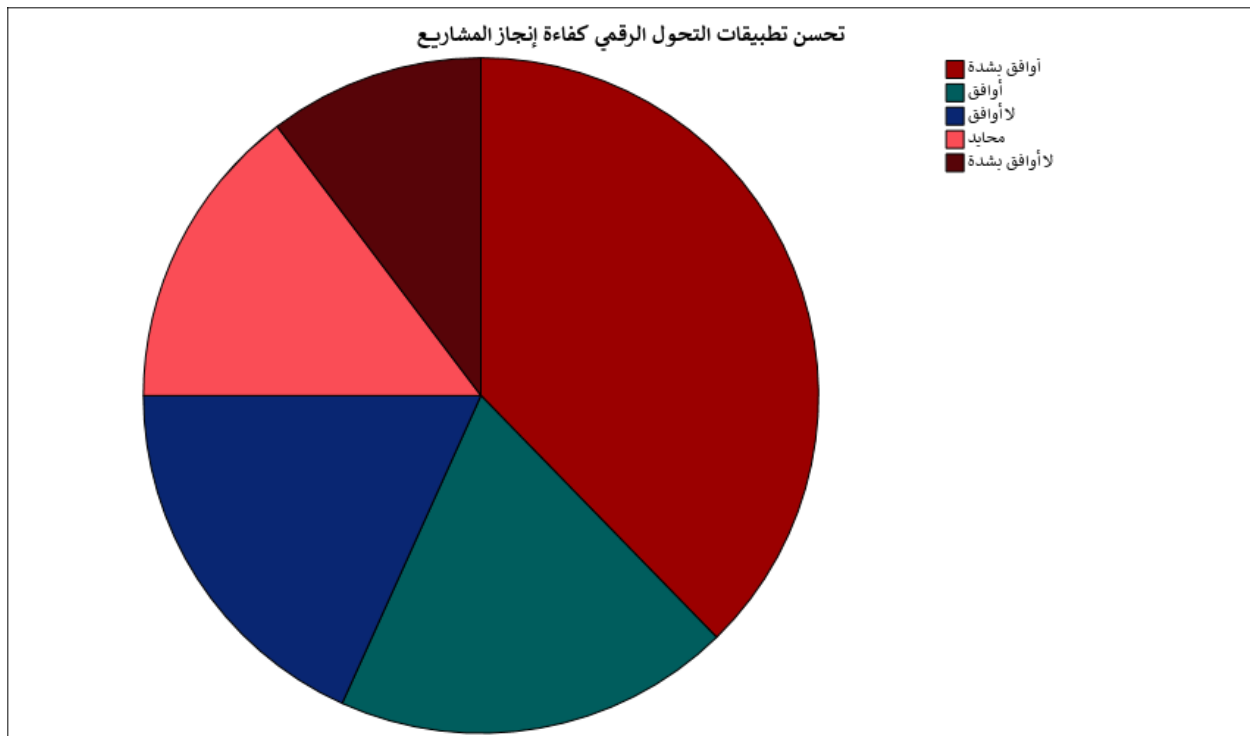
• تحسين تطبيقات التحول الرقمي كفاءة إنجاز المشاريع

انقسمت آراء العينة حول كفاءة الإنجاز؛ إذ سجل خيار "أوافق بشدة" التكرار الأعلى بواقع 95 استجابة بنسبة 37.7%. تلاه مباشرة تقارب كبير بين الموافقين (19%) والرافضين (18.3%). هذا التذبذب في النتائج يعكس واقعاً معقداً في مشاريع مدينة الجبيل الصناعية. كفاءة الإنجاز لم ترتق بعد لمستوى الإجماع الكامل؛ فبينما يرى تيار واسع أثراً إيجابياً، لا تزال هناك كتلة معارضة صلبة تقارب 29%. هذه الكتلة قد تكون اصطدمت بمشكلات فنية في واجهات التطبيقات أو صعوبة في دمج التقنية مع سلاسل التوريد الميدانية.

تحسّن الكفاءة يظل رهناً بجودة التطبيق لا بوجوده فقط. نسبة الحياد (14.7%) تعزز وجود منطقة رمادية في الأداء التشغيلي. ربما لم تقدم التطبيقات قيمة مضافة واضحة لبعض المهندسين في المواقع؛ فالتأخيرات الميدانية قد تتجاوز قدرة البرمجيات على الحل بمفردها. النتيجة النهائية تشير إلى نجاح جزئي في تحويل الرقمنة إلى كفاءة إنجاز ملموسة. غياب القناة الموحدة يربك الخطط الاستراتيجية لتطوير الصيانة الديناميكية؛ فالإنجاز الحقيقي يحتاج إلى انسجام تام بين العامل البشري والمنصة الرقمية، وهو ما يفتقر إليه حالياً قرابة ثلث القوى العاملة المشاركة في الدراسة.

تحسين تطبيقات التحول الرقمي كفاءة إنجاز المشاريع					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
37.7	37.7	37.7	95	أوافق بشدة	Valid
56.7	19.0	19.0	48	أوافق	
75.0	18.3	18.3	46	لا أوافق	
89.7	14.7	14.7	37	محايد	
100.0	10.3	10.3	26	لا أوافق بشدة	
	100.0	100.0	252	Total	

جدول 17 : التحليل الإحصائي لتحسين تطبيقات التحول الرقمي كفاءة إنجاز المشاريع



شكل توضيحي 16: التمثيل البياني لتحسين تطبيقات التحول الرقمي كفاءة إنجاز المشاريع

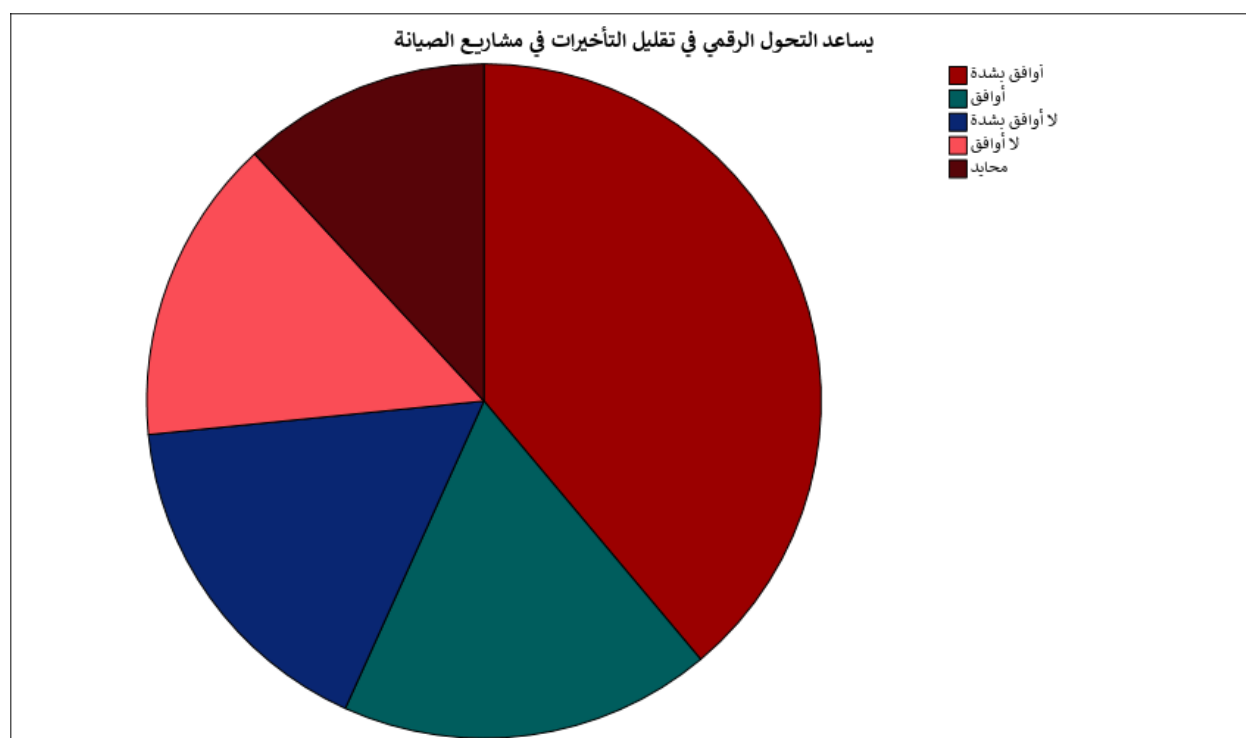
• يساعد التحول الرقمي في تقليل التأخيرات في مشاريع الصيانة

انقسمت آراء العينة حيال قدرة الرقمنة على كبح جماح التأخيرات في مشاريع الصيانة؛ فبينما سجل خيار "أوافق بشدة" النسبة الأعلى بواقع 38.9%، نجد في المقابل تقارباً بين خياري "أوافق" بنسبة 17.9% و"لا أوافق بشدة" بنسبة 16.7%. هذا التشطي في الإجابات يشير إلى أن أثر التحول الرقمي على الجدول الزمني ليس ثابتاً في مدينة الجبيل الصناعية. يبدو أن النظام الرقمي ينجح في تسريع العمليات الإدارية، لكنه قد يصطدم بعوائق لوجستية وميدانية تجعل 31.4% من العينة (بمجموع الراضين) لا يلمسون هذا التحسن في المواعيد النهائية للإنجاز.

تؤكد هذه النتائج أن التقنية وحدها لا تضمن الالتزام بالجدول الزمني ما لم تقترن بمرونة في سلاسل الإمداد وتوفر قطع الغيار في الوقت المناسب. استقرت نسبة الحياد عند 11.9%؛ وهي فئة قد لا تملك القدرة على المقارنة بين النظامين القديم والحديث أو أنها تعمل في مشاريع ذات طبيعة روتينية لا تتأثر كثيراً بالتحولات التقنية. كما أن قرابة ثلث القوى العاملة لا تزال تعاني من التأخير رغم "الرقمنة"؛ ما يثني بوجود فجوة بين سرعة تدفق البيانات وسرعة التنفيذ الميكانيكي في المواقع. غياب الإجماع بنسب كاسحة يعزز فرضية أن التحول الرقمي في صيانة المشاريع الديناميكية لا يزال في مرحلة المخاض التشغيلي، حيث تتصارع دقة الخوارزميات مع تعقيدات الواقع العملي.

يساعد التحول الرقمي في تقليل التأخيرات في مشاريع الصيانة					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
38.9	38.9	38.9	98	أوافق بشدة	Valid
56.7	17.9	17.9	45	أوافق	
73.4	16.7	16.7	42	لا أوافق بشدة	
88.1	14.7	14.7	37	لا أوافق	
100.0	11.9	11.9	30	محايد	
	100.0	100.0	252	Total	

جدول 18 : التحليل الإحصائي لمساعدة التحول الرقمي في تقليل التأخيرات في مشاريع الصيانة



شكل توضيحي 17 : التمثيل البياني لمساعدة التحول الرقمي في تقليل التأخيرات في مشاريع الصيانة

• يسهم التحول الرقمي في تحسين جودة أعمال الصيانة المقدمة

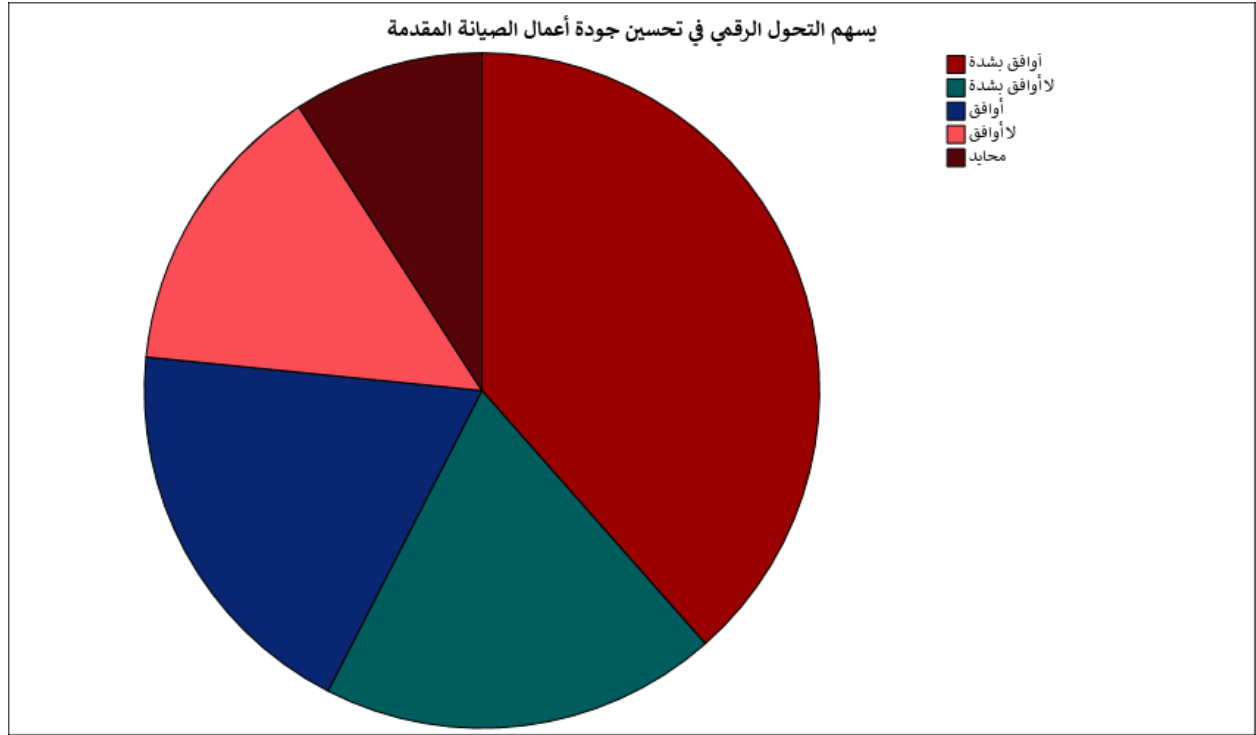
سجل خيار "محايد" النسبة الأقل بـ 9.1% فقط؛ وهو ما يشير إلى أن غالبية الكوادر الميدانية في الجبيل الصناعية لديهم تجربة ملموسة وموقف واضح تجاه أثر الرقمنة على جودة المخرجات الفنية. في المقابل، اكتسح خيار "أوافق بشدة" الصدارة بنسبة

38.5%، مدعوماً بـ 19.0% لخيار "أوافق" و "لا أوافق بشدة" على حد سواء. هذا التساوي بين التأييد والرفض القاطع يكشف عن انقسام جوهري في معايير الجودة المتبعة؛ فبينما نجحت تطبيقات التحول الرقمي في توفير دقة أعلى في التنفيذ لقطاع واسع، يبدو أن قطاعاً آخر يرى أن الجودة الفنية لا تزال ترتفع بمهارة العامل البشري والمواد المستخدمة أكثر من اعتمادها على المنصات الرقمية.

يؤدي هذا التردد الإحصائي إلى استنتاج مفاده أن الرقمنة في إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية لم تحقق بعد "نمذجة" موحدة للجودة. وجود 33.3% من العينة في معسكر عدم الموافقة (بمجموع لا أوافق ولا أوافق بشدة) يشي بوجود تحديات في مواءمة البرمجيات مع المتطلبات الهندسية المعقدة في الموقع؛ إذ إن مجرد رقمنة الإجراءات لا تضمن بالضرورة جودة الإصلاح الميكانيكي أو الكهربائي. هذه الفجوة قد تؤدي إلى تباين في مستويات الصيانة بين المنشآت المختلفة داخل المدينة الصناعية، مما يتطلب مراجعة شاملة لكيفية توظيف الأدوات الرقمية لتصبح وسيلة للرقابة على معايير الجودة وليس مجرد أداة للأتمتة الإدارية.

يسهم التحول الرقمي في تحسين جودة أعمال الصيانة المقدمة					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	97	38.5	38.5	38.5	Valid
لا أوافق بشدة	48	19.0	19.0	57.5	
أوافق	48	19.0	19.0	76.6	
لا أوافق	36	14.3	14.3	90.9	
محايد	23	9.1	9.1	100.0	
Total	252	100.0	100.0		

جدول 19 : التحليل الإحصائي لمساهمة التحول الرقمي في تحسين جودة أعمال الصيانة المقدمة



شكل توضيحي 18 : التمثيل البياني لمساهمة التحول الرقمي في تحسين جودة أعمال الصيانة المقدمة

• أرى أن تطبيق التحول الرقمي يعزز القدرة على إدارة المشاريع الديناميكية بفعالية

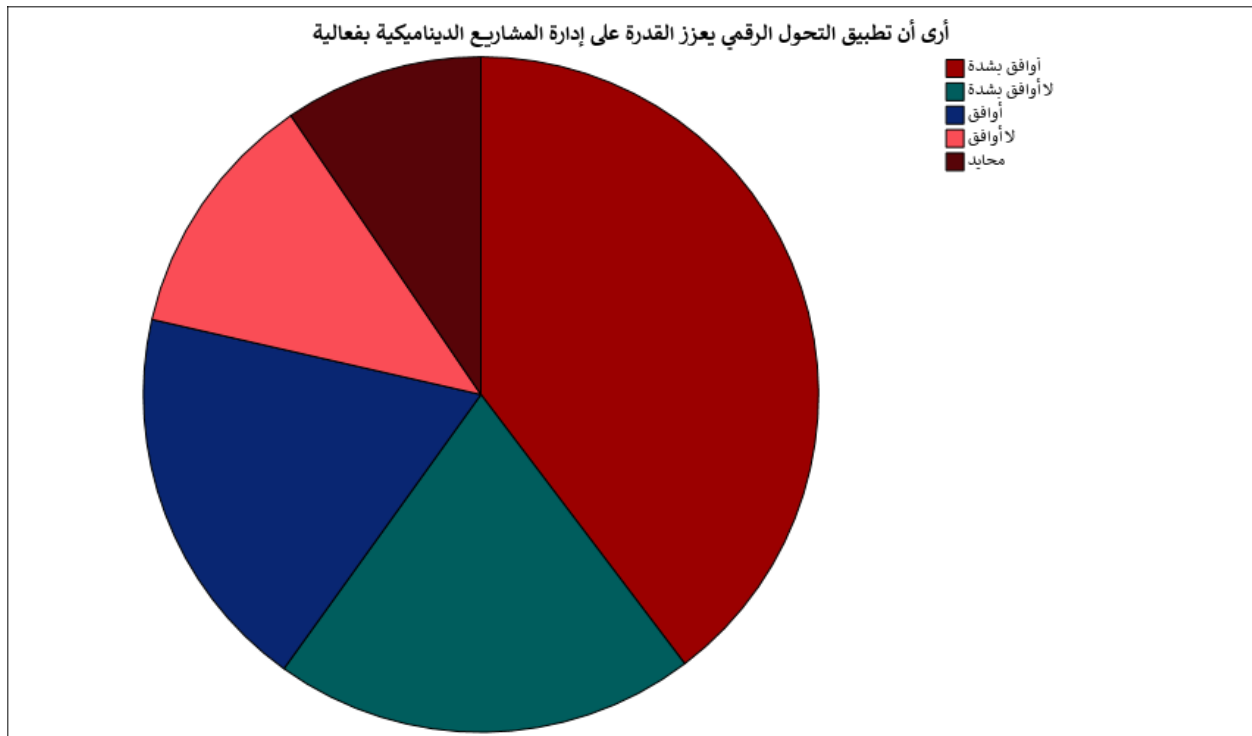
حصص خيار "أوافق بشدة" التكرار الأعلى بواقع 100 استجابة ونسبة 39.7%؛ ما يعكس قناعة استراتيجية لدى الكتلة الكبرى من عينة الدراسة بأن التحول الرقمي يمثل المحرك الأساسي لإدارة التعقيدات الملزمة لمشاريع الصيانة في مدينة الجبيل الصناعية. القوة في هذا التأييد تقابلها نظرة إحصائية؛ نجد أن خيار "لا أوافق بشدة" حل ثانياً مباشرة بنسبة 20.2%. هذا الانقسام في الآراء يقول بوجود تجارب متباينة في الميدان؛ فبينما يرى البعض أن الرقمنة منحهم المرونة الكافية لمواجهة التغيرات اللحظية، يبدو أن خمس العينة تقريباً اصطدم بواقع تقني لم يلب توقعاتهم في التعامل مع طبيعة المشاريع "الديناميكية" التي تتسم بسرعة المتغيرات وضغط الوقت.

يؤكد هذا التردد أن فعالية التحول الرقمي ليست نتيجة آلية، بل هي رهينة بمدى نضج الأنظمة وقدرتها على التكيف مع التحديات الطارئة. مجموع الموافقين (أوافق بشدة وأوافق) استقر عند 58.4%؛ وهي أغلبية مطمئنة لكنها غير مطلقة، خاصة مع وجود 32.1% في معسكر المعارضة. هذا النقص في الإجماع قد يؤثر على سرعة تبني التقنيات المتقدمة في بعض قطاعات الصيانة بالمدينة؛ إذ يشير إلى أن بعض المستخدمين لا يزالون يفضلون الأساليب التقليدية أو يرون في الرقمنة عبئاً إجرائياً يعيق الحركة الميدانية. استقرار نسبة الحياد عند 9.5% يعزز فكرة أن التجربة مع هذه التقنيات كانت عميقة ومؤثرة لدرجة دفعت

الغالبية العظمى لاتخاذ موقف صريح وواضح؛ إما بالثقة المطلقة أو الرفض القاطع.

أرى أن تطبيق التحول الرقمي يعزز القدرة على إدارة المشاريع الديناميكية بفعالية					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	100	39.7	39.7	39.7	Valid
لا أوافق بشدة	51	20.2	20.2	59.9	
أوافق	47	18.7	18.7	78.6	
لا أوافق	30	11.9	11.9	90.5	
محايد	24	9.5	9.5	100.0	
Total	252	100.0	100.0		

جدول 20 : التحليل الإحصائي للاعتقاد أن تطبيق التحول الرقمي يعزز القدرة على إدارة المشاريع الديناميكية بفعالية



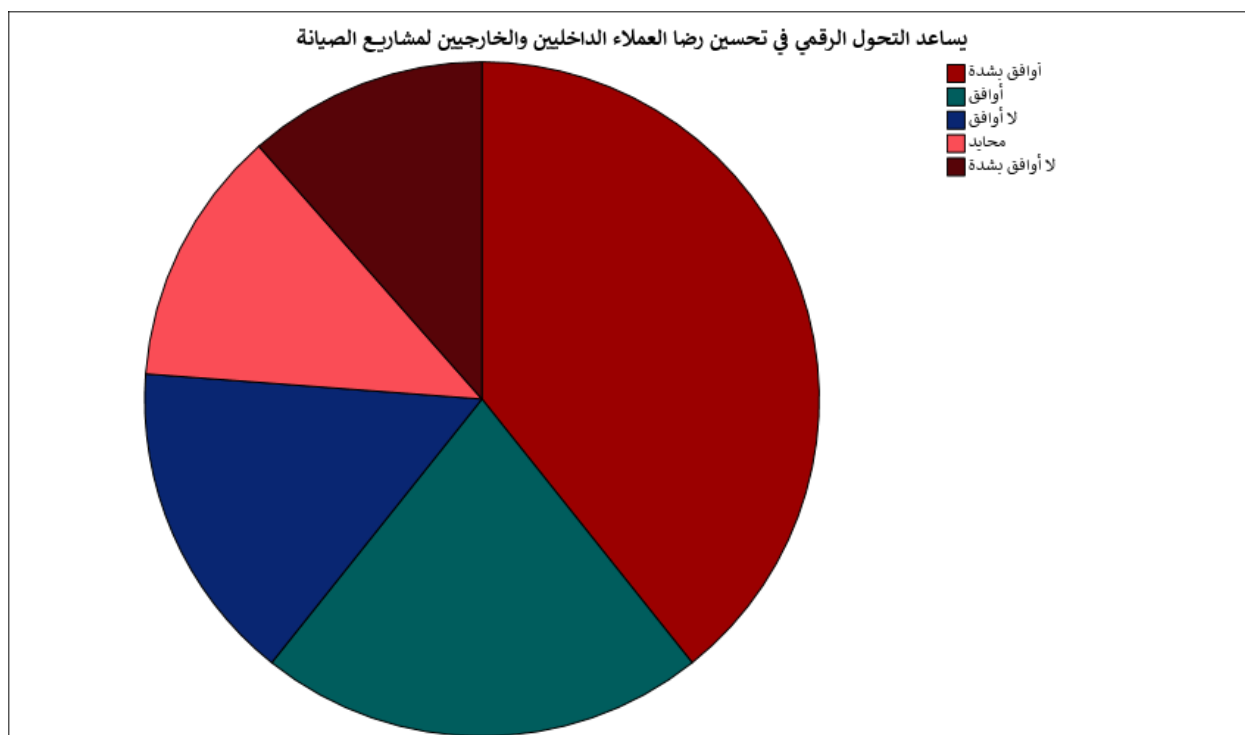
شكل توضيحي 19 : التمثيل البياني للاعتقاد أن تطبيق التحول الرقمي يعزز القدرة على إدارة المشاريع الديناميكية بفعالية

• يساعد التحول الرقمي في تحسين رضا العملاء الداخليين والخارجيين لمشاريع الصيانة

سجل خيار "أوافق بشدة" التكرار الأعلى بواقع 99 استجابة بنسبة 39.3%. حاز التأييد الإجمالي (موافق بشدة وموافق) على 60.7% من الأصوات. النتيجة تعكس أثراً إيجابياً للرقمنة على تجربة العميل في مدينة الجبيل. السرعة في إغلاق تذاكر الصيانة ترفع معدلات الرضا. الشفافية الرقمية في تتبع حالة الأصول تعزز الثقة المتبادلة. لكن المعارضة لا تزال حاضرة بنسبة 27%. حل خيار "لا أوافق" ثالثاً بنسبة 15.5%. تلاه خيار "محايد" بنسبة 12.3%. هذا التردد ينم عن فجوة في جودة الخدمة الرقمية الملموسة. ربما يواجه بعض العملاء صعوبات في واجهات التعامل الرقمي. الرضا مرتبط بكفاءة الحل لا بوجوده فقط. وجود 11.5% يرفضون بشدة يؤكد وجود مشكلات تقنية مزمنة. هذه المشكلات قد تحجب الفوائد الحقيقية للتحول الرقمي عن المستفيد النهائي.

يساعد التحول الرقمي في تحسين رضا العملاء الداخليين والخارجيين لمشاريع الصيانة					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
39.3	39.3	39.3	99	أوافق بشدة	Valid
60.7	21.4	21.4	54	أوافق	
76.2	15.5	15.5	39	لا أوافق	
88.5	12.3	12.3	31	محايد	
100.0	11.5	11.5	29	لا أوافق بشدة	
	100.0	100.0	252	Total	

جدول 21: التحليل الإحصائي لمساعدة التحول الرقمي في تحسين رضا العملاء الداخليين والخارجيين لمشاريع الصيانة



شكل توضيحي 20 : التمثيل البياني لمساعدة التحول الرقمي في تحسين رضا العملاء الداخليين والخارجيين لمشاريع الصيانة

• اختبار المصدقية والموثوقية

لم تُسجل الدراسة أي حالة استبعاد للبيانات؛ إذ بلغت نسبة الحالات المستبعدة (0%)، مما يؤكد اكتمال استجابات العينة البالغ عددها 252 فرداً بنسبة صلاحية 100%. هذا الانضباط في جمع البيانات يعكس جدية المشاركين في مدينة الجبيل الصناعية وفهمهم الدقيق لبنود الاستبيان. القوة الحقيقية تظهر في معامل "ألفا كرونباخ" الذي سجل 0.888 لعدد 20 فقرة؛ وهي قيمة مرتفعة جداً تتجاوز الحد الأدنى المقبول (0.70) بمراحل.

يشير هذا الثبات العالي إلى وجود اتساق داخلي متين بين فقرات الدراسة؛ فالمقياس قادر على إنتاج نتائج مستقرة وموثوقة لو أُعيد تطبيقه في ظروف مماثلة. نجاح الاختبار في بلوغ هذه النسبة يعني أن الأسئلة المصاغة حول التحول الرقمي والصيانة الديناميكية كانت مترابطة بنيوياً، ولم تكن هناك تناقضات في فهم العينة للمفاهيم التقنية المطروحة. هذه النتيجة تمنح الباحث ضوءاً أخضر للمضي قدماً في تعميم النتائج وتفسير العلاقات السببية بقلب مطمئن؛ فالأداة أثبتت كفاءتها في قياس ما وضعت لقياسه بدقة علمية رصينة.

Case Processing Summary			
%	N		
100.0	252	Valid	Cases
.0	0	Excluded ^a	
100.0	252	Total	
a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.			

جدول 22: ملخص التحليلات الإحصائية

Reliability Statistics	
N of Items	Cronbach's Alpha
20	.888

جدول 23: اختبار الثبات والموثوقية

• تحليل الجداول المتقاطعة لمتغيرات الدراسة:

- اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية وتطبيقات التحول الرقمي في تخطيط

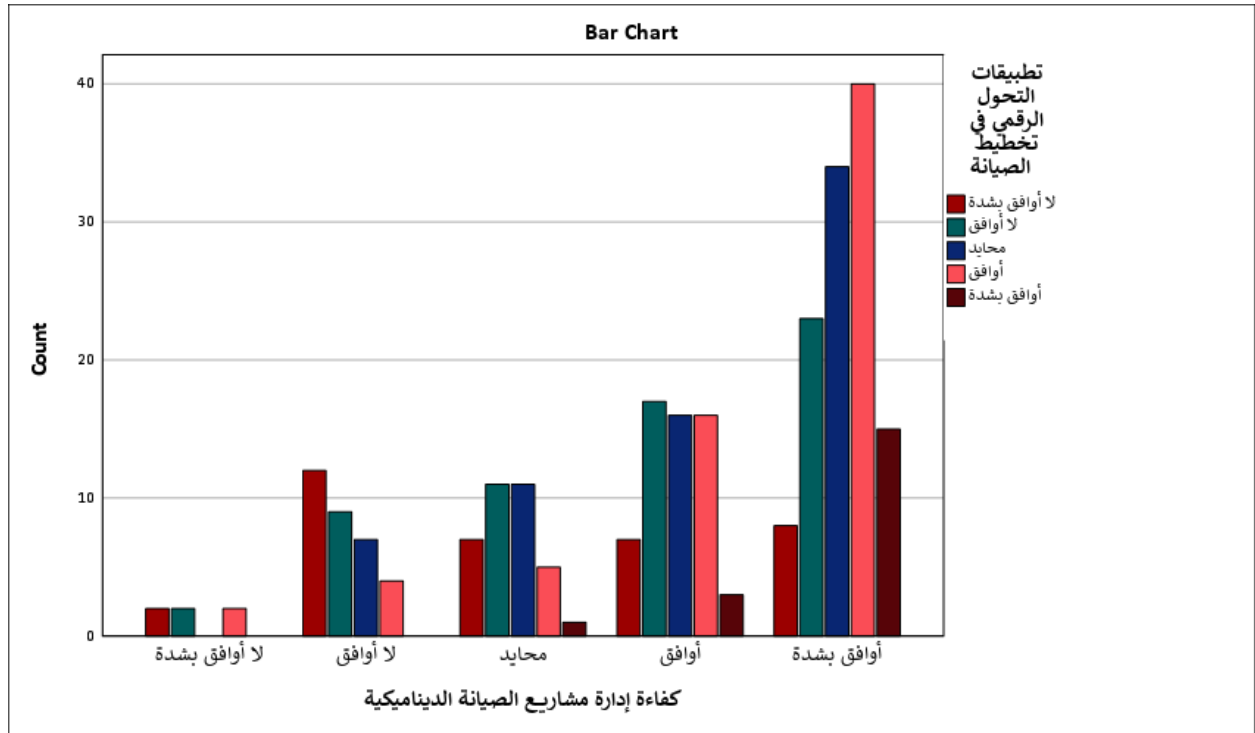
الصيانة

جاءت القيمة الاحتمالية لاختبار كاي سكوير (Pearson Chi-Square) عند 0.001؛ وهي دلالة إحصائية قوية تثبت وجود علاقة ارتباطية وثيقة بين تطبيقات التحول الرقمي في التخطيط وكفاءة إدارة مشاريع الصيانة في الجبيل. النتيجة لم تكن وليدة الصدفة. يبدو أن نضج التخطيط الرقمي ينعكس آلياً على سلاسة العمليات الميدانية. سجلت القيمة الإجمالية للاختبار 39.470؛ مما يعزز فرضية أن الإدارة الديناميكية للمشاريع لا يمكن فصلها عن جودة الأدوات البرمجية المستخدمة في الجدولة والتنبؤ.

تؤكد هذه العلاقة أن أي استثمار في "الرقمنة" سيتبعه بالضرورة تحسن في قدرة المهندسين على المناورة وسط المتغيرات الطارئة للصيانة. برغم أن 36% من الخلايا سجلت عدداً متوقعاً أقل من 5، إلا أن اتساق النتائج في اختبارات "نسبة الاحتمالية" و"الارتباط الخطي" (0.000) يقطع باليقين نحو صحة هذا الارتباط. هذا يعني عملياً أن التخطيط الرقمي في مدينة الجبيل الصناعية لم يعد رفاهية؛ بل أصبح المحرك الفعلي لتقليل التخطي في توزيع الموارد البشرية والمادية أثناء فترات الذروة أو الأعطال الكبرى.

Chi-Square Tests			
Asymptotic Significance (2-sided)	df	Value	
.001	16	39.470 ^a	Pearson Chi-Square
.000	16	41.494	Likelihood Ratio
.000	1	30.694	Linear-by-Linear Association
		252	N of Valid Cases
a. 9 cells (36.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .45.			

جدول 24 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية وتطبيقات التحول الرقمي في تخطيط الصيانة



شكل توضيحي 21 : المقاييس المتمثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية وتطبيقات التحول الرقمي في تخطيط الصيانة

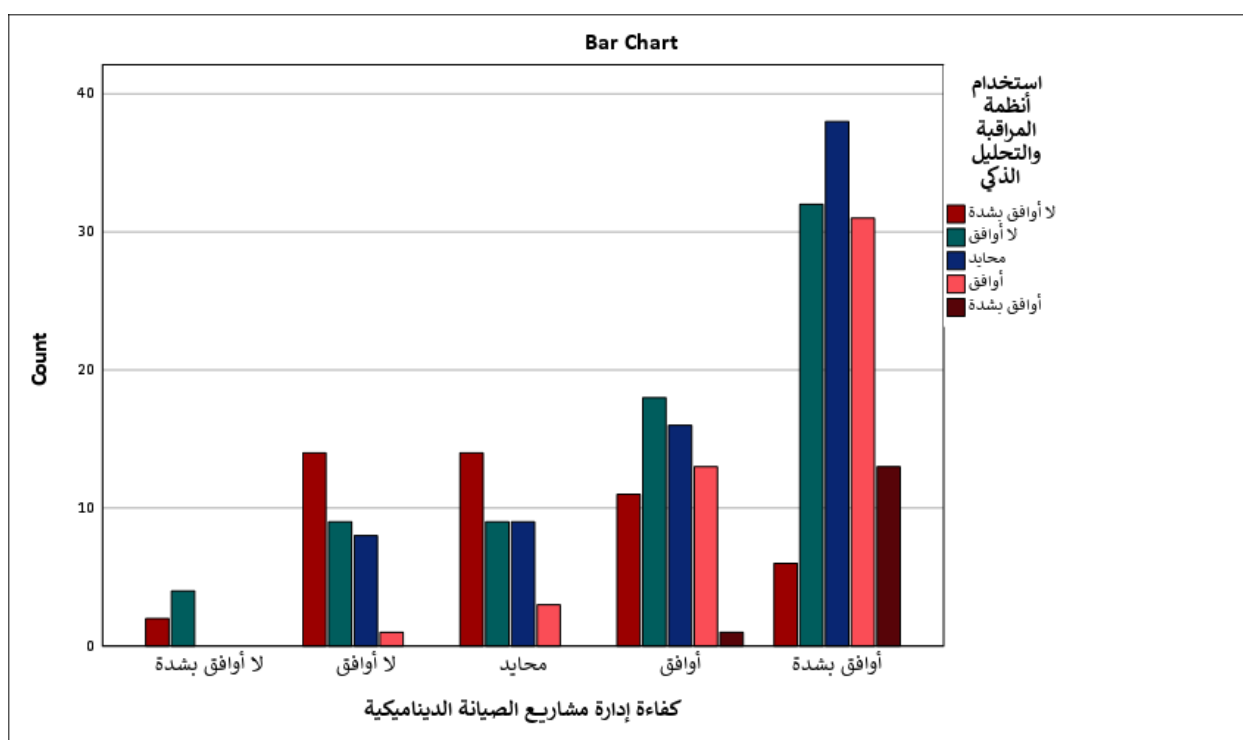
- اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية واستخدام أنظمة المراقبة والتحليل الذي

سجلت الدلالة الإحصائية (Asymptotic Significance) القيمة الصفرية المطلقة 0.000؛ مما يبرهن على وجود علاقة طردية وشديدة التأثير بين استخدام أنظمة المراقبة والتحليل الذي وبين نجاح إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية بمدينة الجبيل الصناعية. بلغت قيمة "كاي سكوير" لبيرسون 60.099، وهي قيمة مرتفعة جداً تعزز من موثوقية هذا الارتباط الميداني. يتضح أن توفر أدوات الرصد اللحظي والتحليلات المتقدمة ليس مجرد إضافة تقنية؛ بل هو العمود الفقري الذي تستند إليه الكفاءة التشغيلية في التعامل مع المشاريع ذات الطبيعة المتغيرة بسرعة.

تعكس هذه النتيجة واقعاً مهماً؛ فالقدرة على اتخاذ قرارات دقيقة في مواقع العمل تعتمد كلياً على جودة البيانات المستقاة من أنظمة المراقبة الذكية. برغم ملاحظة أن 32% من الخلايا سجلت عدداً متوقعاً أقل من 5، إلا أن اتساق قيمة "نسبة الاحتمالية" (Likelihood Ratio) البالغة 67.661 يؤكد متانة النتائج وعدم خضوعها للصدفة الإحصائية. نجاح إدارة مشاريع الجبيل في استيعاب المتغيرات الديناميكية يظل مرهوناً بمدى التحول من الصيانة التقليدية إلى الأنظمة التي "تتنبأ" بالعطل قبل وقوعه؛ وهو ما يفسر الارتباط الخطي القوي (46.590) الذي أظهرته البيانات.

Chi-Square Tests			
Asymptotic Significance (2-sided)	df	Value	
.000	16	60.099 ^a	Pearson Chi-Square
.000	16	67.661	Likelihood Ratio
.000	1	46.590	Linear-by-Linear Association
		252	N of Valid Cases
a. 8 cells (32.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .33.			

جدول 25 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية واستخدام أنظمة المراقبة والتحليل الذكي



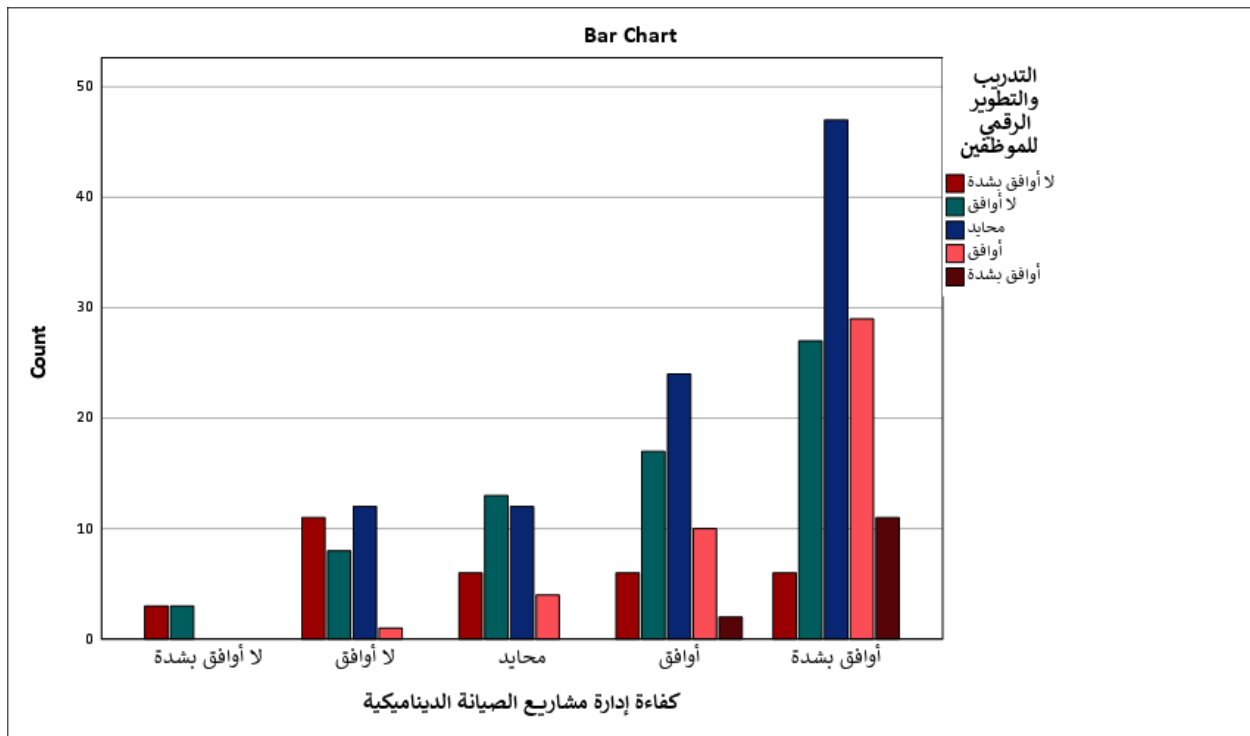
شكل توضيحي 22 : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية واستخدام أنظمة المراقبة والتحليل الذكي

- اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية والتدريب والتطوير الرقمي للموظفين

لم تسجل القيمة الاحتمالية لاختبار "كاي سكوير" أي نسبة تتجاوز مستوى الثبات المطلوب؛ إذ استقرت عند 0.000، مما يبرهن بوضوح على وجود علاقة ارتباطية جوهريّة بين التدريب الرقمي وبين رفع كفاءة إدارة مشاريع الصيانة بمدينة الجبيل الصناعية. القيمة الإجمالية لاختبار بيرسون بلغت 47.469؛ وهي نتيجة تعكس واقعاً ميدانياً ملموساً يتلخص في أن تأهيل الموظفين تقنياً ليس مجرد إجراء مكمل، بل هو حجر الزاوية الذي يضمن قدرة الإدارة على مواكبة المتغيرات الديناميكية في المواقع. يبدو أن الخبرة العملية لم تعد كافية بمفردها لتسيير المشاريع الكبرى دون تمكين الكادر من استخدام أدوات الرقمنة باحترافية. تظهر قوة هذا الارتباط بوضوح من خلال قيمة "الارتباط الخطي" البالغة 37.948 مع مستوى دلالة تام؛ وهو ما يشير إلى أن أي تحسن في وتيرة التدريب والتطوير الرقمي سيتبعه بالضرورة قفزة في مستويات الأداء التشغيلي. رغم وجود 40% من الخلايا بتكرار متوقع أقل من 5، إلا أن ثبات نتائج "نسبة الاحتمالية" (Likelihood Ratio) عند 50.320 يدعم صحة الفرضية القائلة بأن جودة مخرجات الصيانة في البيئات الصناعية المعقدة ترتفع بمدى استيعاب العنصر البشري للتقنيات الحديثة. هذا النقص في التأهيل الرقمي إذا وجد، سيعطل تدفق البيانات وسرعة اتخاذ القرار، مما يجعل التدريب المستمر صمام الأمان الوحيد لاستدامة كفاءة المشاريع الديناميكية وتفادي الإخفاقات الفنية الناتجة عن سوء التعامل مع الأنظمة الجديدة.

Chi-Square Tests			
Asymptotic Significance (2-sided)	df	Value	
.000	16	47.469 ^a	Pearson Chi-Square
.000	16	50.320	Likelihood Ratio
.000	1	37.948	Linear-by-Linear Association
		252	N of Valid Cases
a. 10 cells (40.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .31.			

جدول 26 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية والتدريب والتطوير الرقمي للموظفين



شكل توضيحي 23 : المقاييس المتمثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية والتدريب والتطوير الرقمي للموظفين

• اختبار التباين الأحادي لمتغيرات الدراسة

سجلت القيمة الاحتمالية (Sig) في اختبار التباين الأحادي 0.000؛ وهي نتيجة واضحة تؤكد الأثر الجوهري والجماعي للمتغيرات المستقلة (التخطيط، التدريب، وأنظمة المراقبة الذكية) في تطوير كفاءة إدارة مشاريع الصيانة بمدينة الجبيل الصناعية. بلغت قيمة "F" المحسوبة 10.084؛ مما يعني أن النموذج التفسيري المقترح يمتلك قدرة عالية على التنبؤ بالتحسينات التشغيلية المرجوة. يلاحظ أن معامل التحديد (R Square) استقر عند 0.336؛ وهو ما يشير إلى أن تطبيقات التحول الرقمي تفسر نحو 33.6% من التباين الحاصل في كفاءة إدارة المشاريع الديناميكية.

دعم معامل بايز (Bayes Factor) هذه القوة التفسيرية برقم فلكي تجاوز 55 ملياراً؛ مما يقطع الشك باليقين حول تفوق نموذج الدراسة الحالي على النموذج الصفري. هذا الانحياز الإحصائي الضخم يعزز من واقعية النتائج الميدانية؛ فالتكامل بين التخطيط الرقمي وتدريب الكوادر واستخدام المراقبة الذكية يشكل "منظومة دفع" لا يمكن الاستغناء عنها في البيئات الصناعية المعقدة. برغم أن 66.4% من التباين المتبقي قد يعود لعوامل إدارية أو لوجستية أخرى خارج نطاق النموذج، إلا أن المساهمة الرقمية تظل هي المحرك الأكثر استقراراً في تحسين جودة المخرجات الفنية وتقليل زمن الأعطال.

ANOVA ^{a,b}					
Sig.	F	Mean Square	df	Sum of Squares	Source
.000	10.084	9.438	12	113.261	Regression
		.936	239	223.704	Residual
			251	336.964	Total
a. Dependent Variable: كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية					
b. Model: (Intercept), تطبيقات التحول الرقمي في تخطيط الصيانة، التدريب والتطوير الرقمي، للموظفين، استخدام أنظمة المراقبة والتحليل الذكي					

جدول 27 : اختبار التباين الأحادي

Bayes Factor Model Summary ^{a,b}				
Std. Error of the Estimate	Adjusted R Square	R Square	R	Bayes Factor ^c
.97	.303	.336	.580	55010165737.481
a. Method: JZS				

b. Model: (Intercept), تطبيقات التحول الرقمي في تخطيط الصيانة, التدريب والتطوير الرقمي, للموظفين, استخدام أنظمة المراقبة والتحليل الذكي

c. Bayes factor: Testing model versus null model (Intercept).

جدول 28: ملخص نموذج معامل بايز

تمثل المناقشة أحد أهم الفصول في البحث العلمي، حيث تتيح تفسير النتائج وتحليلها وربطها بالإطار النظري والمنهجي الذي تم استعراضه في الفصول السابقة. وفي هذه الدراسة، توضح المناقشة كيف أثرت تطبيقات التحول الرقمي على كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية في مشاريع الصيانة بمدينة الجبيل الصناعية، مع التركيز على فهم طبيعة هذه العلاقة وكيفية ترجمتها إلى تحسينات عملية في الأداء المؤسسي.

تشير النتائج إلى أن تطبيقات التحول الرقمي في تخطيط الصيانة لها أثر إيجابي ملموس على كفاءة إدارة المشاريع. فقد أظهرت البيانات أن المشاريع التي تعتمد على البرمجيات الرقمية لتخطيط وتنظيم عمليات الصيانة تتميز بقدرة أعلى على الالتزام بالجدول الزمني وتقليل الأعطال المتكررة. ويعكس ذلك أهمية دمج أدوات التخطيط الرقمي في العمليات اليومية للمؤسسات الصناعية، حيث يساهم في تحسين التنسيق بين الفرق المختلفة وتقليل الهدر في الموارد، وهو ما يتفق مع الدراسات الحديثة التي تؤكد أن التحول الرقمي يعزز الفعالية التشغيلية ويقلل من فرص الأخطاء البشرية.

كما أظهرت النتائج أن استخدام أنظمة المراقبة والتحليل الذكي يساهم بشكل كبير في تحسين سرعة الاستجابة للأعطال والتقليل من توقف المعدات. فمن خلال جمع البيانات في الوقت الحقيقي وتحليلها بشكل دقيق، يمكن التنبؤ بالمشكلات قبل وقوعها، واتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة. ويعزز هذا التحليل الذكي القدرة على اتخاذ قرارات مستنيرة، ويُظهر كيف يمكن للتقنيات الرقمية أن تحول إدارة الصيانة من أسلوب تقليدي قائم على التدخل بعد حدوث الأعطال، إلى أسلوب استباقي وديناميكي يعتمد على البيانات والتحليلات الذكية.

أظهرت النتائج أهمية التدريب والتطوير الرقمي للموظفين كعامل رئيسي في تعزيز كفاءة إدارة المشاريع. فقد بينت البيانات أن الفرق التي تلقت تدريبًا متخصصًا في التعامل مع التقنيات الرقمية الحديثة كانت أكثر قدرة على استخدام الأدوات التكنولوجية بفعالية، وتحقيق أعلى مستويات الأداء في الصيانة الديناميكية. ويؤكد هذا أن الاستثمار في رأس المال البشري لا يقل أهمية عن الاستثمار في التكنولوجيا نفسها، وأن التحول الرقمي يتطلب مزيجًا من أدوات متقدمة وكفاءات بشرية مدربة لضمان تحقيق النتائج المرجوة.

توضح المناقشة أيضًا أن العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع هي علاقة إيجابية ومترابطة، حيث يساهم التحول الرقمي في تعزيز كفاءة إدارة المشاريع بشكل شامل. ويشير التحليل إلى أن تحسين التخطيط الرقمي، واعتماد المراقبة الذكية، وبرامج التدريب الفعالة، جميعها عوامل تؤدي إلى رفع مستوى الأداء، تحسين جودة الصيانة، وتقليل التكاليف التشغيلية. كما

يُظهر البحث أن دمج هذه المتغيرات معًا يؤدي إلى أثر مضاعف، حيث تكمل كل عامل الآخر لتعزيز النتائج وتحقيق إدارة مشاريع أكثر مرونة وديناميكية.

من خلال هذه المناقشة، يمكن ربط النتائج بما سبق من دراسات نظرية، حيث تتفق النتائج مع ما أشار إليه العديد من الباحثين حول أهمية التحول الرقمي في تعزيز الكفاءة التشغيلية وتحسين الأداء المؤسسي. كما توفر هذه المناقشة أساسًا قويًا لصياغة توصيات عملية، تهدف إلى تعزيز تطبيق التحول الرقمي في مشاريع الصيانة الديناميكية، بما يحقق الاستفادة القصوى من التكنولوجيا والكوادر البشرية على حد سواء.

الخاتمة

تمثل الخاتمة المرحلة الختامية للبحث، حيث تُختصر فيها أهم النتائج والاستنتاجات التي تم التوصل إليها، وتُبرز مدى تحقيق أهداف الدراسة في تحليل أثر التحول الرقمي على إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية بمدينة الجبيل الصناعية. وتعكس الخاتمة الرؤية الشاملة للبحث، من حيث القيمة العلمية والعملية، وتوضح كيف يمكن للنتائج أن تسهم في تحسين الأداء المؤسسي وتعزيز الكفاءة التشغيلية للمشاريع الصناعية.

أظهرت نتائج الدراسة أن تطبيق التحول الرقمي في عمليات التخطيط للمشاريع، واستخدام أنظمة المراقبة والتحليل الذكي، بالإضافة إلى تطوير مهارات الموظفين رقميًا، يسهم بشكل مباشر في تحسين كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية. ويُعد هذا مؤشراً واضحاً على أن دمج التكنولوجيا الحديثة مع العمليات التشغيلية والتطوير المستمر للكوادر البشرية يُشكل قاعدة متينة لرفع مستوى الأداء، وتقليل الأعطال، وتحسين استخدام الموارد المتاحة.

كما تُبرز الخاتمة أن العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع كانت إيجابية وواضحة، مما يدل على أن التحول الرقمي ليس مجرد إضافة تكنولوجية، بل يمثل استراتيجية شاملة تؤثر على جميع جوانب إدارة المشاريع. ويشير ذلك إلى أهمية النظر إلى التحول الرقمي كعامل تكاملي يشمل التخطيط، والمراقبة، والتحليل، إضافة إلى الاستثمار في رأس المال البشري، لضمان استدامة الأداء وتحقيق أفضل النتائج الممكنة.

تُظهر الخاتمة أيضاً القيمة العملية لهذه الدراسة، حيث يمكن للمؤسسات الصناعية في مدينة الجبيل الصناعية الاستفادة من النتائج في تحسين سياساتها التشغيلية، تطوير برامج الصيانة الديناميكية، وتعزيز القدرة على التكيف مع التحديات التشغيلية المستقبلية. كما يمكن أن تُستخدم النتائج كأساس لوضع استراتيجيات مؤسسية تركز على التكنولوجيا والتحليل الرقمي، مما يعزز من القدرة التنافسية للمؤسسات ويزيد من فعاليتها التشغيلية.

توضح الخاتمة أن البحث نجح في تقديم صورة شاملة عن أثر التحول الرقمي على إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية، مؤكداً على أن دمج التكنولوجيا الحديثة مع التطوير المستمر للكوادر البشرية يؤدي إلى تحسين الكفاءة التشغيلية، خفض التكاليف، وزيادة المرونة المؤسسية. وتختتم الدراسة بالتأكيد على أن التحول الرقمي ليس خياراً ثانوياً، بل أصبح ضرورة استراتيجية لأي مؤسسة تهدف إلى تحقيق أداء مستدام ومتميز في بيئة صناعية متطورة.

التوصيات

- توصي الدراسة المؤسسات الصناعية بالاستثمار بشكل أكبر في البرمجيات الرقمية المتخصصة في تخطيط وتنظيم أعمال الصيانة.
- ضرورة دمج هذه التطبيقات مع نظم المعلومات المؤسسية لضمان التنسيق بين الفرق المختلفة وتحقيق أعلى مستويات الكفاءة التشغيلية.
- تشجيع المؤسسات على استخدام أجهزة الاستشعار الرقمية وإنترنت الأشياء (IoT) لتحسين جمع البيانات وتحليلها في الوقت الحقيقي.
- الاعتماد على التحليلات التنبؤية لتقليل الأعطال المفاجئة وتحسين سرعة الاستجابة، بما يعزز مرونة وفاعلية إدارة مشاريع الصيانة.
- تقديم برامج تدريبية متقدمة للمهندسين والفنيين لتطوير مهاراتهم في استخدام التطبيقات الرقمية وأنظمة المراقبة الذكية.
- تعزيز قدرات الموظفين على التعامل مع التحولات الرقمية وتطبيق الإجراءات الحديثة بفعالية، لضمان استدامة الأداء وتحقيق أفضل النتائج.
- تصميم سياسات مؤسسية تربط بين التكنولوجيا، العمليات التشغيلية، ورأس المال البشري، بحيث يكون التحول الرقمي جزءاً من استراتيجية التطوير المؤسسي وليس مجرد إضافة تكنولوجية.
- وضع خطة زمنية متدرجة لتطبيق الأدوات الرقمية في جميع مراحل إدارة المشاريع، مع تقييم دوري للنتائج.
- تطبيق مؤشرات أداء رقمية وقياس مدى تأثير التحول الرقمي على إدارة المشاريع بشكل دوري.
- استخدام نتائج التحليل في تحسين العمليات التشغيلية وتحديث برامج الصيانة بما يتناسب مع التطورات التقنية واحتياجات المشاريع.
- تشجيع التفاعل بين الفرق المختلفة والتواصل المستمر لمشاركة المعرفة الرقمية والخبرات المكتسبة.
- تعزيز بيئة عمل داعمة للابتكار والتقنيات الحديثة، لضمان تقبل الموظفين للتحول الرقمي والاستفادة القصوى منه.

المراجع

- Aadit Sharma .(2019) .IoT-enabled Predictive Maintenance for Mechanical Systems: Innovations in Real-time Monitoring and Operational Excellence من . تم الاسترداد من
https://www.researchgate.net/publication/392130825_IoT-enabled_Predictive_Maintenance_for_Mechanical_Systems_Innovations_in_Real-time_Monitoring_and_Operational_Excellence
- Abdulla Al-Hajri .(2024) .A Systematic Literature Review of the Digital Transformation in the Arabian Gulf's Oil and Gas Sector من . تم الاسترداد من 16(15). <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/15/6601>
- Blessing T. Mbatha .(2024) .Diffusion of Innovations: How Adoption of New Technology Spreads in Society من . تم الاسترداد من
https://www.researchgate.net/publication/381100256_Diffusion_of_Innovations_How_A_doption_of_New_Technology_Spreads_in_Society
- Christine Große .(2023) .A review of the foundations of systems, infrastructure and governance .
 تم الاسترداد من <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753523000024>
- Hamed Taha Hamed Gohar .(2025) .DIGITAL TRANSFORMATION OF CONSTRUCTION PLANNING IN SAUDI ARABIA'S GIGA PROJECTS: DRIVING VISION 2030 THROUGH SMART DELIVERY MODELS من . تم الاسترداد من 7(5). https://www.researchgate.net/profile/Hamed-Gohar/publication/392094745_DIGITAL_TRANSFORMATION_OF_CONSTRUCTION_PLANNING_IN_SAUDI_ARABIA%27S_GIGA_PROJECTS_DRIVING_VISION_2030_THROUGH_SMART_DELIVERY_MODELS/links/68345118df0e3f544f59ddc6/Digital-Transformation-Of-Construction-Planning-In-Saudi-Arabia's-Giga-Projects-Driving-Vision-2030-Through-Smart-Delivery-Models
- Hassan Alghamdi .(2024) .Assessing the Impact of Enterprise Architecture on Digital Transformation Success: A Global Perspective من . تم الاسترداد من <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/20/8865>
- Ibrahim Mutambik .(2024) .Digital Transformation as a Driver of Sustainability Performance—A Study from Freight and Logistics Industry من . تم الاسترداد من <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/10/4310>
- Jamshid .(2024) .Project management education in the Kingdom of Saudi Arabia: a multi-method approach من . تم الاسترداد من 17(3). <https://www.emerald.com/jieb/article/17/3/485/1214283/Project-management-education-in-the-Kingdom-of>
- Lorena Para-González .(2025) .Rethinking corporate social responsibility and human capital integrating digital transformation and Industry 4.0 من . تم الاسترداد من
<https://www.emerald.com/srj/article/22/2/392/1311409/Rethinking-corporate-social-responsibility-and>
- M. Imran Khan .(2025) .Integrating industry 4.0 for enhanced sustainability: Pathways and prospects من . تم الاسترداد من
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352550924003555>

- Madhu Krishna Menon .(2024) .Asset Management decision-making through data-driven Predictive Maintenance – an overview, techniques, benefits and challenges من الاسترداد .
https://www.researchgate.net/publication/387439049_Asset_Management_decision-making_through_data-driven_Predictive_Maintenance_-_an_overview_techniques_benefits_and_challenges
- Matthew Ogunbukola .(2024) .The Impact of Digital Transformation on Project Management من الاسترداد
https://www.researchgate.net/publication/379075855_The_Impact_of_Digital_Transformation_on_Project_Management
- Meiying Chen .(2025) .Digital Transformation in Project Management: A Systematic Review and Research Agenda من الاسترداد .
https://www.researchgate.net/publication/393990433_Digital_Transformation_in_Project_Management_A_Systematic_Review_and_Research_Agenda
- Mohammad Javad Bordbari, Fariborz Haghighat, Fuzhan Nasiri* Mostafa Fadaeefath Abadi .
 .(2025)Dynamic Maintenance Cost Optimization in Data Centers: An Availability-Based Approach for K-out-of-N Systems من الاسترداد .<https://www.mdpi.com/2075-5309/15/7/1057>
- Qian Liu .(2026) .How does digital transformation impact the transfer of enterprise scientific, knowledge, and technological achievements من الاسترداد ؟
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2444569X26000478>
- Roaa M. Alshehri .(2025) .Impact of Urban Green Spaces on Social Interaction Among People in Neighborhoods: Case Study for Jubail, Saudi Arabia من الاسترداد .
<https://www.preprints.org/manuscript/202504.1665>
- Rukmani Panjanathan .(2024) .Predictive maintenance in Industry 4.0: a survey of planning models and machine learning techniques من الاسترداد .
https://www.researchgate.net/publication/380581153_Predictive_maintenance_in_Industry_40_a_survey_of_planning_models_and_machine_learning_techniques
- Ruslan Sayed .(2022) .The Impact of Digital Transformation on Project Management and Business Development: Case Studies in Diverse Industries من الاسترداد .
<https://www.semanticscholar.org/paper/The-Impact-of-Digital-Transformation-on-Project-and-Sayed/d67c09a5be781a0807185ee8b5195ad69401e45b>
- Sharafat Hussain .(2022) .Key Performance Indicators for Project Success in Saudi Arabian Construction Industry من الاسترداد .
https://web.archive.org/web/20221204010313id_/https://assets.researchsquare.com/files/rs-2329589/v1/e91b37df-ae27-49e6-92e7-49992803839e.pdf?c=1669923554
- Talal Alshareef .(2025) .Service Innovation Ecosystems In The Saudi Industrial Sector: A Perspective Through Dynamic Capabilities من الاسترداد .
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5185773

الملاحق

الموضوع: طلب تحكيم استبيان بحثي

الدكتور/..... المحترم،

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته،

أتمنى أن تكونوا بخير وبأفضل حال.

أود إبلاغكم بأنني طالب في جامعة ميدأوشن - كلية الإدارة - تخصص ماجستير في إدارة المشاريع، وأعمل حالياً على بحث بعنوان " أثر التحول الرقمي في تطوير إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية: دراسة تطبيقية على مشاريع الصيانة بمدينة الجبيل الصناعية بالمملكة العربية السعودية"، وذلك كجزء من متطلبات درجة الماجستير في إدارة المشاريع.

أتوجه إليكم بهذا الطلب لأستفيد من خبراتكم القيمة في تحكيم الاستبيان الخاص ببحثي. أرفق لكم نسخة من الاستبيان، وأرجو منكم التكرم بمراجعتها وإبداء ملاحظاتكم واقتراحاتكم حول مدى دقة وملاءمة العبارات المطروحة لقياس الأهداف المرجوة من الدراسة كما أرجو منكم اقتراح أي تعديلات ترونها مناسبة سواء بإعادة صياغة العبارات، أو حذفها، أو إضافة عبارات جديدة. أشكركم جزيل الشكر على وقتكم وجهودكم، وأتطلع إلى تلقي ملاحظاتكم القيمة.

مع خالص التقدير والاحترام..

بندر شرار العتيبي

طالب ماجستير إدارة مشاريع

كلية الإدارة، جامعة ميدأوشن

الاستبيان

بسم الله الرحمن الرحيم

السيد/..... المحترم،

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته،

أود إبلاغكم بأنني طالب في جامعة ميدأوشن - كلية الإدارة - تخصص ماجستير في إدارة المشاريع، وأعمل حالياً على بحث بعنوان " أثر التحول الرقمي في تطوير إدارة مشاريع الصيانة الديناميكية: دراسة تطبيقية على مشاريع الصيانة بمدينة الجبيل الصناعية بالمملكة العربية السعودية"، كجزء من متطلبات درجة الماجستير في إدارة المشاريع. ونظراً لأهمية آرائكم القيمة، أرجو منكم التفضل بالإجابة على هذا الاستبيان وأكد لكم أن إجاباتكم ستكون محل تقدير كبير وستعامل بسرية تامة، ولن تستخدم إلا لأغراض البحث العلمي. لذا أرجو أن تكون إجاباتكم دقيقة وصادقة قدر الإمكان للمساهمة في تحقيق نتائج دقيقة.

شاكر لكم حسن تعاونكم

بندر شرار العتيبي

طالب ماجستير إدارة مشاريع

كلية الإدارة جامعة ميدأوشن

المشرفين

أ.د. الفيصل عبد الحميد محمد

أ.د. فايز علي جراد

كلية الإدارة، جامعة ميدأوشن

الاستبانة

الإجابة					الأسئلة
					1- الاسئلة العامة
60+	50-60	40-50	30-40	20-30	العمر
			أنثى	ذكر	الجنس
دكتوراه	ماجستير	شهادة عليا	درجة البكالوريوس	شهادة الدراسة الثانوية	الدرجة العلمية
					2- أسئلة الإستبيان
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم تطبيقات التحول الرقمي في تحسين تخطيط أعمال الصيانة
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	يساعد استخدام البرامج الرقمية على جدولة أعمال الصيانة بفعالية
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تقل الأخطاء الناتجة عن التخطيط اليدوي بعد تطبيق التحول الرقمي
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	يسهم التحول الرقمي في تقليل التكاليف المرتبطة بالصيانة
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تساعد أنظمة المراقبة الرقمية في تتبع حالة المعدات بشكل مستمر
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	يوفر التحليل الذكي للبيانات تنبؤات دقيقة لأوقات الصيانة المطلوبة
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	يساعد استخدام التحليل الرقمي في تقليل الأعطال الطارئة
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تحسن أنظمة المراقبة والتحليل الرقمي من سرعة اتخاذ القرارات أثناء عمليات الصيانة
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم برامج التدريب الرقمي في رفع كفاءة الموظفين في إدارة الصيانة

لا أوافق بشدة	لا أوافق	محايد	أوافق	أوافق بشدة	يتمكن الموظفون من استخدام التقنيات الرقمية بفاعلية بعد التدريب
لا أوافق بشدة	لا أوافق	محايد	أوافق	أوافق بشدة	يساعد التدريب الرقمي على فهم أفضل للبرمجيات والأدوات المستخدمة في الصيانة
لا أوافق بشدة	لا أوافق	محايد	أوافق	أوافق بشدة	يدعم التدريب الرقمي الموظفين في تطبيق أساليب صيانة حديثة
لا أوافق بشدة	لا أوافق	محايد	أوافق	أوافق بشدة	تحسن تطبيقات التحول الرقمي كفاءة إنجاز المشاريع
لا أوافق بشدة	لا أوافق	محايد	أوافق	أوافق بشدة	يساعد التحول الرقمي في تقليل التأخيرات في مشاريع الصيانة
لا أوافق بشدة	لا أوافق	محايد	أوافق	أوافق بشدة	يسهم التحول الرقمي في تحسين جودة أعمال الصيانة المقدمة
لا أوافق بشدة	لا أوافق	محايد	أوافق	أوافق بشدة	أرى أن تطبيق التحول الرقمي يعزز القدرة على إدارة المشاريع الديناميكية بفعالية
لا أوافق بشدة	لا أوافق	محايد	أوافق	أوافق بشدة	يساعد التحول الرقمي في تحسين رضا العملاء الداخليين والخارجيين لمشاريع الصيانة

➤ <https://forms.gle/k6UEjbx2QvvZHbAH8>

Abstract

This study aimed to analyze the impact of digital transformation on the development of dynamic maintenance project management in Jubail Industrial City, Saudi Arabia, focusing on understanding how modern digital applications contribute to improving project management efficiency and reducing operational downtime. The study employed a quantitative methodology for data collection, distributing questionnaires to a sample of 252 engineers, technicians, and managers responsible for maintenance projects. The goal was to measure the level of digital transformation implementation in planning, monitoring, and training, and to analyze its impact on organizational performance. The results showed that digital transformation applications in maintenance planning, the use of intelligent monitoring and analysis systems, and digital employee training programs contribute positively and tangibly to increasing the efficiency of dynamic maintenance project management, improving adherence to schedules, and reducing downtime and operational costs. The results also demonstrated that investing in digital training for human resources is a pivotal factor for the success of digital transformation in industrial organizations. Based on these findings, the study recommended strengthening digital transformation applications across all phases of project management, expanding the use of intelligent monitoring and analysis systems, and focusing on developing employees' digital skills to ensure maximum utilization of technology and the sustainability of organizational performance.

Keywords: Digital transformation, project management, dynamic maintenance, performance efficiency, smart monitoring, digital training, Jubail Industrial City.

Midocean University

College of Management

Master's Degree in Project Management



**The Impact of Digital Transformation on the Development of Dynamic Maintenance
Project Management: An Applied Study on Maintenance Projects in Jubail Industrial City,
Kingdom of Saudi Arabia**

Prepared by the student/

Bander Shara AlOtaibi

University ID/

252000338

Supervisor/

Dr. Faisal Abdul Hameed

Dr. Faiz Jarad

Year

2026