

دور إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية
السعودية

إعداد الطالب/ابراهيم خالد الرويجع

الرقم الجامعي/253001215

إشراف/

أ.د. الفيصّل عبد الحميد محمد حسن

أ.د.فايز جرّاد

العام الدراسي

2026م

وقل عسى أن يكون
خيرا عسى أن يكون

إهداء

إلى من غرس فيَّ القيم، وسقاني من معين الحكمة،

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

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

وإلى من ساندني وشجّعني في مسيرتي العلمية،

إلى إخوتي وأصدقائي وزملائي،

لكم جميعًا أهدي 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 لمُشرفي الكريم الأستاذ الدكتور د. الفيصل عبد الحميد، د. فايز 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

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

38.....	خطوات جمع البيانات
39.....	أدوات الدراسة.....
40.....	حدود البحث.....
41.....	الفصل الرابع.....
41.....	نتائج الدراسة.....
42.....	المقدمة.....
43.....	تحليل البيانات.....
86.....	المناقشة.....
88.....	الخاتمة.....
89.....	التوصيات.....
90.....	المراجع.....
94.....	الملاحق.....
99.....	Abstract.....

قائمة الجداول

43.....	جدول 1 : التحليلات الإحصائية.....
46.....	جدول 2 : التحليل الإحصائي للعمر.....
47.....	جدول 3 : التحليل الإحصائي للجنس.....
49.....	جدول 4 : التحليل الإحصائي للدرجة العلمية.....
50.....	جدول 5 : التحليل الإحصائي لتطبيق الجهة منهجيات إدارة المشاريع الذكية في تنفيذ مشاريع البنية التحتية.....
52.....	جدول 6 : التحليل الإحصائي لمساهمة إدارة المشاريع الذكية في تحسين تخطيط المشاريع.....
53.....	جدول 7 : التحليل الإحصائي لمساعدة إدارة المشاريع الذكية في متابعة مراحل تنفيذ المشروع بصورة فورية.....
55.....	جدول 8 : التحليل الإحصائي لاعتماد الجهة على مؤشرات أداء رقمية لتقييم تقدم المشاريع.....
56.....	جدول 9 : التحليل الإحصائي لمساهمة إدارة المشاريع الذكية في تحسين استغلال الموارد المتاحة.....
58.....	جدول 10 : التحليل الإحصائي لمساعدة تطبيق إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة تنفيذ المشاريع.....
59.....	جدول 11 : التحليل الإحصائي لاستخدام الجهة تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في إدارة مشاريع البنية التحتية.....
60.....	جدول 12 : التحليل الإحصائي لمساهمة التقنيات الذكية في تحسين مراقبة استهلاك الطاقة بالمشاريع.....
62.....	جدول 13 : التحليل الإحصائي لمساعدة أنظمة الاستشعار الذكية في اكتشاف الهدر في استهلاك الطاقة.....
63.....	جدول 14 : التحليل الإحصائي لمساهمة التقنيات الذكية في تحسين كفاءة تشغيل مرافق البنية التحتية.....
64.....	جدول 15 : التحليل الإحصائي لتعزيز استخدام المنصات الرقمية سرعة تبادل المعلومات بين فرق المشروع.....
66.....	جدول 16 : التحليل الإحصائي لمساعدة التقنيات الذكية في تحسين جودة تنفيذ مشاريع المدن الذكية.....
67.....	جدول 17 : التحليل الإحصائي لاعتماد الجهة على البيانات والتحليلات الذكية لدعم القرارات المتعلقة بالطاقة.....
68.....	جدول 18 : التحليل الإحصائي لمساهمة البيانات الفورية في تحسين إدارة استهلاك الطاقة بالمشاريع.....
70.....	جدول 19 : التحليل الإحصائي لمساعدة تكامل البيانات بين الأنظمة المختلفة في تحسين كفاءة الطاقة.....
71.....	جدول 20 : التحليل الإحصائي لمساهمة القرارات المبنية على البيانات في تحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة.....
	جدول 21 : التحليل الإحصائي لمساهمة إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية.....
73.....	جدول 22 : ملخص التحليلات الإحصائية.....
74.....	جدول 23 : اختبار الثبات والموثوقية.....
74.....	جدول 24 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. وتطبيق إدارة المشاريع الذكية.....
76.....	جدول 25 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. واستخدام التقنيات الذكية في إدارة مشاريع البنية التحتية.....
78.....	

جدول 26 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. وتكامل البيانات واتخاذ القرار الذكي في إدارة المشاريع	79
جدول 27 : ملخص النموذج.....	81
جدول 28 : تحليل التباين	81
جدول 29 : معاملات تحليل الانحدار المتعدد	82
جدول 30 : اختبار التباين الأحادي	85
جدول 31 : ملخص نموذج معامل بايز	85

فهرس الأشكال

- شكل توضيحي 1 : التمثيل البياني للعمر 47
- شكل توضيحي 2 : التمثيل البياني للجنس 48
- شكل توضيحي 3 : التمثيل البياني للدرجة العلمية 50
- شكل توضيحي 4 : التمثيل البياني لتطبيق الجهة منهجيات إدارة المشاريع الذكية في تنفيذ مشاريع البنية التحتية. 51
- شكل توضيحي 5 : التمثيل البياني لمساهمة إدارة المشاريع الذكية في تحسين تخطيط المشاريع 53
- شكل توضيحي 6 : التمثيل البياني لمساعدة إدارة المشاريع الذكية في متابعة مراحل تنفيذ المشروع بصورة فورية. 54
- شكل توضيحي 7 : التمثيل البياني لاعتماد الجهة على مؤشرات أداء رقمية لتقييم تقدم المشاريع. 56
- شكل توضيحي 8 : التمثيل البياني لمساهمة إدارة المشاريع الذكية في تحسين استغلال الموارد المتاحة. 57
- شكل توضيحي 9 : التمثيل البياني لمساعدة تطبيق إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة تنفيذ المشاريع. 58
- شكل توضيحي 10 : التمثيل البياني لاستخدام الجهة تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في إدارة مشاريع البنية التحتية. 60
- شكل توضيحي 11 : التمثيل البياني لمساهمة التقنيات الذكية في تحسين مراقبة استهلاك الطاقة بالمشاريع. 61
- شكل توضيحي 12 : التمثيل البياني لمساعدة أنظمة الاستشعار الذكية في اكتشاف الهدر في استهلاك الطاقة. 62
- شكل توضيحي 13 : التمثيل البياني لمساهمة التقنيات الذكية في تحسين كفاءة تشغيل مرافق البنية التحتية. 64
- شكل توضيحي 14 : التمثيل البياني لتعزيز استخدام المنصات الرقمية سرعة تبادل المعلومات بين فرق المشروع. 65
- شكل توضيحي 15 : التمثيل البياني لمساعدة التقنيات الذكية في تحسين جودة تنفيذ مشاريع المدن الذكية. 66
- شكل توضيحي 16 : التمثيل البياني لاعتماد الجهة على البيانات والتحليلات الذكية لدعم القرارات المتعلقة بالطاقة. 68
- شكل توضيحي 17 : التمثيل البياني لمساهمة البيانات الفورية في تحسين إدارة استهلاك الطاقة بالمشاريع. 69
- شكل توضيحي 18 : التمثيل البياني لمساعدة تكامل البيانات بين الأنظمة المختلفة في تحسين كفاءة الطاقة. 70
- شكل توضيحي 19 : التمثيل البياني لمساهمة القرارات المبنية على البيانات في تحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة. 72
- شكل توضيحي 20 : التمثيل البياني لمساهمة إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية. 73
- شكل توضيحي 21 : متغيرات الدراسة التابعة والمستقلة 75
- شكل توضيحي 22 : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. وتطبيق إدارة المشاريع الذكية. 77
- شكل توضيحي 23 : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. واستخدام التقنيات الذكية في إدارة مشاريع البنية التحتية. 78
- شكل توضيحي 24 : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. وتكامل البيانات واتخاذ القرار الذكي في إدارة المشاريع. 80

- شكل توضيحي 25 : شكل الانتشار للبواقي 83
- شكل توضيحي 26 : مصفوفة شكل الانتشار 84

المستخلص

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على دور إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية، من خلال قياس أثر تطبيق إدارة المشاريع الذكية، واستخدام التقنيات الذكية في إدارة مشاريع البنية التحتية، وتكامل البيانات واتخاذ القرار الذكي، في تحسين كفاءة الطاقة. واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي باستخدام المنهجية الكمية، وتمثلت أداة جمع البيانات في الاستبانة التي وُزعت على عينة بلغ حجمها (271) من العاملين في الجهات الحكومية والشركات الهندسية والاستشارية وشركات إدارة مشاريع البنية التحتية بالمملكة العربية السعودية. وتم تحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS بالاعتماد على مجموعة من الأساليب الإحصائية الوصفية والاستدلالية المناسبة. وأظهرت نتائج الدراسة وجود تأثير إيجابي ذي دلالة إحصائية لإدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية، كما تبين أن تطبيق إدارة المشاريع الذكية يساهم في تحسين عمليات التخطيط والتنفيذ والرقابة، وأن استخدام التقنيات الذكية يعزز كفاءة تشغيل المشاريع ويخفض الهدر في استهلاك الطاقة، في حين أسهم تكامل البيانات واتخاذ القرار الذكي في تحسين جودة القرارات الإدارية ورفع كفاءة الأداء التشغيلي. وأوصت الدراسة بتعزيز تبني إدارة المشاريع الذكية، والاستثمار في التقنيات الرقمية الحديثة، وتطوير منصات تكامل البيانات، وتأهيل الكوادر البشرية، وتوسيع استخدام التحليلات الذكية، بما يدعم تحقيق كفاءة الطاقة والاستدامة في مشاريع المدن الذكية، ويساهم في تحقيق مستهدفات رؤية المملكة العربية السعودية 2030.

الكلمات المفتاحية: إدارة المشاريع الذكية - كفاءة الطاقة - المدن الذكية - البنية التحتية الذكية - التحول الرقمي - تكامل

البيانات - المملكة العربية السعودية .

الفصل الأول

المقدمة

يُمثل التحول العالمي المتسارع نحو "المدن الذكية" أحد أبرز الرهانات الاستراتيجية المعاصرة التي تتبناها الدول لتحقيق معادلة التنمية المستدامة ومواجهة التحديات البيئية المتصاعدة؛ إذ برزت حاجة ملحة لدمج التقنيات الرقمية المتقدمة في صلب مشاريع البنية التحتية الحضرية لضمان مرونتها واستجابتها للمتغيرات (الإبراهيم، 2024م). وفي سياق رؤية المملكة 2030، تمضي المملكة العربية السعودية بخطى حثيثة وغير مسبوقة نحو تشييد جيل جديد من مدن المستقبل التي تتخذ من تقنيات الذكاء الاصطناعي ركيزة أساسية لتعزيز جودة الحياة واستدامة البيئة (العتيق، 2026م). كما يُعد إنترنت الأشياء بمثابة الممكن التقني الأول الذي يسمح برفع كفاءة استغلال الموارد الطبيعية والمكانية في هذه المدن لضمان حقوق الأجيال القادمة (العطاء، 2025م).

وتشكل كفاءة الطاقة في هذه الحواضر الذكية حجر الزاوية للمشاريع القومية الرامية إلى تقليص الانبعاثات الكربونية والوصول الفعلي إلى الحياد الصفري، وهو طموح يتطلب بالضرورة تبني أنظمة تقنية متطورة لإدارة طاقة المباني (BEMS) بما يضمن تقليل الهدر في أضخم قطاعات الاستهلاك (Ab Halim et al., 2026). ويعتمد هذا التوجه الاستراتيجي في جوهره على تكامل تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) التي تفتح آفاقاً معلوماتية غير مسبوقة لترشيد الاستهلاك عبر آليات المراقبة الآنية والربط بين الأجهزة (Das, 2025).

ومن جانب آخر، يبرز الدور الحيوي للذكاء الاصطناعي (AI) في دعم بنية هذه المدن من خلال توظيف التحليل التنبؤي للأحمال الطاقية، مما يمنح متخذي القرار القدرة على الموازنة بين العرض والطلب بدقة فائقة (Mohamed et al., 2022).

ومع تزايد حجم وتعقيد هذه المشروعات الكبرى، برزت "إدارة المشاريع الذكية" كمنهجية إدارية وهندسية محورية تتجاوز في فلسفتها الأطر التقليدية الجامدة؛ حيث توظف هذه المنهجية تقنيات التوائم الرقمية (Digital Twin) لخلق بيئات افتراضية تسمح بمحاكاة واختبار سلوك المباني طاقياً قبل البدء في عمليات التنفيذ الإنشائي (Tommy & Jaya, 2025).

كما تعتمد الإدارة الذكية على نماذج نمذجة معلومات المباني (BIM) المتقدمة لتحسين جودة التخطيط وضمان استدامة المخرجات الهندسية طوال دورة حياة المشروع (Wu et al., 2025). ولا يقتصر أثر الاستثمار في هذه المنظومات التقنية داخل البيئة السعودية على الجوانب الاقتصادية، بل يمتد ليشمل المساهمة الجوهرية في التخفيف من حدة آثار التغير المناخي والالتزام بالمعايير البيئية العالمية (Alqahtani & Sherif, 2021).

إن نجاح هذا التحول يتطلب صياغة أطر عمل تربط بين الحوكمة التقنية وممارسات الإدارة الرشيدة التي تستطيع استيعاب التدفقات الهائلة للبيانات وتحويلها إلى قرارات تشغيلية ذكية (Gu et al., 2025). كما أن تطوير البنية التحتية وفق هذا المنظور يسهم بفعالية في خفض التكاليف التشغيلية الطويلة الأمد عبر تفعيل خوارزميات الصيانة الوقائية الذكية التي تمنع الفاقد قبل حدوثه (Oyetunji et al., 2024). وفي ظل هذا المشهد التقني المتطور، تبرز الحاجة الماسة لربط الأنظمة الموزعة للشبكات الذكية بمصادر الطاقة المتجددة لضمان أمن الإمداد واستدامة المرفق (Al Khatib et al., 2025).

وتأسيساً على ما سبق، تأتي هذه الدراسة لتسليط الضوء على الدور الجوهري والمفصلي الذي تلعبه ممارسات إدارة المشاريع الذكية في الارتقاء بمستويات كفاءة الطاقة، وتحديد الأطر الفنية اللازمة لتمكين مشاريع البنية التحتية في المدن السعودية من تحقيق طموحاتها في بناء بيئات حضرية هي الأكثر ذكاءً واستدامة على مستوى العالم.

مشكلة الدراسة

على الرغم من التوجه المتسارع للمملكة العربية السعودية نحو تدشين مدن ذكية رائدة عالمياً (مثل: نيوم، ذا لاين، والقدية)، إلا أن ثمة تحدياً جوهرياً يتمثل في إيجاد توازن دقيق بين النمو العمراني المتسارع وبين الضرورة الملحة لرفع كفاءة استهلاك الطاقة في مشاريع البنية التحتية. فالمنهجيات التقليدية في إدارة المشاريع قد لا تمتلك المرونة الكافية للتعامل مع الطبيعة المعقدة لهذه المدن، مما قد يفضي إلى هدر في الموارد الطاقية أو الإخفاق في بلوغ مستهدفات الاستدامة (Gu et al., 2025).

وتتبلور المشكلة البحثية في وجود فجوة تنظيمية وتقنية فيما يتعلق بتطبيق آليات "إدارة المشاريع الذكية" الكفيلة بضمان التكامل الفعال بين الحلول التكنولوجية وكفاءة استهلاك الطاقة؛ إذ يؤدي عدم الاستغلال الأمثل لتقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في إدارة دورة حياة المشروع إلى قصور في التنبؤ الدقيق باحتياجات الطاقة وصيانة البنية التحتية (Oyetunji et al., 2024).

علاوة على ذلك، يواجه التحول الرقمي في المدن العربية تحديات ترتبط بقياس كفاءة هذا التحول ومدى انعكاسه الملموس على ترشيد الاستهلاك (مجر وغنيم، 2022م). ومن هنا، تنبثق الحاجة لتشخيص دور إدارة المشاريع الذكية بوصفها أداة تمكين لرفع كفاءة الطاقة، والبحث في سبل تجاوز المعوقات التقنية والتنظيمية التي تحول دون الوصول إلى بنية تحتية مستدامة ومباين صفرية الطاقة (Ab Halim et al., 2026).

وعليه، تتجسد مشكلة الدراسة في السؤال الجوهرى الآتى: "إلى أى مدى تساهم تطبيقات إدارة المشاريع الذكية فى تحسين كفاءة استهلاك الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية فى المملكة العربية السعودية؟"

أهمية الدراسة

تكتسب هذه الدراسة قيمتها الجوهرية من كونها تسعى لتقديم معالجة علمية وعملية لواحد من أكثر الملفات إلحاحاً فى مسيرة التنمية السعودية المعاصرة، وتبرز أهميتها فى الجوانب الآتية:

الأهمية العلمية:

- إثراء الأدبيات الإدارية والهندسية العربية بنموذج بحثي يربط بين تقنيات "إدارة المشاريع الذكية" وبين أهداف "كفاءة الطاقة"، مما يساهم فى ردم الفجوة المعرفية حول كيفية تحويل البنية التحتية التقليدية إلى أنظمة ذكية مستدامة.
- تقديم تأصيل نظري حديث لدور الثورة الصناعية الرابعة (كالذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء) فى تحسين جودة المخرجات الإنشائية والتشغيلية، مما يوفر مرجعاً للباحثين فى مجالات التخطيط الحضري وإدارة الطاقة.
- المساهمة فى بناء قاعدة بيانات علمية حول واقع المدن الذكية فى المملكة العربية السعودية، تساعد فى فهم التفاعل بين التقنيات الناشئة والاحتياجات البيئية المحلية.

الأهمية العملية:

- تزويد مديري المشاريع وصناع القرار فى المملكة بأدوات ومنهجيات عمل تساعد فى خفض الهدر الطاقى وتقليل التكاليف التشغيلية الطويلة الأمد لمشاريع البنية التحتية.
- دعم جهود المنشآت الحكومية والخاصة فى تحقيق مستهدفات رؤية 2030 المتعلقة بالاستدامة البيئية والتحول الرقمى، عبر تقديم توصيات قابلة للتطبيق الميداني.
- توضيح الفوائد الاقتصادية المترتبة على تبني أنظمة الإدارة الذكية (مثل التوائم الرقمية)، مما يحفز الاستثمار فى التكنولوجيا الخضراء داخل قطاع المقاولات والإنشاءات.

أهداف الدراسة

تتمحور أهداف هذه الدراسة حول استكشاف وتحليل الدور الوظيفي للتقنيات الذكية في قطاع الطاقة، وذلك من خلال الآتي:

1. تشخيص واقع استخدام تطبيقات إدارة المشاريع الذكية في مشاريع البنية التحتية السعودية، وتقييم مدى جاهزية الكوادر والأنظمة لتبني هذه الحلول.
2. الكشف عن أثر دمج تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في رفع دقة التنبؤ بالأحمال الطاقية وتطوير آليات التحكم اللحظي في الاستهلاك.
3. تحليل مساهمة استخدام "التوائم الرقمية" كأداة إدارية في تحسين كفاءة عمليات التشغيل والصيانة للمرافق الحيوية في المدن الذكية.
4. قياس طبيعة العلاقة بين مستوى الذكاء التقني في إدارة دورة حياة المشروع وبين مؤشرات النجاح في تحقيق وفر حقيقي في استهلاك الطاقة.
5. تقديم إطار عمل مقترح يتضمن مجموعة من السياسات والإجراءات التي تساهم في تعزيز دور الإدارة الذكية كركيزة أساسية لاستدامة الطاقة في المدن المستقبلية.

تساؤلات الدراسة

للمساهمة في حل المشكلة البحثية، ستسعى الدراسة للإجابة عن التساؤلات الفرعية الآتية، والمنبثقة من التساؤل الرئيس لمشكلة الدراسة:

1. ما واقع تطبيق تقنيات إدارة المشاريع الذكية (مثل إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي) في مشاريع البنية التحتية بالملكة العربية السعودية؟
2. ما المستويات الحالية لكفاءة الطاقة في مشاريع المدن الذكية السعودية من وجهة نظر الممارسين؟
3. هل توجد علاقة ارتباطية ذات دلالة إحصائية بين تبني أساليب إدارة المشاريع الذكية وبين رفع كفاءة الطاقة في البنية التحتية؟
4. ما أثر إدارة المشاريع الذكية بأبعادها المختلفة (التحليل التنبؤي، الأتمتة، التوائم الرقمية) في تحسين استدامة الطاقة؟

5. ما أبرز المعوقات التي تحد من فاعلية إدارة المشاريع الذكية في تحقيق كفاءة الطاقة بالمدن السعودية، وكيف يمكن التغلب عليها؟

فرضيات الدراسة

بناءً على مشكلة الدراسة وأهدافها، صاغ الباحث الفرضيات الآتية لاختبار مدى صحتها ميدانياً:

الفرضية الرئيسية:

"يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) لتبني ممارسات إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة استهلاك الطاقة بمشاريع البنية التحتية في المملكة العربية السعودية".

الفرضيات الفرعية:

- الفرضية الفرعية الأولى: تساهم تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) في تقليل الفاقد الطاقى عبر توفير بيانات دقيقة تسمح بالتحكم الآلي واللحظي في مصادر الطاقة.
- الفرضية الفرعية الثانية: يؤدي استخدام نماذج الذكاء الاصطناعي (AI) في تحليل البيانات التاريخية والتنبؤية إلى ترشيد استهلاك الطاقة بكفاءة تتجاوز الممارسات الإدارية التقليدية.
- الفرضية الفرعية الثالثة: توجد علاقة ارتباطية طردية بين الاعتماد على التوائم الرقمية (Digital Twins) في إدارة المشروع وبين القدرة على رصد وتحسين الأداء الطاقى للمباني والمرافق.
- الفرضية الفرعية الرابعة: تزداد فاعلية استمرارية الطاقة وكفاءتها في المشاريع الإنشائية.

النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث

تعتمد هذه الدراسة على نظرية النظم (Systems Theory) بوصفها الإطار النظري الرئيس الذي يفسر العلاقة بين إدارة المشاريع الذكية وكفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. وتُعد نظرية النظم من أكثر النظريات استخدامًا في الدراسات الإدارية والهندسية التي تتناول البيئات المعقدة والمتشابكة، حيث تنظر إلى المنظمة أو المشروع باعتباره نظامًا متكاملًا يتكون من مجموعة من العناصر المترابطة والمتفاعلة، بحيث يؤثر كل عنصر في الآخر لتحقيق أهداف محددة. ووفقًا لهذه النظرية، فإن

نجاح أي مشروع لا يعتمد على كفاءة أحد مكوناته بصورة منفردة، وإنما يعتمد على مستوى التكامل والتنسيق بين جميع عناصر النظام، بما يشمل الموارد البشرية، والتقنيات الرقمية، والعمليات الإدارية، والبيئة التشغيلية، والأنظمة الذكية الداعمة لاتخاذ القرار.

وتفترض نظرية النظم أن المشروع يمثل نظامًا مفتوحًا يتفاعل بصورة مستمرة مع البيئة الخارجية، ويتأثر بالمتغيرات الاقتصادية والتكنولوجية والتنظيمية والاجتماعية المحيطة به، كما يؤثر فيها في الوقت نفسه. ويبدأ هذا النظام بمدخلات تتمثل في الموارد المالية، والتقنيات الذكية، والكفاءات البشرية، وقواعد البيانات، والمعلومات التشغيلية، ثم تخضع هذه المدخلات إلى مجموعة من العمليات الإدارية التي تشمل التخطيط والتنظيم والتنفيذ والمتابعة والرقابة باستخدام أدوات إدارة المشاريع الذكية، ليتم في النهاية إنتاج مخرجات تتمثل في مشاريع أكثر كفاءة واستدامة، مع تحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة وتقليل الهدر ورفع جودة الأداء التشغيلي. كما تتضمن النظرية عنصر التغذية الراجعة (Feedback)، الذي يُعد من أهم عناصر إدارة المشاريع الذكية، إذ يسمح بجمع البيانات بصورة لحظية وتحليلها وإجراء التعديلات المستمرة لتحسين الأداء وتعزيز كفاءة استهلاك الطاقة طوال دورة حياة المشروع.

وتنسجم هذه النظرية بصورة كبيرة مع طبيعة المدن الذكية، إذ تعتمد هذه المدن على التكامل بين الأنظمة الرقمية، وتقنيات إنترنت الأشياء، والذكاء الاصطناعي، والحوسبة السحابية، وتحليلات البيانات الضخمة، بما يتيح إنشاء منظومة مترابطة تعمل بصورة متناسقة لتحقيق التنمية الحضرية المستدامة. ومن هذا المنطلق، فإن إدارة المشاريع الذكية لا تُعد مجرد استخدام لبرامج إلكترونية لإدارة الجداول الزمنية أو الميزانيات، وإنما تمثل نظامًا متكاملًا يعتمد على تبادل البيانات بين مختلف الجهات المشاركة في المشروع، وتحليل المعلومات بصورة آنية، والتنبؤ بالمشكلات قبل حدوثها، ودعم متخذي القرار بالمعلومات الدقيقة التي تساعد على اتخاذ الإجراءات المناسبة في الوقت المناسب.

وتفسر نظرية النظم العلاقة بين متغيرات الدراسة من خلال اعتبار إدارة المشاريع الذكية أحد المكونات الأساسية للنظام الإداري المسؤول عن تشغيل وإدارة مشاريع البنية التحتية، بينما تمثل كفاءة الطاقة أحد أهم مخرجات هذا النظام. فكلما ارتفع مستوى التكامل بين عناصر إدارة المشروع الذكي، مثل التخطيط الرقمي، وإدارة البيانات، والرقابة الإلكترونية، والتنبؤ بالمخاطر، والتواصل الفوري بين الأطراف المختلفة، انعكس ذلك بصورة مباشرة على تحسين استخدام الطاقة، وتقليل الفاقد، ورفع كفاءة تشغيل مرافق البنية التحتية، وتعزيز استدامة الخدمات المقدمة داخل المدن الذكية. كما تؤكد النظرية أن أي خلل في

أحد عناصر النظام، سواء كان تقنيًا أو إداريًا أو تنظيميًا، سينعكس سلبًا على الأداء الكلي للمشروع، وهو ما يبرر أهمية التكامل بين جميع مكونات إدارة المشاريع الذكية.

كما تستند الدراسة إلى أحد المبادئ الأساسية في نظرية النظم، وهو مبدأ التكامل (Integration)، الذي يشير إلى ضرورة عمل جميع مكونات المشروع كوحدة واحدة مترابطة. ففي مشاريع المدن الذكية لا يمكن تحقيق كفاءة الطاقة من خلال الاعتماد على تقنيات توفير الطاقة فقط، بل يتطلب الأمر تكاملاً بين نظم إدارة المشاريع، وأنظمة التحكم الذكية، ومنصات تحليل البيانات، وشبكات الاتصالات، وأجهزة الاستشعار، وأنظمة الطاقة المتجددة، بما يسمح بتبادل المعلومات بصورة مستمرة وتحقيق الاستجابة الفورية للمتغيرات التشغيلية. ومن خلال هذا التكامل يصبح المشروع قادراً على تحسين استهلاك الطاقة بصورة ديناميكية وفقاً للبيانات الفعلية وليس وفقاً للتقديرات التقليدية.

وتبرز كذلك أهمية مفهوم التغذية الراجعة في تفسير دور إدارة المشاريع الذكية، حيث تعتمد الأنظمة الذكية على جمع البيانات بشكل مستمر من مختلف مكونات المشروع، مثل معدلات استهلاك الكهرباء، وأداء المعدات، ومستويات التشغيل، ثم تحليل هذه البيانات باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي والتحليلات التنبؤية، ومن ثم إرسال نتائج التحليل إلى متخذي القرار لاتخاذ الإجراءات التصحيحية بصورة فورية. ويؤدي ذلك إلى تحسين كفاءة استخدام الطاقة، وتقليل الأعطال، وخفض تكاليف التشغيل والصيانة، ورفع مستوى الاعتمادية في تشغيل مشاريع البنية التحتية.

وتتوافق هذه النظرية أيضاً مع مستهدفات رؤية المملكة العربية السعودية 2030، التي تركز على التحول الرقمي، وتطوير المدن الذكية، وتحسين كفاءة الطاقة، وتعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية. فقد أصبحت مشاريع البنية التحتية الحديثة تعتمد بصورة متزايدة على الأنظمة الذكية التي توفر معلومات دقيقة ومتجددة لدعم اتخاذ القرار، مما يجعل إدارة المشاريع الذكية عنصراً محورياً في تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد والطاقة، وتحسين جودة الخدمات، وتعزيز القدرة التنافسية للمشروعات الوطنية.

إن اعتماد نظرية النظم في هذه الدراسة يُعد مناسباً من الناحية العلمية والمنهجية، لأنها توفر إطاراً متكاملًا يفسر كيفية تفاعل عناصر إدارة المشاريع الذكية مع الموارد والتقنيات والعمليات المختلفة لإنتاج مخرجات تتمثل في رفع كفاءة الطاقة داخل مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. كما تساعد النظرية في تفسير العلاقات بين المتغير المستقل (إدارة المشاريع الذكية) والمتغير التابع (كفاءة الطاقة)، وتوضح الآليات التي تؤدي من خلالها التقنيات الذكية والإدارة الرقمية المتكاملة إلى تحسين الأداء التشغيلي،

وتقليل الهدر، وتعزيز الاستدامة، وهو ما يجعلها الأساس النظري الأكثر ملاءمة لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن تساؤلاتها واختبار فرضياتها.

الفصل الثاني

الدراسات السابقة

المقدمة

يمثل الفصل الثاني الركيزة العلمية التي تستند إليها الدراسة، إذ يهدف إلى بناء الأساس النظري والفكري الذي تنطلق منه جميع مراحل البحث اللاحقة، من خلال تقديم عرض علمي متكامل للأدبيات ذات الصلة بموضوع الدراسة، وتحليل المفاهيم الرئيسية التي تشكل الإطار المعرفي للبحث، بما يساهم في توضيح طبيعة المشكلة البحثية وتحديد العلاقات العلمية التي تسعى الدراسة إلى اختبارها. ويعد هذا الفصل من أهم فصول البحث العلمي؛ لأنه يربط بين المعرفة النظرية والتطبيق العملي، ويعتمد على مراجعة الإنتاج العلمي السابق وتحليل ما توصلت إليه الدراسات ذات العلاقة، بما يساعد على تحديد الفجوات البحثية التي تستدعي إجراء الدراسة الحالية، ويبرر أهميتها العلمية والتطبيقية في سياق مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية.

كما يركز هذا الفصل على بناء الإطار العلمي الذي يفسر العلاقة بين موضوع الدراسة ومتغيراتها، من خلال عرض المفاهيم الأساسية، والاتجاهات الفكرية الحديثة، والنظريات ذات الصلة، مع تحليل ما قدمته الأدبيات العلمية من تفسيرات ونتائج حول دور إدارة المشاريع الذكية في تحسين الأداء ورفع كفاءة الطاقة. ويساهم ذلك في تكوين رؤية علمية متكاملة تساعد على تفسير الظاهرة محل الدراسة بصورة موضوعية، كما يدعم صياغة النموذج المفاهيمي للدراسة ويعزز منطقية الفرضيات التي سيتم اختبارها لاحقاً. إضافة إلى ذلك، يوضح الفصل أوجه الاتفاق والاختلاف بين الدراسات السابقة، ويبين الجوانب التي لم تحظ بالاهتمام الكافي في الأدبيات، الأمر الذي يمنح الدراسة الحالية قيمة علمية تتمثل في الإسهام في سد جانب من الفجوة البحثية المتعلقة بإدارة المشاريع الذكية وكفاءة الطاقة في مشاريع المدن الذكية السعودية.

وتبرز أهمية هذا الفصل أيضاً في كونه يشكل المرجعية العلمية التي يستند إليها الباحث في تفسير النتائج ومناقشتها في الفصول اللاحقة، حيث يوفر إطاراً معرفياً متيناً يربط بين المفاهيم والنظريات والنتائج السابقة، ويساعد في تفسير العلاقات بين المتغيرات وفق أسس علمية ومنهجية. كما يعكس مدى اطلاع الباحث على الأدبيات الحديثة، وقدرته على تحليلها ونقدها وربطها بموضوع الدراسة، بما يعزز من جودة البحث وموثوقية نتائجه، ويجعل الفصل الثاني حلقة الوصل الأساسية بين الجانب النظري والجانب التطبيقي للدراسة.

المتغير التابع والمستقل

تستند الدراسة الحالية إلى نموذج بحثي يهدف إلى تفسير أثر إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية، وذلك من خلال مجموعة من المتغيرات المستقلة التي تمثل الممارسات والتقنيات الحديثة في إدارة المشاريع، والمتغير التابع الذي يعكس النتائج المتوقعة من تطبيق تلك الممارسات. ويعتمد هذا النموذج على افتراض وجود تأثير إيجابي بين تطبيق مفاهيم إدارة المشاريع الذكية وبين تحسين كفاءة الطاقة، من خلال الاستفادة من التقنيات الرقمية والبيانات الذكية في مختلف مراحل إدارة المشروع، بما يسهم في تحقيق مستهدفات الاستدامة ورؤية المملكة العربية السعودية 2030.

• المتغير التابع: رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية

يمثل رفع كفاءة الطاقة المتغير التابع في هذه الدراسة، وهو النتيجة النهائية التي تسعى الدراسة إلى تفسيرها وقياس مدى تأثيرها بتطبيق ممارسات إدارة المشاريع الذكية. ويُقصد برفع كفاءة الطاقة تحسين استخدام الموارد الطاقية داخل مشاريع البنية التحتية بما يحقق أعلى مستوى من الأداء التشغيلي مع أقل قدر ممكن من استهلاك الطاقة والهدر، وذلك من خلال تطبيق الحلول الذكية التي تعتمد على التقنيات الرقمية والتحكم الآلي والتحليل المستمر للبيانات التشغيلية.

وتعد كفاءة الطاقة من أهم المؤشرات التي تعتمد عليها المدن الذكية في تقييم نجاح مشاريعها، حيث لا يقتصر مفهومها على تقليل استهلاك الكهرباء أو الوقود، وإنما يمتد ليشمل تحسين كفاءة تشغيل جميع مرافق البنية التحتية، مثل شبكات الكهرباء والمياه والنقل والاتصالات والمباني الذكية، مع المحافظة على جودة الخدمات المقدمة للمستخدمين. كما ترتبط كفاءة الطاقة بخفض الانبعاثات الكربونية وتقليل تكاليف التشغيل والصيانة، وتحسين العمر التشغيلي للأصول، وتعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية.

وفي ظل التحول الرقمي الذي تشهده المملكة العربية السعودية، أصبحت مشاريع البنية التحتية تعتمد بصورة متزايدة على أنظمة المراقبة الذكية، وأجهزة الاستشعار، ومنصات تحليل البيانات، وتقنيات الذكاء الاصطناعي التي تتيح متابعة استهلاك الطاقة بصورة لحظية، واكتشاف أوجه الهدر، والتنبؤ بالأعطال قبل وقوعها، واتخاذ الإجراءات التصحيحية بصورة استباقية. ولذلك فإن رفع كفاءة الطاقة لا يُعد هدفًا تشغيليًا فقط، بل يمثل أحد المؤشرات الرئيسة لنجاح مشاريع المدن الذكية وتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

• المتغيرات المستقلة

1. تطبيق إدارة المشاريع الذكية

يمثل تطبيق إدارة المشاريع الذكية أحد أهم المتغيرات المستقلة في هذه الدراسة، ويشير إلى استخدام الأساليب الرقمية الحديثة في تخطيط المشاريع وتنفيذها ومتابعتها والتحكم في أدائها، من خلال الاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي، والحوسبة السحابية، وإنترنت الأشياء، وتحليلات البيانات، والأنظمة الرقمية المتقدمة التي تدعم إدارة دورة حياة المشروع بصورة متكاملة. وتتميز إدارة المشاريع الذكية بأنها تتجاوز المفهوم التقليدي لإدارة المشاريع، حيث تعتمد على البيانات الفورية والتواصل الرقمي بين جميع أصحاب المصلحة، وإدارة الموارد بصورة ديناميكية، واستخدام لوحات المعلومات التفاعلية لمتابعة الأداء بشكل لحظي، الأمر الذي يساعد في رفع كفاءة تنفيذ المشاريع وتقليل الأخطاء والهدر وتحسين استغلال الموارد المتاحة.

كما تسهم إدارة المشاريع الذكية في تحسين عمليات التخطيط والتنبؤ بالمخاطر، وإدارة الجداول الزمنية، وضبط التكاليف، ومتابعة جودة التنفيذ، مما ينعكس بصورة مباشرة على كفاءة تشغيل مشاريع البنية التحتية واستهلاك الطاقة. فكلما ارتفع مستوى تطبيق إدارة المشاريع الذكية داخل المشروع، أصبحت القرارات أكثر دقة، وارتفعت سرعة الاستجابة للمتغيرات، وتحسنت كفاءة استخدام الموارد والطاقة خلال جميع مراحل المشروع.

2. استخدام التقنيات الذكية في إدارة مشاريع البنية التحتية

يشير هذا المتغير إلى مستوى توظيف التقنيات الذكية الحديثة في إدارة وتشغيل مشاريع البنية التحتية، بما يشمل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والبيانات الضخمة، والتوأم الرقمي، والحوسبة السحابية، والطائرات بدون طيار، وتقنيات الاستشعار الذكي، وأنظمة التحكم الآلي، وغيرها من التقنيات الرقمية التي أصبحت تمثل أساسًا لإدارة المدن الذكية.

وتوفر هذه التقنيات إمكانات كبيرة لمراقبة العمليات التشغيلية بصورة مستمرة، وجمع البيانات من مختلف مكونات المشروع، وتحليلها بصورة فورية، مما يساعد في اكتشاف أوجه القصور والهدر في استهلاك الطاقة، والتنبؤ بالأعطال، وتحسين كفاءة تشغيل المعدات والمنشآت، وتقليل زمن الاستجابة للمشكلات التشغيلية.

كما تسهم التقنيات الذكية في رفع كفاءة التخطيط والصيانة وإدارة الموارد، حيث يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي تحليل كميات ضخمة من البيانات التشغيلية واقتراح الحلول المثلى لترشيد استهلاك الطاقة، بينما تتيح أجهزة الاستشعار متابعة الأداء الفعلي للمرافق بشكل لحظي، مما يساعد على اتخاذ قرارات دقيقة تسهم في تحسين كفاءة الطاقة وخفض تكاليف التشغيل.

3. تكامل البيانات واتخاذ القرار الذكي في إدارة المشاريع

يقصد بتكامل البيانات مدى قدرة الأنظمة المختلفة المستخدمة في إدارة المشروع على تبادل البيانات بصورة مستمرة وموحدة، بحيث يتم تجميع المعلومات من مختلف مصادر المشروع داخل منصة رقمية واحدة تتيح تحليلها واستخدامها في دعم عملية اتخاذ القرار.

ويعد تكامل البيانات من الركائز الأساسية لإدارة المشاريع الذكية، لأنه يوفر صورة شاملة عن أداء المشروع، ويمنح متخذي القرار معلومات دقيقة وفورية حول تقدم الأعمال، ومستويات استهلاك الطاقة، وحالة المعدات، وكفاءة الموارد، والمخاطر المحتملة، مما يساعد في اتخاذ قرارات مبنية على الأدلة والبيانات بدلاً من الاعتماد على التقديرات الشخصية أو المعلومات المجزأة.

كما يؤدي استخدام التحليلات الذكية للبيانات إلى تحسين جودة القرارات الإدارية، إذ تستطيع الأنظمة الذكية التنبؤ بالسيناريوهات المستقبلية، واقتراح البدائل المناسبة، وتحديد أولويات التدخل، بما ينعكس على تحسين الأداء التشغيلي وتقليل الهدر ورفع كفاءة الطاقة. ولذلك فإن تكامل البيانات واتخاذ القرار الذكي يمثلان عنصراً محورياً في نجاح مشاريع المدن الذكية وتحقيق أعلى مستويات الكفاءة والاستدامة.

العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع

تفترض الدراسة وجود علاقة تأثير إيجابية مباشرة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع، حيث يُتوقع أن يؤدي تطبيق إدارة المشاريع الذكية إلى تحسين عمليات التخطيط والتنفيذ والمتابعة والرقابة، الأمر الذي ينعكس على الاستخدام الأمثل للموارد والطاقة داخل مشاريع البنية التحتية. كما يُتوقع أن يسهم استخدام التقنيات الذكية في إدارة مشاريع البنية التحتية في توفير بيانات دقيقة وفورية عن الأداء التشغيلي، مما يساعد على تقليل الهدر، وتحسين كفاءة تشغيل الأنظمة، وخفض استهلاك الطاقة من خلال التشغيل الذكي والصيانة التنبؤية.

كذلك يُتوقع أن يسهم تكامل البيانات واتخاذ القرار الذكي في إدارة المشاريع في تعزيز جودة القرارات الإدارية، ورفع سرعة الاستجابة للمتغيرات التشغيلية، وتحسين التنسيق بين مختلف الجهات المشاركة في المشروع، وهو ما يؤدي إلى الاستخدام الأمثل للطاقة وتحقيق مستويات أعلى من الكفاءة التشغيلية. ومن ثم، فإن الدراسة تنطلق من افتراض أن زيادة مستوى تطبيق هذه المتغيرات المستقلة مجتمعة تؤدي إلى تحسن ملموس في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة

العربية السعودية، بما يدعم تحقيق الاستدامة، ويرفع جودة الخدمات، ويسهم في تحقيق مستهدفات رؤية المملكة العربية السعودية 2030.

الدراسات السابقة

أولاً: دراسات عربية

- دراسة "العتيق" (2026م)، المملكة العربية السعودية، بعنوان "المدن الذكية والذكاء الاصطناعي: كيف تبني السعودية مدن المستقبل؟". هدفت الدراسة إلى استكشاف دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في صياغة ملامح مدن المستقبل السعودية وفقاً لرؤية 2030. اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال مراجعة وتحليل المشاريع الكبرى القائمة، واستهدفت تقييم البنية التحتية الرقمية في مشاريع مثل "نيوم" و"ذا لاين". توصلت النتائج إلى أن دمج الذكاء الاصطناعي في إدارة المرافق يساهم في خفض استهلاك الطاقة بنسب كبيرة من خلال أنظمة التبريد والإضاءة الذكية، وأن البنية التحتية السعودية مهيأة لاستيعاب تقنيات "المدن المترابطة" التي تدار ذاتياً. كانت أبرز توصيات الدراسة هي ضرورة وضع أطر تشريعية موحدة لحماية البيانات في المدن الذكية لضمان استدامة التشغيل التقني.
- دراسة "شنودة وآخرون" (2025م)، مصر، بعنوان "المدن الذكية ودورها في تحقيق التنمية المستدامة". هدفت الدراسة إلى تحليل العلاقة بين التحول نحو المدن الذكية وتحقيق أبعاد التنمية المستدامة (البيئية والاقتصادية). اتبعت الدراسة المنهج الوصفي الاستكشافي، واستخدمت الاستبانة كأداة لجمع البيانات من عينة بلغت 150 خبيراً في التخطيط العمراني. أظهرت النتائج أن الإدارة الذكية للمشاريع الإنشائية تساهم بشكل مباشر في تحسين كفاءة الطاقة وتقليل الانبعاثات الكربونية، وأن هناك وعياً متزايداً بأهمية المباني الخضراء كجزء من البنية التحتية الذكية. وصت الدراسة بضرورة تكامل السياسات الحكومية مع القطاع الخاص لتمويل مشاريع الطاقة المتجددة داخل المدن الذكية.
- دراسة "عبد الرحمن" (2025م)، مصر، بعنوان "المدن الذكية.. والطريق للاقتصاد الأخضر". ركزت الدراسة على بحث دور التكنولوجيا الذكية في دعم التحول نحو الاقتصاد الأخضر. اعتمدت المنهج الوصفي من خلال تحليل التجارب العربية الرائدة، واستهدفت مقارنة استراتيجيات التحول الرقمي. خلصت النتائج إلى أن المدن الذكية تمثل المحرك الرئيس لترشيد استهلاك الموارد الطبيعية والطاقة، وأن الاعتماد على إنترنت الأشياء في إدارة الشبكات

الكهربائية يقلل من الهدر التقني والتجاري للطاقة. قدمت الدراسة توصية بضرورة تعزيز الابتكار في حلول الطاقة النظيفة ضمن الهياكل الإدارية للمدن الذكية الناشئة.

- دراسة "الخطيب وآخرون" (2025) Al Khatib and others، الإمارات العربية المتحدة، بعنوان "Multi-energy systems in smart cities: Infrastructure and optimization for sustainable energy" (أنظمة الطاقة المتعددة في المدن الذكية: البنية التحتية والتحسين من أجل طاقة مستدامة). ركزت الدراسة على تحسين كفاءة أنظمة الطاقة المتكاملة. اتبعت المنهج الرياضي التحليلي والنمذجة، واستهدفت عينة من مشاريع الشبكات الذكية في المدن الكبرى. أظهرت النتائج أن التحسين الإداري الذكي لمصادر الطاقة المتعددة (شمسية، رياح، شبكة عامة) يرفع كفاءة الاستخدام بنسبة 25% ويقلل الانبعاثات الكربونية. وصت الدراسة بتطوير خوارزميات إدارة ذكية قادرة على التعامل مع التقلبات اللحظية في إنتاج الطاقة.

- دراسة "الطاني" (2024) Al-Taani، الأردن، بعنوان "Leveraging AI for energy-efficient smart cities" (استخدام الذكاء الاصطناعي للمدن الذكية الموفرة للطاقة). بحثت الدراسة في الحلول المعمارية والتخطيطية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي. اتبعت المنهج الوصفي التحليلي، واستهدفت مراجعة النماذج العمرانية الذكية. أثبتت النتائج أن الذكاء الاصطناعي يساهم في تحسين تخطيط الأحياء السكنية لضمان أقصى استفادة من الإضاءة والتهوية الطبيعية، مما يقلل الحاجة للطاقة الاصطناعية. وصت الدراسة بدمج مهندسي الذكاء الاصطناعي في فرق تخطيط المدن منذ المراحل الأولى للمشروع.

- دراسة "السحيمات" (2023م)، الأردن، بعنوان "مساهمة المدن الذكية وتحقيق أهداف التنمية المستدامة (رؤية مستقبلية للبلديات في الأردن 2023)". هدفت الدراسة إلى وضع تصور لمستقبل البلديات الأردنية في ظل مفاهيم المدن الذكية. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي، وشملت عينة من مسؤولي البلديات والمهندسين. توصلت النتائج إلى أن هناك فجوة بين التخطيط الاستراتيجي والتطبيق الميداني للتقنيات الذكية، إلا أن تبني تطبيقات "الإدارة الذكية" للمرافق العامة ساهم في تحسين جودة الحياة ورفع كفاءة الخدمات الأساسية ومنها الطاقة. وصت الدراسة بضرورة تدريب الكوادر البلدية على أدوات إدارة المشاريع التقنية الحديثة.

- دراسة "مجروغني" (2022م)، المملكة العربية السعودية، بعنوان "تطوير أداة لقياس كفاءة التحول الرقمي للمدن العربية نحو المدن الذكية: تطبيق على حالتين دراسيتين في المملكة العربية السعودية". استهدفت الدراسة بناء أداة علمية لقياس نضج التحول الرقمي. اتبعت المنهج الوصفي التحليلي المقارن، وطبقت الأداة على مدينتي الرياض وجدة

كعينة للدراسة. أثبتت النتائج تفاوت مستويات التحول الرقمي بين المدن، مع وجود تفوق في محاور البنية التحتية والاتصالات، وأكدت أن كفاءة الطاقة ترتبط طردياً بمستوى الذكاء التقني المطبق في إدارة المرافق الحضرية. وصت الدراسة بتبني الأداة المطورة كمعيار وطني لتقييم أداء المدن الذكية دورياً.

- دراسة "أبو بكر وعبد الله" (2021م)، الجزائر، بعنوان "دور المدن الذكية في تحقيق التنمية المستدامة". هدفت الدراسة إلى تبيان أثر الرقمنة في استدامة المدن. استخدمت المنهج الوصفي التحليلي، واستندت إلى تحليل بيانات تقارير التنمية المستدامة لعدد من المدن العالمية. توصلت النتائج إلى أن الإدارة الذكية للمشاريع تضمن توازناً بين النمو الاقتصادي والحفاظ على البيئة، خاصة في مجالات ترشيد الطاقة وتدوير النفايات. وصت الدراسة بضرورة تعميم ثقافة "المواطن الرقمي" لضمان نجاح تطبيقات المدن الذكية.

ثانياً: دراسات أجنبية

- دراسة "آب حليم وآخرون" Ab Halim and others (2026)، ماليزيا، بعنوان "IoT-driven building energy management systems (BEMS) for net zero energy buildings" (أنظمة إدارة طاقة المباني المدفوعة بإنترنت الأشياء للمباني صفيرية الطاقة). هدفت الدراسة إلى فحص تكامل إنترنت الأشياء في إدارة طاقة المباني لتحقيق استدامة كاملة. اعتمدت المنهج التجريبي والنمذجة المعلوماتية، وطبقت على نموذج لمبنى إداري ذكي. توصلت النتائج إلى أن استخدام أنظمة BEMS الذكية يقلل من استهلاك الطاقة بنسبة تصل إلى 40% عبر التحكم التنبؤي في التدفئة والإضاءة. وصت الدراسة بضرورة تبني معايير موحدة لبروتوكولات إنترنت الأشياء في مشاريع البنية التحتية الدولية.
- دراسة "تشين وسونغ" Chen & Song (2025)، الصين، بعنوان "Fostering renewable energy use through smart city construction" (تعزيز استخدام الطاقة المتجددة من خلال بناء المدن الذكية). هدفت الدراسة إلى تحليل أثر سياسات المدن الذكية في التحول نحو الطاقة المتجددة. استخدمت المنهج الكمي المقارن، وشملت عينة من 100 مدينة صينية طبق فيها مشروع "المدينة الذكية". خلصت النتائج إلى أن بناء المدن الذكية يحفز الابتكار الوطني في تقنيات الطاقة، وأن الإدارة الذكية للمشاريع تسرع من وتيرة اعتماد الحلول الخضراء. وصت الدراسة بتعزيز أنظمة الابتكار الوطنية كدعامة لمشاريع البنية التحتية الذكية.
- دراسة "داز" Das (2025)، الهند، بعنوان "Integrating IoT and AI for sustainable energy-efficient smart building systems" (تكامل إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي لأنظمة المباني الذكية المستدامة والموفرة للطاقة). هدفت الدراسة لتقييم أثر التكامل بين AI و IoT في استدامة المباني. اتبعت المنهج الوصفي التحليلي القائم على مراجعة

النظم الذكية. توصلت النتائج إلى أن الدمج بين التقنيتين يتيح إدارة استباقية للطاقة وتنبؤاً دقيقاً بالأعطال، مما يطيل عمر البنية التحتية ويقلل الهدر. وصت الدراسة بتبني منصات سحابية موحدة لجمع وتحليل بيانات الطاقة في المشاريع الحضرية.

- دراسة "جو وآخرون" (Gu and others (2025)، أستراليا، بعنوان "Bridging the gap between smart cities and sustainability" (جسر الفجوة بين المدن الذكية والاستدامة). هدفت الدراسة لتحديد المعوقات التي تحول دون تحقيق الاستدامة في المدن الذكية. استخدمت المنهج النوعي عبر المقابلات المعمقة مع 30 من مديري المشاريع. بينت النتائج أن ضعف إدارة المشاريع الذكية والتنسيق بين الأطراف يمثل العائق الأكبر، رغم توفر التكنولوجيا. وصت الدراسة بضرورة الانتقال من "الذكاء التقني" إلى "الذكاء الإداري" لضمان استدامة الطاقة.
- دراسة "باجوا وآخرون" (Bajwa and others (2024)، باكستان، بعنوان "A systematic literature review on AI-enabled smart building management systems" (مراجعة منهجية لأنظمة إدارة المباني الذكية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي). هدفت الدراسة لمراجعة الأدبيات المتعلقة بكفاءة الطاقة. استخدمت منهج المراجعة المنهجية (SLR)، وحللت 80 ورقة علمية حديثة. توصلت النتائج إلى أن الأنظمة الذكية قادرة على تحقيق وفر طاقي بنسبة تصل إلى 35% في المباني التجارية الكبرى. وصت الدراسة بضرورة إجراء دراسات ميدانية طويلة الأمد لقياس الأثر البيئي الفعلي لهذه الأنظمة.
- دراسة "أويتنجي وآخرون" (Oyetunji and others (2024)، نيجيريا، بعنوان "Predictive AI models for maintenance forecasting and energy optimization" (نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية للتنبؤ بالصيانة وتحسين الطاقة). استهدفت الدراسة تطوير نماذج تنبؤية للبنية التحتية السكنية. اعتمدت المنهج التجريبي الحاسوبي، وطبقت على بيانات استهلاك حقيقية. خلصت النتائج إلى أن النماذج التنبؤية ترفع كفاءة استهلاك الطاقة عبر جدولة الصيانة الدورية للأجهزة والمرافق قبل وقوع الهدر الطاقي. وصت الدراسة بتعميم استخدام الحساسات الذكية في كافة وحدات البنية التحتية للمدن الجديدة.

ثالثاً: تعقيب عام للدراسات السابقة

1. جوانب اتفاق الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة:

تتفق الدراسة الحالية مع معظم الدراسات السابقة (مثل دراسة العتيق، 2026؛ ودراسة Das, 2025) في الإقرار بالدور الحاسم للتقنيات الحديثة (AI, IoT) في رفع كفاءة الطاقة، كما تتفق مع التوجه العام نحو اعتبار "الذكاء الإداري" مكماً لا يقل أهمية عن "الذكاء التقني" في مشاريع البنية التحتية.

2. جوانب اختلاف الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة:

تختلف الدراسة الحالية في تركيزها النوعي على "إدارة المشاريع الذكية" كمنهجية إدارية متكاملة (وليس فقط كأدوات تقنية معزولة) وتطبيقها تحديداً على "بنية تحتية" في سياق بيئة الأعمال السعودية الناشئة، بينما ركزت أغلب الدراسات الأجنبية على الجوانب الهندسية الصرفة أو تجارب مدن عالمية تختلف في خصائصها الجغرافية والمناخية عن المملكة.

3. الفجوة البحثية:

تتمثل الفجوة البحثية في ندرة الدراسات التي تناولت أثر "إدارة المشاريع الذكية" (بأبعادها التنظيمية والتقنية) في رفع كفاءة الطاقة ضمن المشاريع الكبرى (Mega Projects) في المملكة العربية السعودية، حيث ركزت أغلب الدراسات المحلية السابقة على مفهوم "المدينة الذكية" بشكل عام دون الدخول في تفاصيل "إدارة دورة حياة المشروع" وأثرها المباشر في ترشيد الطاقة.

4. استفادة الدراسة الحالية من الدراسات السابقة:

استفادت الدراسة الحالية من الأدبيات السابقة في تحديد المتغيرات الفرعية لإدارة المشاريع الذكية (مثل التوائم الرقمية، التحليل التنبؤي)، كما ساهمت في صياغة الفرضيات وبناء أداة الدراسة (الاستبانة) بناءً على المقاييس العلمية التي أثبتت صدقها في الدراسات السابقة (مثل أداة أحمد مجر وغنيم، 2022).

5. الجوانب المميزة للدراسة الحالية عن الدراسات السابقة:

تتميز الدراسة الحالية بكونها تقدم رؤية تطبيقية تتسق مع رؤية المملكة 2030، وتجمع بين البعد الإداري (إدارة المشاريع)، والبعد التقني (المدن الذكية)، والبعد البيئي (كفاءة الطاقة)، مما يجعلها دراسة بينية متكاملة تقدم حلولاً عملية تتناسب مع خصوصية البيئة الاستثمارية والإنشائية السعودية في عام 2026م.

الإطار النظري للدراسة

يُمثل مفهوم "إدارة المشاريع الذكية" تحولاً جوهرياً في الفكر الإداري الهندسي؛ حيث انتقل التركيز من "المثلث التقليدي" (الوقت، التكلفة، الجودة) إلى "مثلث استدامة القيمة" الذي يركز على (الذكاء التقني، كفاءة الموارد، الأثر البيئي). وفي ضوء رؤية المملكة 2030، تبرز أهمية تأصيل دور هذه الإدارة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية كضرورة استراتيجية لخفض البصمة الكربونية وتحقيق كفاءة الطاقة المستهدفة.

أولاً: مفهوم وأبعاد إدارة المشاريع الذكية (Smart Project Management)

تُعرف إدارة المشاريع الذكية بأنها منظومة متكاملة توظف تقنيات الثورة الصناعية الرابعة لإدارة دورة حياة المشروع بكفاءة وتكيفية عالية. وهي لا تقتصر على الأدوات التقنية فحسب، بل تمتد لتشمل العمليات والسياسات التي تضمن استدامة المخرجات النهائية (Gu et al., 2025). وتتشكل أبعادها الرئيسة فيما يلي:

1. إنترنت الأشياء (IoT) والرقابة اللحظية:

يُمثل إنترنت الأشياء "العصب الحسي" للمشاريع الذكية، حيث يتيح جمع بيانات ضخمة (Big Data) حول أنماط استهلاك الطاقة والموارد في مواقع الإنشاء والتشغيل (Samih, 2019). ويسهم دمج هذه التقنية في إدارة المشاريع في مراقبة الأداء الطاقى بشكل لحظي، مما يساعد في الكشف المبكر عن مواطن الهدر ومعالجتها فوراً (Mohamed et al., 2022).

2. الذكاء الاصطناعي (AI) والتحليل التنبؤي:

يؤدي الذكاء الاصطناعي دوراً محورياً في تعزيز "الذكاء الإداري" للمشاريع، من خلال نماذج التنبؤ التي تسهم في تقدير الأحمال الطاقية المستقبلية وتوزيعها بكفاءة عالية (Ponce et al., 2024). كما تساهم خوارزميات التعلم الآلي في تحسين عمليات الصيانة الوقائية للبنية التحتية، مما يقلل من الفاقد الطاقى المرتبط بالأعطال المفاجئة (Oyetunji et al., 2024).

3. التوائم الرقمية (Digital Twins):

تُعد التوائم الرقمية من أبرز الابتكارات في إدارة المشاريع الذكية، حيث يتم إنشاء نسخة افتراضية مطابقة للمشروع تسمح بمحاكاة الأداء الطاقى قبل البدء بالتنفيذ وأثناء مراحل التشغيل (Tommy & Jaya, 2025). ويساهم هذا البعد في "جسر الفجوة" بين مرحلتَي التصميم والأداء الفعلي، مما يضمن تحقيق أقصى كفاءة ممكنة للطاقة في البنية التحتية (Wu et al., 2025).

ثانياً: كفاءة الطاقة في البنية التحتية للمدن الذكية

تُعرف المدن الذكية بأنها بيئات حضرية تستثمر التكنولوجيا لتحسين جودة الحياة ورفع كفاءة العمليات التشغيلية (الإبراهيم، 2024م). وبما أن الطاقة تُعد المكون الأكثر استهلاكاً وتكلفة في هذه المدن، فإن كفاءتها أصبحت المعيار الأساسي لنجاح التخطيط الحضري.

1. أنظمة إدارة الطاقة المتكاملة (BEMS/EMS):

تعتمد المدن الذكية على أنظمة إدارة طاقة ذكية (BEMS) تهدف للوصول إلى مرافق ومبانٍ "صفريّة الطاقة" (Ab Halim et al., 2026). وتتطلب هذه الأنظمة إدارة مشاريع احترافية تضمن المواءمة البرمجية والتقنية مع الأجهزة المادية (Hardware) لتحقيق الوفرة المنشود في الاستهلاك (Bajwa et al., 2024).

2. الشبكات الذكية وأنظمة الطاقة المتعددة:

تتطلب البنية التحتية الحديثة إدارة متناغمة لأنظمة طاقة متعددة المصادر (شمسية، رياح، والشبكة الوطنية) (Al Khatib et al., 2025). وهنا تبرز أهمية إدارة المشاريع الذكية في تحسين الربط بين هذه المصادر لضمان استقرار الإمدادات، وتقليل الاعتماد على المصادر ذات الانبعاثات الكربونية العالية (Chen & Song, 2025).

ثالثاً: المدن الذكية السعودية ورؤية 2030

تسعى المملكة العربية السعودية لتكون رائدة عالمياً في مجال المدن الذكية، من خلال مشاريع عملاقة تعتمد كلياً على الذكاء الاصطناعي (العتيق، 2026م).

1. التحول الرقمي والاستدامة:

يمثل التحول الرقمي في المدن السعودية بوابة لتحقيق الاقتصاد الأخضر (نعمة الله سيد عبدالرحمن، 2025م). إن كفاءة التحول الرقمي في مدن مثل الرياض وجدة تُقاس بمدى قدرتها على تقليل الانبعاثات وتحسين إدارة الطاقة في مرافقها العامة (أحمد مجر وصفاء غنيم، 2022م).

2. البنية التحتية المستدامة كحل لمواجهة التغير المناخي:

تعتبر المدن الذكية حلاً مستداماً لتعزيز كفاءة الطاقة والتخفيف من آثار التغير المناخي في المملكة (Alqahtani & Sherif, 2021). وتساهم هيكلية الإعمار الحديثة في تطوير مدن تمتلك بنية تحتية مرنة وقادرة على إدارة مواردها بكفاءة (هيكلية الإعمار، 2025م).

رابعاً: التكامل بين إدارة المشاريع والابتكار الطاقى

إن نجاح رفع كفاءة الطاقة لا يعتمد على التكنولوجيا فحسب، بل على كيفية إدارة هذه التكنولوجيا ضمن سياق المشروع (Salimi & Hammad, 2022).

1. دور الابتكار الوطني:

تساهم أنظمة الابتكار الوطنية في دعم بناء المدن الذكية عبر توفير حلول محلية للطاقة المتجددة (Chen & Song, 2025). وتحتاج هذه الابتكارات إلى "إدارة مشاريع ذكية" لدمجها بفعالية في المشاريع الإنشائية الضخمة (Bibri & Krogstie, 2023).

2. التخطيط الحضري المعتمد على الذكاء الاصطناعي:

يساهم الذكاء الاصطناعي في تحسين التخطيط المعماري والحضري لضمان نمو مستدام يوفر في استهلاك الطاقة منذ اللحظات الأولى لتصميم الأحياء (Al-Taani, 2024). وهذا يتطلب من مديري المشاريع الإلمام بتقنيات الحوسبة الحضرية والبيانات الضخمة (Alqahtani & Mohammad, 2023).

خلاصة المنطلقات النظرية

نخلص إلى أن "إدارة المشاريع الذكية" هي المحرك الفعلي لتحويل رؤى المدن الذكية إلى واقع مستدام وموفر للطاقة. فمن خلال الدمج المتكامل بين إنترنت الأشياء، والذكاء الاصطناعي، والتوائم الرقمية، يمكن للمملكة العربية السعودية رفع كفاءة الطاقة في بنيتها التحتية بشكل غير مسبوق. إن هذا التكامل لا يحقق مستهدفات رؤية 2030 فحسب، بل يضع المملكة في طليعة الدول التي تقود الابتكار في الاقتصاد الأخضر والمدن الذكية عالمياً.

الفصل الثالث

منهجية الدراسة

المقدمة

يشكل الفصل الثالث من أهم الفصول التطبيقية في الدراسة، لأنه يمثل الإطار المنهجي الذي يوضح الكيفية التي سيتم من خلالها تنفيذ البحث بصورة علمية ومنظمة، بما يضمن الوصول إلى نتائج دقيقة وموثوقة يمكن الاعتماد عليها في تفسير المشكلة البحثية والإجابة عن تساؤلات الدراسة وتحقيق أهدافها. ويهتم هذا الفصل بعرض الأسس المنهجية التي اعتمد عليها الباحث في تصميم الدراسة، مع توضيح الإجراءات العلمية التي تم اتباعها في مختلف مراحل تنفيذ البحث، بدءاً من اختيار المنهج المناسب وانتهاءً بإعداد البيانات وتحليلها وفق المعايير العلمية المعتمدة. ويهدف ذلك إلى تعزيز الشفافية والمنهجية في تنفيذ الدراسة، وتمكين الباحثين الآخرين من تقييم جودة الإجراءات المتبعة وإمكانية تكرارها في دراسات مستقبلية.

ويتضمن هذا الفصل وصفاً متكاملاً للإجراءات التي اتبعها الباحث في تنفيذ الدراسة، بما يضمن أن تكون جميع خطوات البحث مترابطة ومنسجمة مع طبيعة المشكلة البحثية وأهدافها. كما يوضح الأسس التي تم الاستناد إليها في اختيار مجتمع الدراسة والعينة، وآلية جمع البيانات، والإجراءات المتبعة لضمان دقة البيانات وموضوعيتها، إضافة إلى تحديد النطاق الذي أجريت في إطاره الدراسة من حيث الزمان والمكان والموضوع. وتكمن أهمية ذلك في توفير صورة واضحة عن البيئة التي أجريت فيها الدراسة، بما يساعد على تفسير النتائج بصورة أكثر دقة، ويعزز إمكانية تعميمها ضمن الحدود العلمية المناسبة.

كما يبرز هذا الفصل أهمية الالتزام بالمنهجية العلمية في الدراسات الإدارية الحديثة، ولا سيما تلك المرتبطة بإدارة المشاريع الذكية ومشاريع المدن الذكية، حيث يعتمد نجاح الدراسة بدرجة كبيرة على دقة تصميمها المنهجي وجودة إجراءاتها التطبيقية. ويُعد هذا الفصل ضماناً لمصداقية النتائج التي سيتم التوصل إليها، لأنه يوضح الأساليب والإجراءات المستخدمة للتحقق من صحة البيانات وموثوقيتها، ويبين كيفية الحد من التحيزات والأخطاء المحتملة أثناء تنفيذ الدراسة. وبذلك يشكل الفصل الثالث الأساس الذي تستند إليه المراحل اللاحقة من التحليل الإحصائي، ويضمن أن تكون النتائج المستخلصة ناتجة عن إجراءات علمية سليمة ومتوافقة مع المعايير الأكاديمية المعتمدة.

مجتمع البحث

يمثل مجتمع البحث جميع الأفراد الذين تنطبق عليهم خصائص الدراسة، ويملكون المعرفة والخبرة المتعلقة بموضوع دور إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية، بحيث يكونون قادرين على تقديم بيانات دقيقة تعكس واقع تطبيق إدارة المشاريع الذكية ومدى إسهامها في تحسين كفاءة الطاقة داخل مشاريع البنية التحتية. ويعد تحديد مجتمع البحث بدقة من أهم الخطوات المنهجية في الدراسات الكمية، لأنه يضمن أن تكون البيانات التي يتم جمعها معبرة عن الواقع الفعلي، وأن تكون النتائج قابلة للتفسير والتعميم ضمن الحدود العلمية للدراسة.

وبناءً على طبيعة الدراسة وأهدافها، يتكون مجتمع البحث من العاملين في الجهات الحكومية والشركات الهندسية والاستشارية وشركات المقاولات والمؤسسات المشرفة على تنفيذ وإدارة مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية، إضافة إلى العاملين في إدارات المشاريع، وإدارات التحول الرقمي، وإدارات الطاقة والاستدامة، وإدارات تقنية المعلومات، والمهندسين، ومديري المشاريع، والمشرفين التنفيذيين، والاستشاريين المختصين في إدارة مشاريع البنية التحتية الذكية. ويعود اختيار هذه الفئات إلى ارتباطها المباشر بعمليات التخطيط والتنفيذ والمتابعة وإدارة الموارد، فضلاً عن امتلاكها الخبرة العملية التي تمكنها من تقييم مستوى تطبيق إدارة المشاريع الذكية وأثرها في رفع كفاءة الطاقة.

ويتميز مجتمع البحث بتنوع تخصصاته وخبراته، الأمر الذي يثري نتائج الدراسة ويمنحها درجة أعلى من الشمولية، حيث يضم أفراداً يعملون في مراحل مختلفة من دورة حياة المشروع، بدءاً من التخطيط والتصميم، مروراً بالتنفيذ والتشغيل، وانتهاءً بعمليات المتابعة والصيانة والتقييم. ويساعد هذا التنوع في الحصول على وجهات نظر متعددة حول واقع استخدام التقنيات الذكية في إدارة المشاريع، ومستوى تكامل البيانات، وآليات اتخاذ القرار، وانعكاس ذلك على كفاءة الطاقة داخل مشاريع البنية التحتية. كما يساهم في تقليل التحيز الناتج عن الاعتماد على فئة مهنية واحدة، ويعزز من دقة النتائج التي سيتم التوصل إليها.

كما يرتبط اختيار مجتمع البحث بطبيعة التحول الرقمي الذي تشهده المملكة العربية السعودية في إطار رؤية 2030، حيث توسعت الجهات الحكومية والخاصة في تنفيذ مشاريع المدن الذكية التي تعتمد على أحدث التقنيات الرقمية وأنظمة الإدارة الذكية. ولذلك فإن أفراد مجتمع البحث يمثلون الفئة الأكثر قدرة على تقييم واقع هذه التطبيقات، باعتبارهم مشاركين بصورة مباشرة في إدارة المشاريع أو تشغيلها أو الإشراف عليها، الأمر الذي يزيد من موثوقية البيانات المستخلصة من الدراسة، ويجعل النتائج أكثر ارتباطاً بالواقع العملي لمشاريع البنية التحتية الذكية في المملكة.

ومن المتوقع أن يسهم مجتمع البحث في توفير بيانات كمية دقيقة حول مدى تطبيق ممارسات إدارة المشاريع الذكية، ومستوى استخدام التقنيات الرقمية، ودرجة تكامل البيانات، ومدى انعكاس ذلك على كفاءة الطاقة داخل المشاريع. كما ستساعد البيانات المستخلصة من هذا المجتمع في اختبار فرضيات الدراسة، وتحليل العلاقات بين المتغيرات، والوصول إلى نتائج علمية يمكن أن يستفيد منها صناع القرار، ومديرو المشاريع، والجهات الحكومية، والمؤسسات المعنية بتطوير المدن الذكية، بما يدعم تحسين كفاءة إدارة المشاريع وتحقيق الاستدامة في قطاع البنية التحتية.

المنهجية وطرق البحث

ستستخدم الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، لمناسبته في وصف واقع المدن الذكية في المملكة وتحليل أثر التقنيات الذكية في رفع كفاءة الطاقة. كما سيتم الاستعانة بأسلوب الدراسة الاستشرافية لتقديم مقترحات مستقبلية تتماشى مع رؤية 2030، مستنداً إلى أطر تحليلية حديثة.

ثانياً: مجتمع الدراسة وعينتها

- **مجتمع الدراسة:** يشتمل المجتمع على المهندسين، ومديري المشاريع، والمخططين الحضريين، والمتخصصين في تقنيات الطاقة والذكاء الاصطناعي العاملين في مشاريع البنية التحتية والمدن الذكية في المملكة العربية السعودية (مثل مشاريع نيوم، والبحر الأحمر، وروشن).
- **عينة الدراسة:** سيتم اختيار عينة عشوائية بسيطة من المتخصصين والممارسين، بحيث لا يقل حجم العينة عن (384) مفردة لضمان تمثيل المجتمع إحصائياً بدرجة ثقة 95%، وذلك بالتطبيق على الكوادر الفنية والإدارية في كبرى شركات التطوير العقاري والتقني.

خطوات جمع البيانات

سيتم استخدام برنامج (SPSS) لمعالجة البيانات عبر الأساليب الآتية:

1. الإحصاء الوصفي: (المتوسطات، الانحرافات المعيارية) لوصف مستوى التطبيق والكفاءة.

2. معامل ارتباط بيرسون: لتحديد قوة واتجاه العلاقة بين الإدارة الذكية وكفاءة الطاقة.

3. تحليل الانحدار المتعدد: لاختبار فرضيات الدراسة وقياس مدى مساهمة كل تقنية ذكية في تحسين الأداء الطاقى.

اعتمدت الدراسة الحالية على المنهجية الكمية باعتبارها المنهج الأكثر ملاءمة لطبيعة الدراسة وأهدافها، وذلك لكونها تهدف إلى قياس العلاقات بين المتغيرات واختبار الفرضيات بصورة موضوعية باستخدام الأساليب الإحصائية. ويتميز المنهج الكمي بإمكانية جمع بيانات عدد كبير من أفراد مجتمع الدراسة في فترة زمنية مناسبة، وتحويل آرائهم واتجاهاتهم إلى بيانات رقمية قابلة للتحليل الإحصائي، مما يسمح باستخلاص نتائج دقيقة وموضوعية تدعم اتخاذ القرارات المبنيّة على الأدلة العلمية.

بدأت عملية جمع البيانات بمراجعة الأدبيات العلمية والدراسات السابقة المرتبطة بإدارة المشاريع الذكية، وكفاءة الطاقة، والبنية التحتية للمدن الذكية، بهدف تحديد الأبعاد الرئيسة للمتغيرات وصياغة أداة قياس تتوافق مع أهداف الدراسة. وأسهمت هذه المرحلة في بناء الاستبانة وفق أسس علمية، مع مراعاة شمولها لجميع الجوانب المرتبطة بمتغيرات الدراسة، بحيث تكون قادرة على قياس آراء أفراد مجتمع البحث بصورة دقيقة ومنظمة.

بعد ذلك، تم إعداد الاستبانة بوصفها الأداة الرئيسة لجمع البيانات، حيث صُممت لتتضمن قسمًا للبيانات الديموغرافية، إلى جانب مجموعة من الفقرات التي تقيس متغيرات الدراسة باستخدام مقياس ليكرت الخماسي، الذي يتدرج من (أوافق بشدة) إلى (لا أوافق بشدة). ويُعد هذا المقياس من أكثر المقاييس استخدامًا في الدراسات الإدارية، لما يتميز به من سهولة التطبيق والقدرة على قياس الاتجاهات والآراء بدرجة عالية من الدقة والثبات.

وقبل البدء في التطبيق الفعلي، تم عرض الاستبانة على عدد من المحكمين المتخصصين في إدارة المشاريع والإدارة العامة وتقنيات التحول الرقمي، بهدف التحقق من الصدق الظاهري وملاءمة الفقرات لأهداف الدراسة، وإجراء التعديلات اللازمة من حيث الصياغة والوضوح وتسلسل الأسئلة. كما تم تنفيذ دراسة استطلاعية أولية على عينة محدودة من أفراد مجتمع البحث للتأكد من وضوح العبارات وسهولة الإجابة عنها، بالإضافة إلى قياس مستوى الاتساق الداخلي والثبات الإحصائي للأداة قبل توزيعها على العينة الأساسية.

وفي المرحلة التالية، جرى توزيع الاستبانة إلكترونياً على أفراد العينة المستهدفة باستخدام المنصات الرقمية ووسائل الاتصال المهنية، بما يضمن سهولة الوصول إلى المشاركين في مختلف مناطق المملكة العربية السعودية، ويزيد من سرعة جمع البيانات ودقتها. كما تم تزويد المشاركين بمقدمة توضح هدف الدراسة، وتؤكد أن المشاركة اختيارية، وأن جميع البيانات ستستخدم لأغراض البحث العلمي فقط، مع الحفاظ الكامل على سرية المعلومات وعدم الإفصاح عن هوية المشاركين، بما يتوافق مع أخلاقيات البحث العلمي.

وبعد انتهاء فترة جمع البيانات، تم مراجعة جميع الاستبانات المستلمة للتحقق من اكتمال الإجابات واستبعاد الاستبانات غير المكتملة أو التي تحتوي على أنماط استجابة غير منطقية قد تؤثر في جودة النتائج. ثم جرى ترميز البيانات وإدخالها إلى برنامج SPSS لإجراء عمليات التحليل الإحصائي، حيث تم التحقق من صحة إدخال البيانات وخلوها من الأخطاء قبل البدء بالتحليلات الإحصائية الوصفية والاستدلالية المناسبة لاختبار فرضيات الدراسة والإجابة عن تساؤلاتها.

وأخيراً، خضعت البيانات إلى سلسلة من الاختبارات الإحصائية للتحقق من صدق وثبات أداة القياس، ثم تحليل خصائص أفراد العينة، واختبار العلاقات بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع باستخدام الأساليب الإحصائية الملائمة. وأسهمت هذه الخطوات المتتابعة في ضمان جودة البيانات، وتعزيز موثوقية النتائج، وتحقيق درجة عالية من الدقة العلمية، بما يجعل مخرجات الدراسة قابلة للاعتماد عليها في تفسير دور إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية، وتقديم توصيات عملية يمكن الاستفادة منها في تطوير السياسات والممارسات المستقبلية.

أدوات الدراسة

سيقوم الباحث ببناء استبانة إلكترونية محكمة، تتكون من المحاور الآتية:

- المحور الأول: البيانات الأولية (التخصص، سنوات الخبرة، طبيعة المشروع).
- المحور الثاني: مستوى تطبيق تقنيات إدارة المشاريع الذكية (IoT, AI, Digital Twins).
- المحور الثالث: معايير كفاءة الطاقة المطبقة في البنية التحتية.
- المحور الرابع: التحديات التقنية والتنظيمية التي تواجه التحول الرقمي المستدام.

إجراءات الصدق والثبات:

1. الصدق الظاهري: عرض الأداة على مجموعة من المحكمين الأكاديميين والخبراء المهنيين في إدارة المشاريع الذكية.

2. الاتساق الداخلي: حساب معامل "ألفا كرونباخ" للتأكد من ثبات فقرات الاستبانة وقدرتها على قياس المتغيرات بدقة.

حدود البحث

- الحدود الموضوعية: دور إدارة المشاريع الذكية (التقنيات والعمليات) في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية.
- الحدود المكانية: المدن الذكية والمشاريع الكبرى في المملكة العربية السعودية.
- الحدود البشرية: المتخصصون والمهندسون ومديرو المشاريع في قطاع البنية التحتية الذكية.
- الحدود الزمنية: سيتم تطبيق الدراسة ميدانياً خلال العام الحالي 2026م.

الفصل الرابع

نتائج الدراسة

المقدمة

يمثل الفصل الرابع المرحلة التي تنتقل فيها الدراسة من الجانب المنهجي إلى الجانب التحليلي والتفسيري، حيث يتم توظيف البيانات التي جُمعت خلال الدراسة للوصول إلى نتائج علمية تعكس واقع الظاهرة محل البحث، وتوضح طبيعة العلاقات بين عناصرها بصورة موضوعية ودقيقة. ويُعد هذا الفصل من أكثر فصول الدراسة أهمية؛ لأنه يجسد التطبيق العملي للإطارين النظري والمنهجي اللذين تم بناؤهما في الفصول السابقة، ويبين مدى قدرة الدراسة على تحقيق أهدافها والإجابة عن تساؤلاتها واختبار فرضياتها اعتمادًا على الأدلة والبيانات الفعلية، وليس على الافتراضات النظرية فقط.

ويركز هذا الفصل على عرض نتائج الدراسة بصورة منظمة، مع تفسيرها وتحليلها وربطها بالإطار العلمي للدراسة والأدبيات السابقة، بما يسهم في تقديم فهم متكامل للنتائج التي تم التوصل إليها. كما يهتم بتوضيح الدلالات العلمية والعملية لهذه النتائج، وبيان مدى توافقها أو اختلافها مع ما توصلت إليه الدراسات السابقة، مع تفسير الأسباب المحتملة لذلك في ضوء طبيعة بيئة الدراسة وخصائصها. ويهدف هذا التحليل إلى تقديم رؤية علمية واضحة حول دور إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية، وإبراز الجوانب التي يمكن الاستفادة منها في تطوير الممارسات الإدارية المستقبلية.

وتتجلى أهمية هذا الفصل في أنه يمثل المخرج النهائي للدراسة، حيث تُستخلص منه الاستنتاجات العلمية التي تعكس القيمة المعرفية والعملية للبحث، ويتم من خلاله تقديم مجموعة من المقترحات التي يمكن أن تسهم في تحسين الممارسات المرتبطة بموضوع الدراسة ودعم صناع القرار والجهات المعنية بتطوير مشاريع المدن الذكية. كما يقدم الفصل رؤية مستقبلية تستند إلى النتائج المتوصل إليها، وتوضح الاتجاهات البحثية التي يمكن أن تشكل امتدادًا لهذه الدراسة، بما يعزز الإسهام العلمي للبحث في مجال إدارة المشاريع الذكية وكفاءة الطاقة، ويدعم الجهود الرامية إلى تحقيق مستهدفات التنمية المستدامة ورؤية المملكة العربية السعودية 2030.

تحليل البيانات

• الوصف الإحصائي للبيانات

تظهر المؤشرات الإحصائية العامة المأخوذة من عينة قوامها مئتان وواحد وخمسون فرداً مستويات متباينة من الاستجابة؛ ففي حين يقترب متوسط العمر من القيمة ثلاثة بنسبة تشتت بلغت حوالي واحد فاصلة ستة وأربعين؛ فإن هذا يعطي دلالة احتمالية على تنوع كبير في الفئات العمرية المشاركة في بيئة الدراسة؛ وهو ما قد يسهم في إثراء الآراء نتيجة تمازج الخبرات القديمة مع تطلعات الشباب في مجالات التقنية الحديثة. وفيما يتعلق بالجنس يظهر تقارب واضح بين الذكور والإناث بمتوسط قدره واحد فاصلة تسعة وأربعين وانحراف معيار نصف؛ مما يشير إلى توازن مثالي في التمثيل الديموغرافي داخل هذه المنظومة العملية. أما على صعيد المؤهل الأكاديمي؛ فإن القيمة المتوسطة البالغة ثلاثة فاصلة ستة وأربعين تعكس ارتفاعاً نسبياً في التأهيل العلمي لأفراد العينة؛ ولعل هذا يفسر الفهم المرتفع والوعي الملحوظ بمتطلبات المشاريع الذكية وآليات استهلاك الطاقة. وعند الانتقال لمتغيرات الدراسة الأساسية؛ نلاحظ استقرار معظم المتوسطات الحسابية فوق حاجز الثلاثة درجات؛ بل إن بعضها تجاوز ثلاثة فاصلة ستة مثل كفاءة التنفيذ وتكامل البيانات؛ مما يبدو معه وجود توجه عام إيجابي نحو تبني التقنيات الحديثة. ويلاحظ أن الانحرافات المعيارية لجميع المحاور تدور حول مستويات واحد فاصلة أربعة إلى واحد فاصلة ستة؛ مما يستدل منه إحصائياً على عدم وجود إجماع مطلق بل ثمة تشتت نسبي وتنوع في وجهات النظر يعزى ربما لاختلاف طبيعة التخصصات أو التفاوت في مستويات التطبيق الفعلي لتلك التقنيات بين إدارة وأخرى داخل بيئة العمل؛ مما يتطلب بالضرورة جهوداً إضافية لتوحيد الرؤى وتعميم النماذج الناجحة لضمان فاعلية أكبر.

جدول 1 : التحليلات الإحصائية

Statistics									
Std. Error of Kurtosis	Kurtosis	Std. Error of Skewness	Skewness	Std. Deviation	Median	Std. Error of Mean	Mean	N	
								Missing	Valid
.306	-1.375	.154	.042	1.465	3.00	.092	2.98	0	251
.306	-2.016	.154	.024	.501	1.00	.032	1.49	0	251
.306	-.906	.154	-.463	1.312	4.00	.083	3.46	0	251

251	0	3.57	.092	4.00	1.455	-.540	.154	-1.156	.306	تطبيق الجهة منهجيات إدارة المشاريع الذكية في تنفيذ مشاريع البنية التحتية.
251	0	3.56	.090	4.00	1.425	-.581	.154	-1.066	.306	تسهم إدارة المشاريع الذكية في تحسين تخطيط المشاريع.
251	0	3.58	.094	4.00	1.482	-.584	.154	-1.141	.306	تساعد إدارة المشاريع الذكية في متابعة مراحل تنفيذ المشروع بصورة فورية.
251	0	3.39	.102	4.00	1.610	-.398	.154	-1.477	.306	تعتمد الجهة على مؤشرات أداء رقمية لتقييم تقدم المشاريع.
251	0	3.47	.090	4.00	1.423	-.367	.154	-1.329	.306	تسهم إدارة المشاريع الذكية في تحسين استغلال الموارد المتاحة.
251	0	3.65	.089	4.00	1.410	-.601	.154	-1.069	.306	يساعد تطبيق إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة تنفيذ المشاريع.
251	0	3.53	.096	4.00	1.519	-.497	.154	-1.326	.306	تستخدم الجهة تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في إدارة مشاريع البنية التحتية.
251	0	3.48	.096	4.00	1.519	-.472	.154	-1.306	.306	تسهم التقنيات الذكية في تحسين مراقبة استهلاك الطاقة بالمشاريع.
251	0	3.62	.088	4.00	1.399	-.637	.154	-.951	.306	تساعد أنظمة الاستشعار الذكية في اكتشاف الهدر في استهلاك الطاقة.
251	0	3.63	.090	4.00	1.421	-.632	.154	-1.022	.306	تسهم التقنيات الذكية في تحسين كفاءة تشغيل مرافق البنية التحتية.

يعزز استخدام المنصات الرقمية سرعة تبادل المعلومات بين فرق المشروع.	251	0	3.55	.098	4.00	1.555	-.553	.154	-1.307	.306
تساعد التقنيات الذكية في تحسين جودة تنفيذ مشاريع المدن الذكية.	251	0	3.38	.101	4.00	1.599	-.353	.154	-1.505	.306
تعتمد الجهة على البيانات والتحليلات الذكية لدعم القرارات المتعلقة بالطاقة.	251	0	3.62	.085	4.00	1.352	-.491	.154	-1.143	.306
تسهم البيانات الفورية في تحسين إدارة استهلاك الطاقة بالمشاريع.	251	0	3.43	.090	4.00	1.419	-.353	.154	-1.292	.306
يساعد تكامل البيانات بين الأنظمة المختلفة في تحسين كفاءة الطاقة.	251	0	3.52	.093	4.00	1.479	-.469	.154	-1.285	.306
تسهم القرارات المبنية على البيانات في تحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة.	251	0	3.46	.100	4.00	1.580	-.435	.154	-1.413	.306
تسهم إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية.	251	0	3.63	.092	4.00	1.457	-.603	.154	-1.108	.306

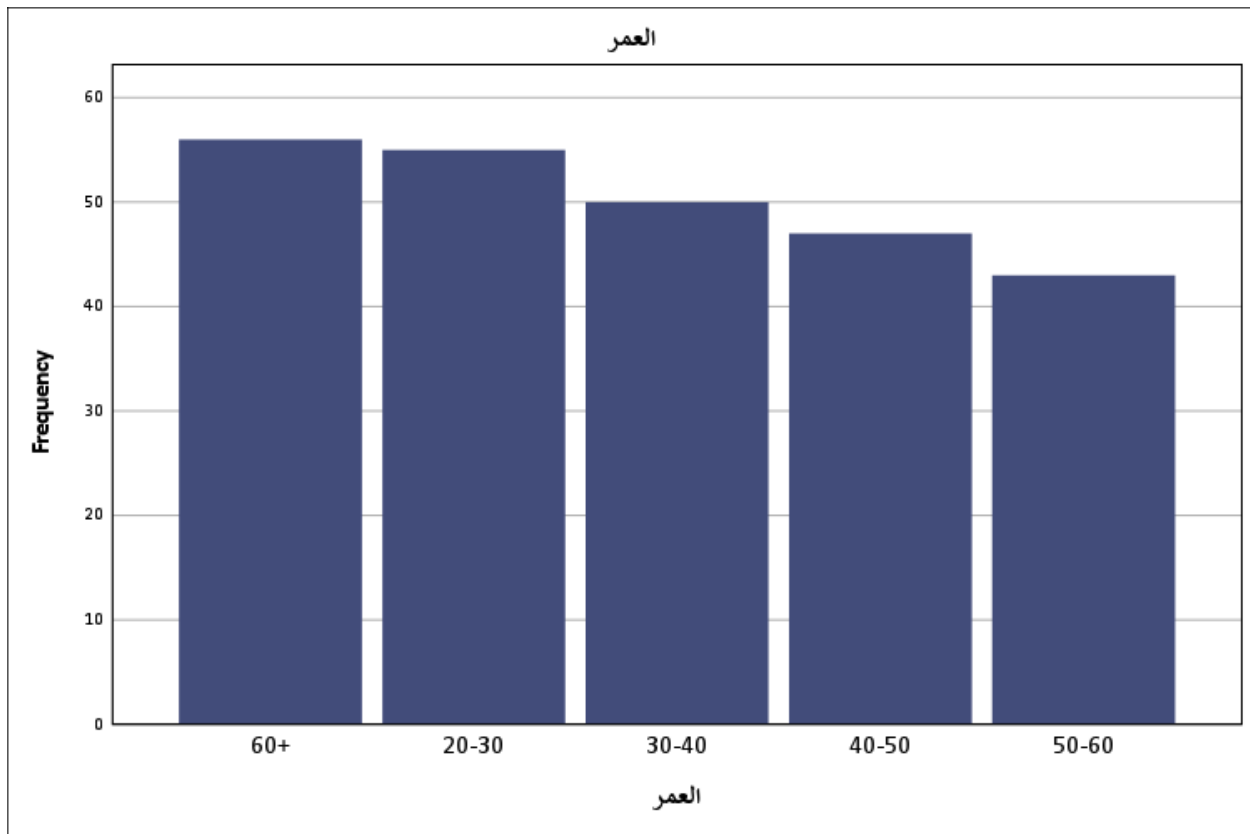
• العمر

تكشف التوزيعات التكرارية لمتغير السن عن توزيع متوازن وموزع بشكل متقارب جداً بين الفئات المختلفة؛ حيث تصدرت الفئة التي تزيد عن ستين عاماً الترتيب بقراءة اثنين وعشرين فاصلة ثلاثة بالمئة تلتها مباشرة الفئة الشبابية من عشرين إلى ثلاثين عاماً بنسبة واحد وعشرين فاصلة تسعة بالمئة. ويسهم هذا التوزيع المتكافئ في منح الدراسة بعداً واقعياً دقيقاً؛ إذ يجمع بين حكمة وتجارب القيادات الإدارية القديمة وبين حماس وتطلعات الطاقات الشابة المواكبة للثورة الرقمية؛ مما ينعكس إيجابياً على جودة القرارات المتعلقة بالبنية التحتية. وتبين الأرقام أن الفئات المتوسطة من ثلاثين إلى خمسين عاماً تمثل مجتمعة حوالي

ثمانية وثلاثين بالمئة؛ ولعل هذه الشريحة هي التي تقود العمل التنفيذي الميداني في الوقت الراهن؛ مما يضمن استمرارية نقل المعرفة بين الأجيال المختلفة داخل المؤسسة. ويحتمل أن يكون هذا التنوع العمري سبباً رئيسياً في تباين وجهات النظر حول سرعة تبني الأنظمة الذكية؛ فالشباب قد يميلون للمغامرة التقنية بينما قد يفضل كبار السن التريث والاعتماد على المنهجيات التقليدية المستقرة؛ مما يتطلب إيجاد بيئة عمل مرنة تستوعب هذا التباين وتستثمره لتحقيق أهداف الاستخدام الأمثل للطاقة بكفاءة عالية ودون إحداث فجوات إدارية.

جدول 2 : التحليل الإحصائي للعمر

العمر					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
22.3	22.3	22.3	56	60+	Valid
44.2	21.9	21.9	55	20-30	
64.1	19.9	19.9	50	30-40	
82.9	18.7	18.7	47	40-50	
100.0	17.1	17.1	43	50-60	
	100.0	100.0	251	Total	



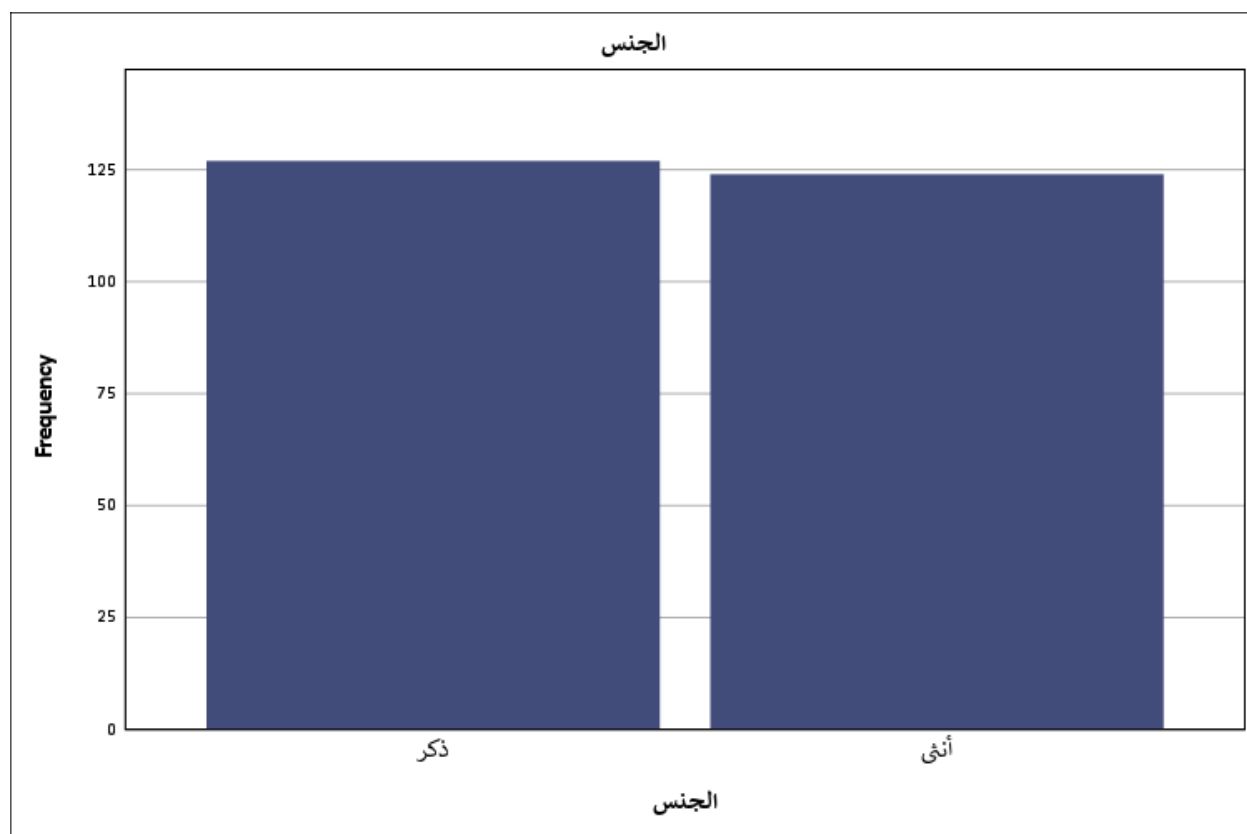
شكل توضيحي 1: التمثيل البياني للعمر

• الجنس

يوضح التوزيع الديموغرافي للمشاركين حالة من التكافؤ العددي شبه التام بين الجنسين؛ حيث بلغت نسبة الذكور خمسين فاصلة ستة بالمئة بواقع مئة وسبعة وعشرين مشاركاً في حين بلغت نسبة الإناث تسعة وأربعين فاصلة أربعة بالمئة بواقع مئة وأربع وعشرين مشاركة. وتعزز هذه النتيجة من مصداقية وتعميم مخرجات البحث؛ إذ تضمن عدم تحيز الآراء لجهة دون أخرى؛ مما يعطي انطباعاً بأن بيئة العمل تتيح فرصاً متساوية لكلا الجنسين في إدارة ومتابعة مشاريع البنية التحتية الحديثة. ويبدو أن هذا التوازن يعكس التوجهات الحديثة في بيئة العمل بالمملكة العربية السعودية والتي تركز على تمكين الكفاءات النسائية في القطاعات التقنية والهندسية؛ مما قد يؤدي إلى تنوع في أساليب الإشراف والمتابعة الميدانية للمشاريع. ويحتمل أن تتطابق وجهات النظر بين المجموعتين في القضايا الجوهرية كالحاجة إلى تقنيات الذكاء الاصطناعي وأنظمة الاستشعار؛ فالرغبة في تحسين الأداء ورفع كفاءة الطاقة تمثل قسماً مشتركاً يتجاوز الفروق الديموغرافية التقليدية؛ مما يسهل على الإدارة العليا صياغة سياسات موحدة ومقبولة من الجميع دون عوائق جندرية.

جدول 3: التحليل الإحصائي للجنس

الجنس					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
50.6	50.6	50.6	127	ذكر	Valid
100.0	49.4	49.4	124	أنثى	
	100.0	100.0	251	Total	



شكل توضيحي 2: التمثيل البياني للجنس

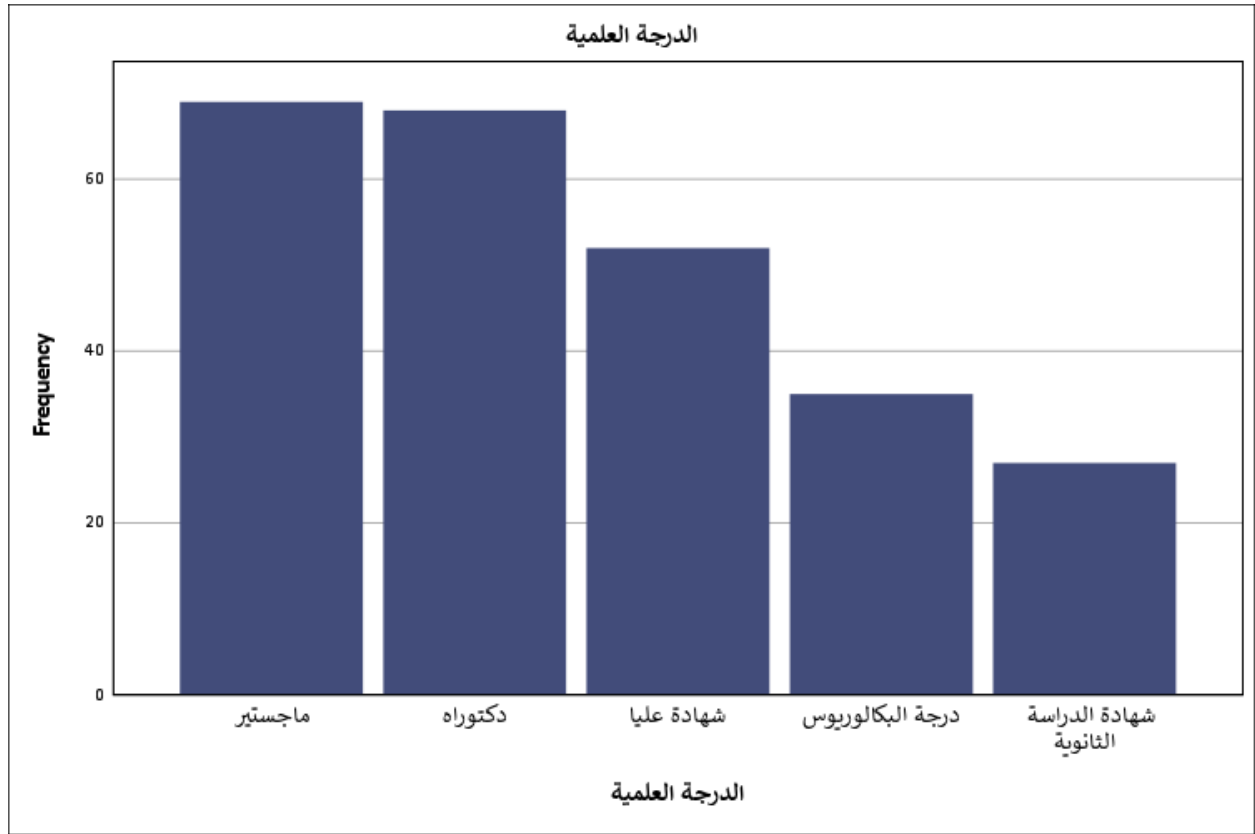
• الدرجة العلمية

تتوزع المستويات الأكاديمية للمستجيبين بطريقة تبرز غلبة المؤهلات العليا؛ حيث حاز حملة الماجستير على المرتبة الأولى بنسبة سبعة وعشرين فاصلة خمسة بالمائة وجاء بعدهم حملة الدكتوراه بنسبة سبعة وعشرين فاصلة واحد بالمائة؛ وهو ما يعني أن أكثر من نصف العينة يمتلكون خلفية بحثية وأكاديمية متقدمة. ويفيد هذا التميز العلمي في رفع كفاءة قراءة وتفسير البيانات الإحصائية الرقمية داخل المؤسسة؛ إذ إن التعامل مع مشاريع المدن الذكية يتطلب مهارات تحليلية متطورة وقدرة على فهم خوارزميات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء. وفي المقابل؛ شكل أصحاب الشهادات العليا والباكالوريوس والثانوية بقية النسب

بترتيب تنازلي؛ مما يضمن تمثيل الفئات التنفيذية والتشغيلية التي تتعامل مباشرة مع المعدات وأنظمة الاستشعار في الميدان. وقد يفسر هذا التنوع الأكاديمي التباين الملاحظ في بعض الإجابات؛ فحملة الدرجات العليا قد ينظرون للمسألة من أبعاد استراتيجية وتخطيطية بينما يركز الفنيون على الجوانب التطبيقية والمشكلات اليومية؛ مما يستوجب جسر الفجوة بين الفكر النظري والممارسة العملية لتحقيق الكفاءة المطلوبة.

جدول 4 : التحليل الإحصائي للدرجة العلمية

الدرجة العلمية					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
27.5	27.5	27.5	69	ماجستير	Valid
54.6	27.1	27.1	68	دكتوراه	
75.3	20.7	20.7	52	شهادة عليا	
89.2	13.9	13.9	35	درجة البكالوريوس	
100.0	10.8	10.8	27	شهادة الدراسة الثانوية	
	100.0	100.0	251	Total	



شكل توضيحي 3 : التمثيل البياني للدرجة العلمية

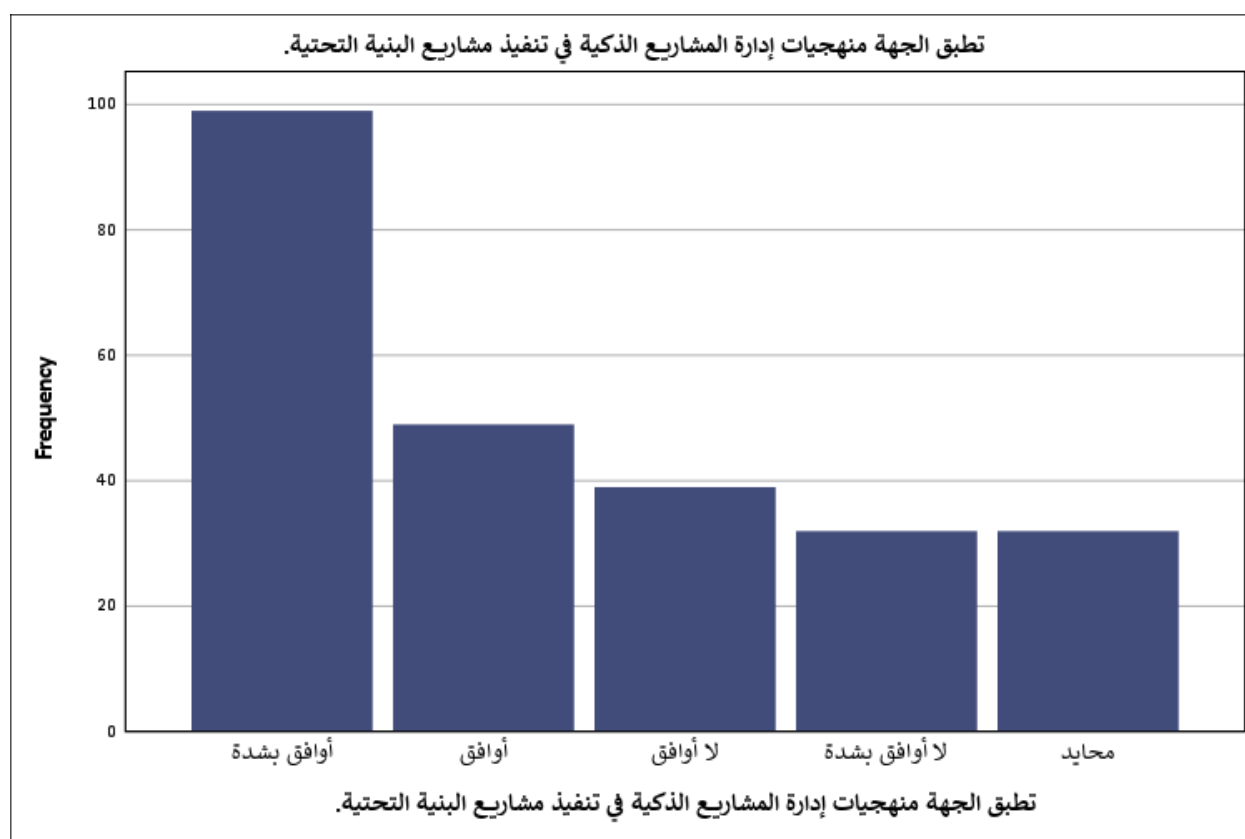
• تطبيق الجهة منهجيات إدارة المشاريع الذكية في تنفيذ مشاريع البنية التحتية.

يسجل هذا المحور ميلاً واضحاً نحو التأييد؛ حيث أفاد تسعة وثلاثون فاصلة أربعة بالمئة من المشاركين بموافقتهم الشديدة وانضم إليهم تسعة عشر فاصلة خمسة بالمئة بالموافقة العادية؛ مما يعكس وجود بيئة خصبة تتبنى المنهجيات الحديثة في إدارة المشاريع. ويؤثر هذا التوجه الإيجابي طردياً على سرعة تنفيذ وإنجاز البنية التحتية؛ إذ إن الإدارة الذكية تسهم في تقليص البيروقراطية وتسريع الدورة المستندية للمشاريع. وعلى الجانب الآخر؛ فإن وجود نسبة تقترب من ثمانية وعشرين بالمئة بين عدم الموافقة والرفض الشديد قد يشير إلى وجود تحديات حقيقية في التطبيق الكامل لهذه المنهجيات أو ربما يعزى ذلك لعدم شمولية التطبيق لكافة قطاعات المؤسسة؛ مما يترك انطباعاً بالتفاوت في نضج التجربة. ويبدو أن الفئة المحايدة البالغة اثني عشر فاصلة سبعة بالمئة تنتظر رؤية نتائج ملموسة على أرض الواقع لتحديد موقفها؛ مما يتطلب من القيادة إبراز نجاحات المشاريع الذكية الحالية وتعميم فوائدها لرفع مستويات القبول والالتزام التنظيمي بين الموظفين.

جدول 5 : التحليل الإحصائي لتطبيق الجهة منهجيات إدارة المشاريع الذكية في تنفيذ مشاريع البنية التحتية.

تطبيق الجهة منهجيات إدارة المشاريع الذكية في تنفيذ مشاريع البنية التحتية.

Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
39.4	39.4	39.4	99	أوافق بشدة	Valid
59.0	19.5	19.5	49	أوافق	
74.5	15.5	15.5	39	لا أوافق	
87.3	12.7	12.7	32	لا أوافق بشدة	
100.0	12.7	12.7	32	محايد	
	100.0	100.0	251	Total	



شكل توضيحي 4 : التمثيل البياني لتطبيق الجهة منهجيات إدارة المشاريع الذكية في تنفيذ مشاريع البنية التحتية.

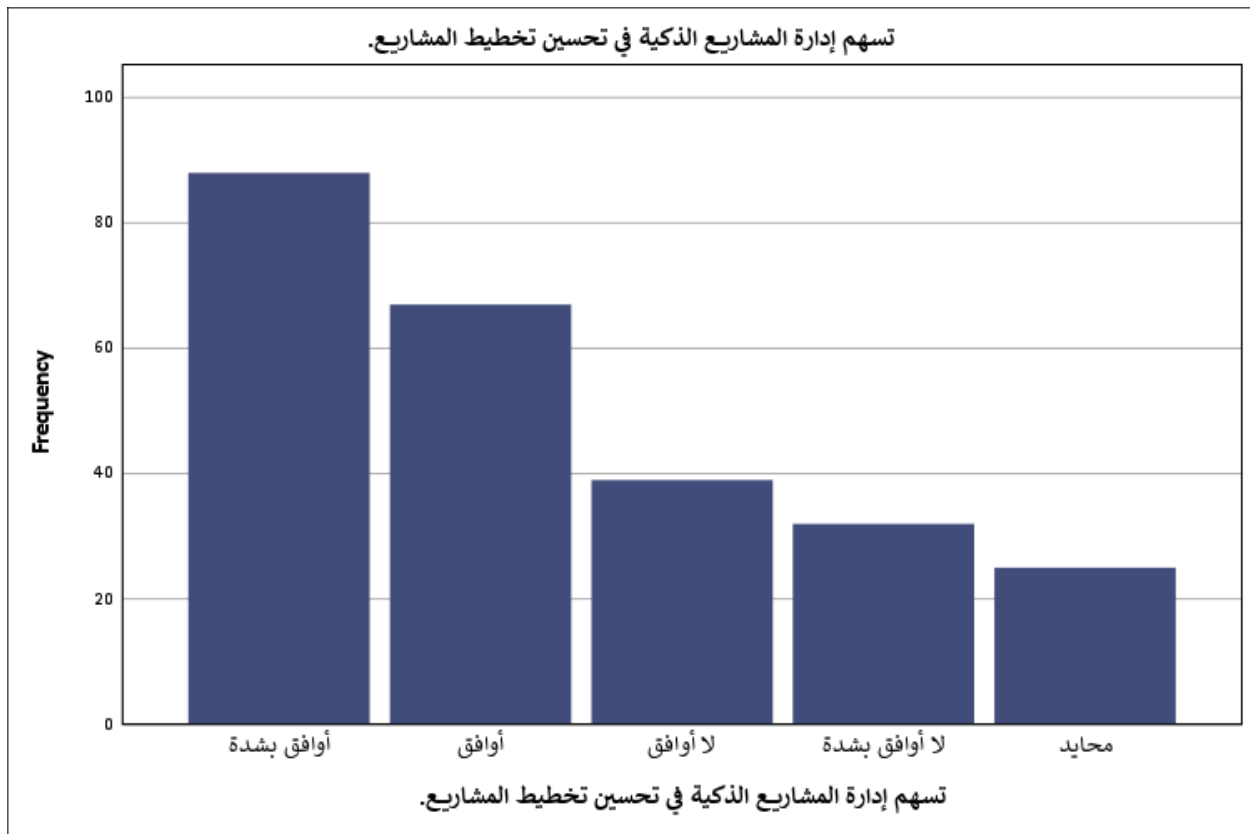
• تسهم إدارة المشاريع الذكية في تحسين تخطيط المشاريع.

تتجه آراء العينة بقوة نحو تأكيد الدور المحوري للأنظمة الذكية في مرحلة التخطيط؛ إذ بلغت نسبة الموافقة الإجمالية بشقها أكثر من واحد وستين بالمائة بواقع خمسة وثلاثين فاصلة واحد بالمائة للموافقة الشديدة وستة وعشرين فاصلة سبعة بالمائة

للموافقة العادية. ويسهم هذا الاعتقاد السائد في تحسين دقة التنبؤ بالاحتياجات المستقبلية وتفادي الأخطاء الكلاسيكية في جدولة المشاريع؛ مما يوفر الهدر المالي والزمني قبل البدء الفعلي في التنفيذ. ورغم هذا التأييد؛ يلاحظ أن هناك شريحة تبلغ حوالي ثمانية وعشرين بالمئة عبرت عن عدم رضاها؛ ولعل ذلك يرجع لتجارب سابقة لم تكن فيها البرمجيات الذكية مرنة كافية للاستجابة للتغيرات المفاجئة أو لضعف تأهيل الكوادر على أدوات التخطيط الحديثة. ويحتمل أن يكون الحياد البالغ عشرة بالمئة ناتجاً عن عدم الانخراط المباشر في العمليات التخطيطية؛ مما يستدعي إشراك شرائح أوسع من الموظفين في ورش العمل التشاورية لبناء خطط أكثر واقعية وقابلية للتطبيق.

جدول 6 : التحليل الإحصائي لمساهمة إدارة المشاريع الذكية في تحسين تخطيط المشاريع.

تسهم إدارة المشاريع الذكية في تحسين تخطيط المشاريع.					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
35.1	35.1	35.1	88	أوافق بشدة	Valid
61.8	26.7	26.7	67	أوافق	
77.3	15.5	15.5	39	لا أوافق	
90.0	12.7	12.7	32	لا أوافق بشدة	
100.0	10.0	10.0	25	محايد	
	100.0	100.0	251	Total	



شكل توضيحي 5: التمثيل البياني لمساهمة إدارة المشاريع الذكية في تحسين تخطيط المشاريع.

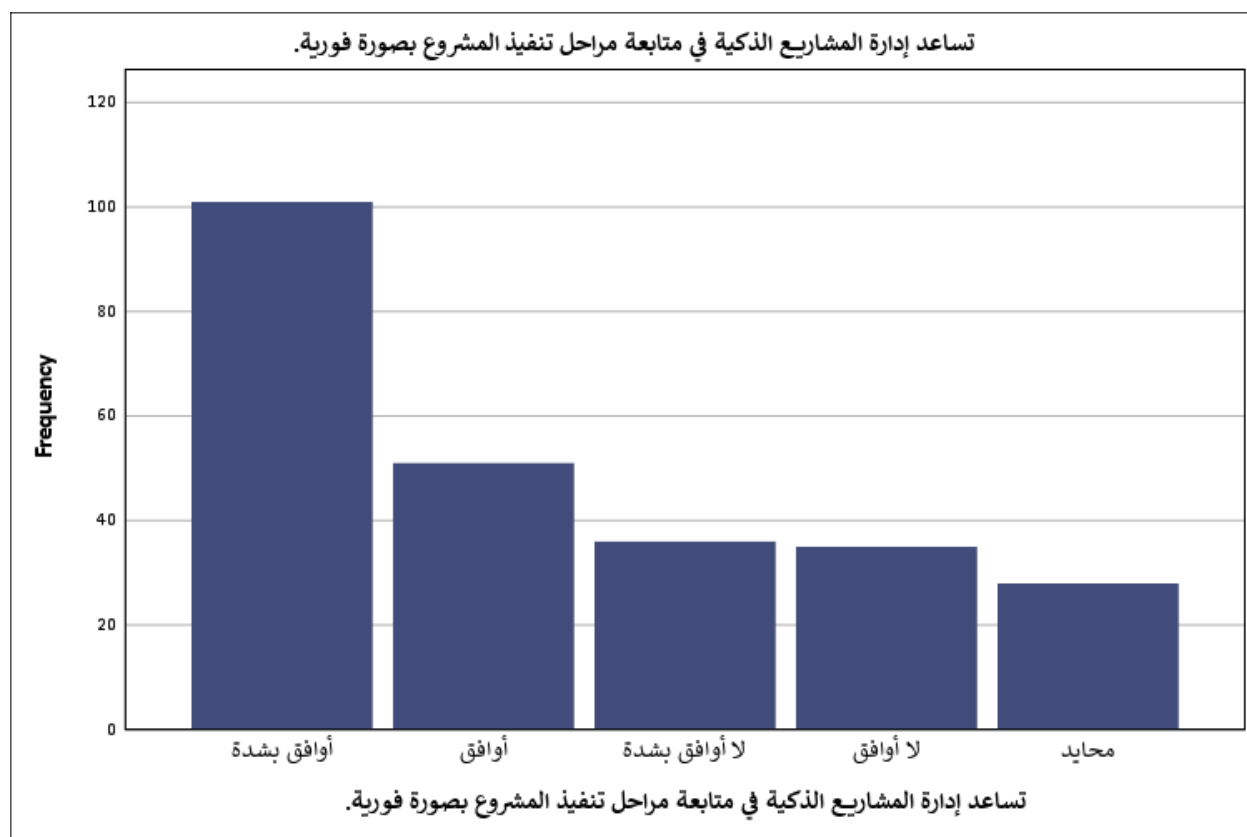
- تساعد إدارة المشاريع الذكية في متابعة مراحل تنفيذ المشروع بصورة فورية.

يحظى خيار المتابعة الفورية بدعم كبير من مجتمع الدراسة؛ حيث وافق بشدة أربعون اثنان بالمئة ووافق عشرون فاصلة ثلاثة بالمئة؛ مما يعطي مؤشراً قوياً على أن التدفق اللحظي للمعلومات أصبح ركيزة أساسية في العمليات التشغيلية للمؤسسة. وتنعكس هذه الفورية إيجاباً على سرعة اتخاذ القرارات التصحيحية عند حدوث أي انحراف عن المسار المخطط له؛ مما يمنع تفاقم المشكلات التشغيلية في مشاريع البنية التحتية الحساسة. ومع ذلك؛ فإن وقوف قرابة ثمانية وعشرين بالمئة في خندق المعارضة يستوجب التوقف؛ إذ قد يعبر ذلك عن وجود فجوات تقنية في شبكات الاتصال أو تأخر في تحديث البيانات من قبل الفرق الميدانية؛ مما يفقد المتابعة الفورية قيمتها الحقيقية. وربما تشير نسبة الحياد البالغة أحد عشر فاصلة اثنان بالمئة إلى أن المنصات الرقمية المستخدمة قد لا تكون متاحة لجميع المستويات الإدارية؛ مما يتطلب توسيع صلاحيات الوصول لضمان شفافية المعلومات وانسيابيتها بين مختلف فرق العمل.

جدول 7: التحليل الإحصائي لمساعدة إدارة المشاريع الذكية في متابعة مراحل تنفيذ المشروع بصورة فورية.

تساعد إدارة المشاريع الذكية في متابعة مراحل تنفيذ المشروع بصورة فورية.

Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
40.2	40.2	40.2	101	أوافق بشدة	Valid
60.6	20.3	20.3	51	أوافق	
74.9	14.3	14.3	36	لا أوافق بشدة	
88.8	13.9	13.9	35	لا أوافق	
100.0	11.2	11.2	28	محايد	
	100.0	100.0	251	Total	



شكل توضيحي 6 : التمثيل البياني لمساعدة إدارة المشاريع الذكية في متابعة مراحل تنفيذ المشروع بصورة فورية.

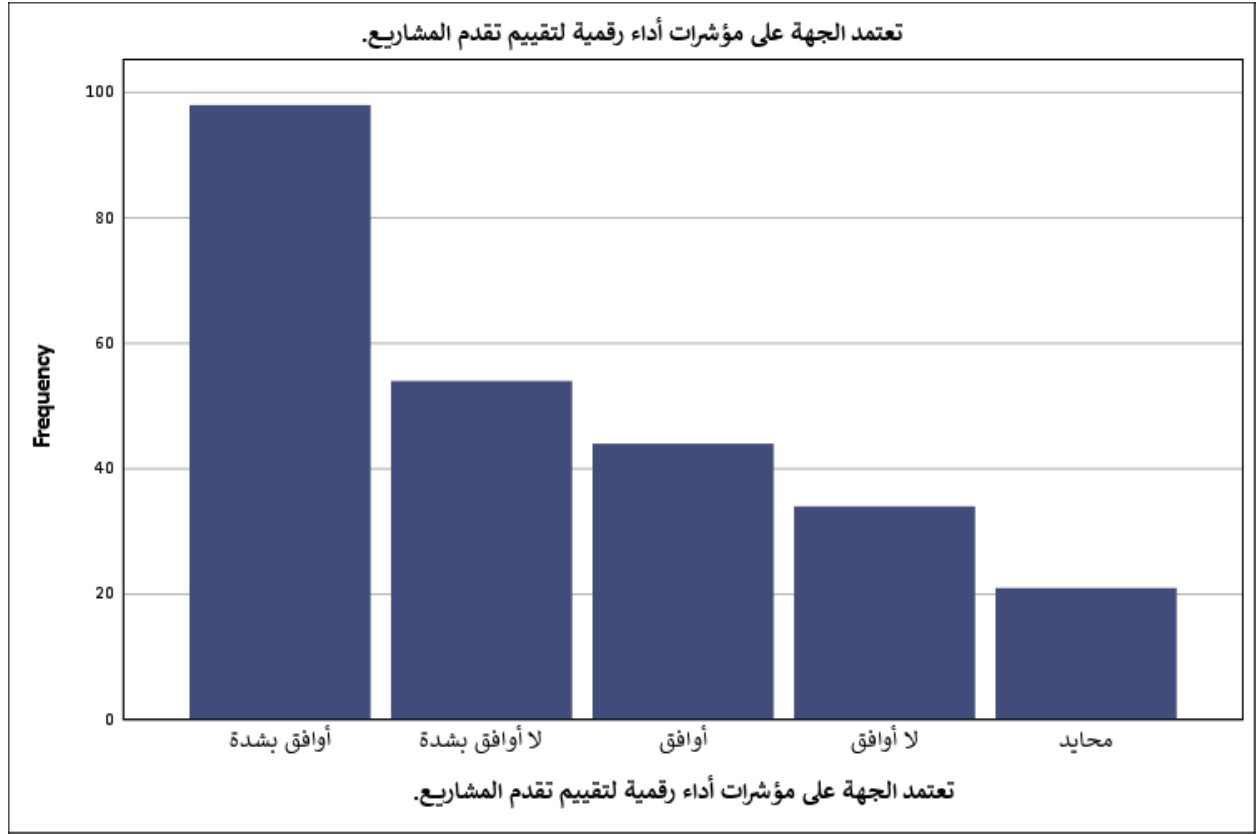
- تعتمد الجهة على مؤشرات أداء رقمية لتقييم تقدم المشاريع.

تكشف الأرقام عن حالة من الانقسام الواضح في الآراء حول هذا المحور؛ فبينما وافق بشدة تسعة وثلاثون بالمئة ووافق سبعة عشر فاصلة خمسة بالمئة؛ نجد أن نسبة الرفض الشديد قفزت إلى واحد وعشرين فاصلة خمسة بالمئة والرفض العادي إلى

ثلاثة عشر فاصلة خمسة بالمئة. ويشير هذا التباين الحاد إلى احتمالية وجود نظام تقييم مزدوج داخل المنظمة؛ حيث تعتمد بعض الإدارات كلياً على المؤشرات الرقمية المؤتمتة بينما لا تزال إدارات أخرى تسيّر وفق التقييمات التقليدية أو الوصفية. ويؤثر هذا التشتت سلباً على عدالة التقييم العام للمشاريع وقد يؤدي إلى تضارب في التقارير المرفوعة للقيادة العليا حول نسب الإنجاز الفعلية. ويبدو أن نسبة الحياد البالغة ثمانية فاصلة أربعة بالمئة تعكس فئة قد لا تخضع لمؤشرات أداء واضحة؛ مما يحتم على المؤسسة الإسراع في توحيد معايير القياس الرقمية وتعميمها على كافة المستويات لضمان الشفافية والموضوعية.

جدول 8: التحليل الإحصائي لاعتماد الجهة على مؤشرات أداء رقمية لتقييم تقدم المشاريع.

تعتمد الجهة على مؤشرات أداء رقمية لتقييم تقدم المشاريع.					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
39.0	39.0	39.0	98	أوافق بشدة	Valid
60.6	21.5	21.5	54	لا أوافق بشدة	
78.1	17.5	17.5	44	أوافق	
91.6	13.5	13.5	34	لا أوافق	
100.0	8.4	8.4	21	محايد	
	100.0	100.0	251	Total	



شكل توضيحي 7 : التمثيل البياني لاعتماد الجهة على مؤشرات أداء رقمية لتقييم تقدم المشاريع.

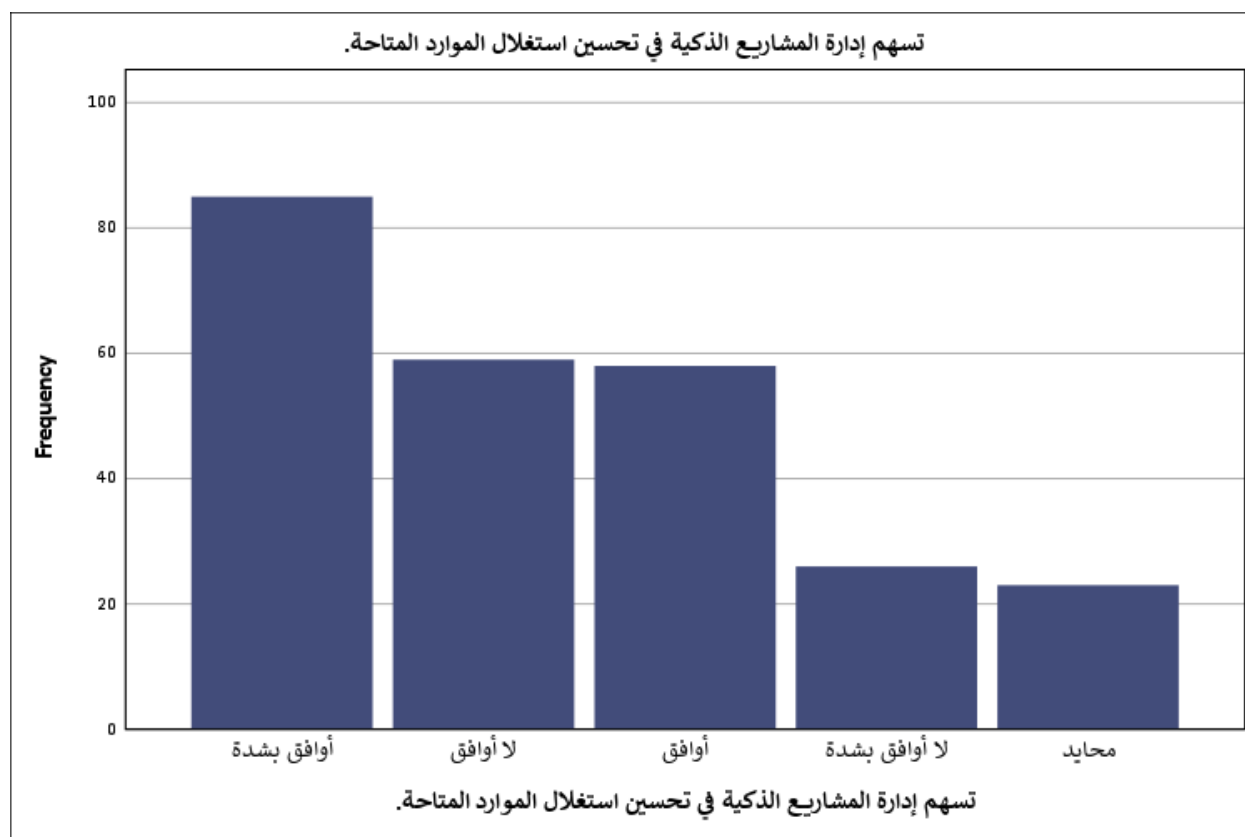
• تسهم إدارة المشاريع الذكية في تحسين استغلال الموارد المتاحة.

يظهر التحليل ميلاً نسبياً نحو الموافقة؛ حيث بلغت نسبة التأييد الشديد ثلاثة وثلاثين فاصلة تسعة بالمئة والموافقة العادية ثلاثة وعشرين فاصلة واحد بالمئة؛ مما يعني أن غالبية العينة تلمس دوراً إيجابياً للتقنيات في ترشيد الإنفاق وتوزيع الموارد البشرية والمادية بكفاءة. وينعكس هذا الأمر على خفض التكاليف التشغيلية الإجمالية وزيادة الإنتاجية في مشاريع المدن الذكية. ولكن في المقابل؛ فإن النسبة المرتفعة لعدم الموافقة البالغة ثلاثة وعشرين فاصلة خمسة بالمئة تمثل جرس إنذار قد يعود لسوء تخصيص بعض الموارد أو لوجود هدر لم تنجح الأنظمة الذكية في كبحه نتيجة لتدخلات بشرية أو لعدم دقة البيانات المدخلة. ويحتمل أن يكون الحياد البالغ تسعة فاصلة اثنين بالمئة ناجماً عن غياب التقارير الدورية التي توضح للموظفين حجم الوفر المحقق؛ مما يتطلب تعزيز قنوات التواصل الداخلي لعرض الإنجازات الرقمية بشكل دوري ومبسط.

جدول 9 : التحليل الإحصائي لمساهمة إدارة المشاريع الذكية في تحسين استغلال الموارد المتاحة.

تسهم إدارة المشاريع الذكية في تحسين استغلال الموارد المتاحة.				
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency	

33.9	33.9	33.9	85	أوافق بشدة	Valid
57.4	23.5	23.5	59	لا أوافق	
80.5	23.1	23.1	58	أوافق	
90.8	10.4	10.4	26	لا أوافق بشدة	
100.0	9.2	9.2	23	محايد	
	100.0	100.0	251	Total	



شكل توضيحي 8 : التمثيل البياني لمساهمة إدارة المشاريع الذكية في تحسين استغلال الموارد المتاحة.

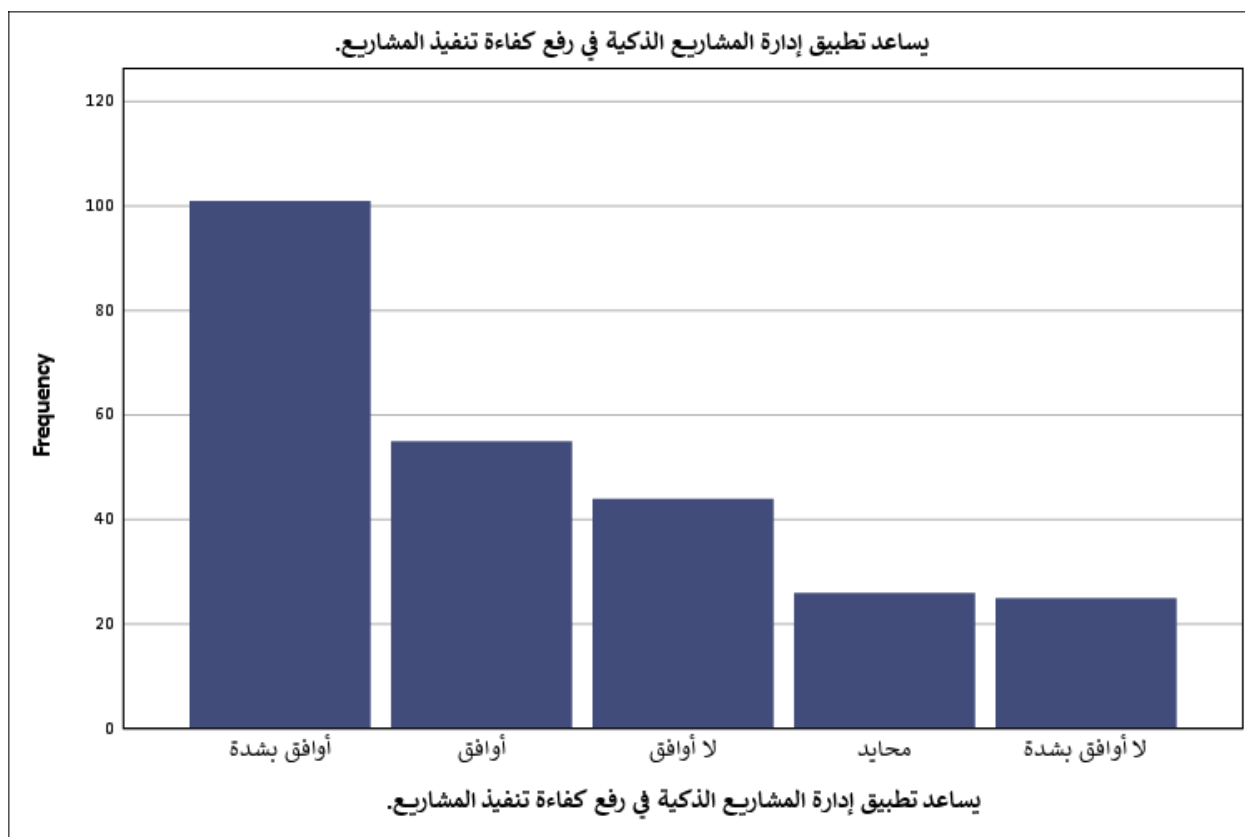
• يساعد تطبيق إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة تنفيذ المشاريع.

أبدى المشاركون توافقاً جيداً حول هذا المتغير؛ إذ وصلت نسبة الموافقة الشديدة إلى أربعين فاصلة اثنين بالمئة والموافقة العادية إلى واحد وعشرين فاصلة تسعة بالمئة؛ مما يؤكد الثقة العالية في أن التحول الرقمي وإدارة المشاريع بذكاء يقودان حتماً إلى جودة أعلى في المخرجات النهائية. وتسهم هذه القناعة في تحفيز الموظفين على تبني الأدوات الجديدة والمشاركة الفعالة في إنجاحها؛ مما يرفع من كفاءة التشغيل الفعلي للبنية التحتية. وعلى النقيض من ذلك؛ فإن وجود نسبة رفض إجمالية تقارب سبعة وعشرين

فاصلة خمسة بالمئة قد يفسر بوجود معوقات بيروقراطية أو تقنية تعطل الاستفادة الكاملة من هذه الأنظمة؛ مما يجعل بعض الموظفين يرون فيها عبئاً إضافياً بدلاً من كونها أداة مساعدة. وتشير نسبة الحياد البالغة عشرة فاصلة أربعة بالمئة إلى أهمية تكثيف البرامج التدريبية لنقل المترددين إلى مربع التأييد الفعال.

جدول 10 : التحليل الإحصائي لمساعدة تطبيق إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة تنفيذ المشاريع.

يساعد تطبيق إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة تنفيذ المشاريع.					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
40.2	40.2	40.2	101	أوافق بشدة	Valid
62.2	21.9	21.9	55	أوافق	
79.7	17.5	17.5	44	لا أوافق	
90.0	10.4	10.4	26	محايد	
100.0	10.0	10.0	25	لا أوافق بشدة	
	100.0	100.0	251	Total	



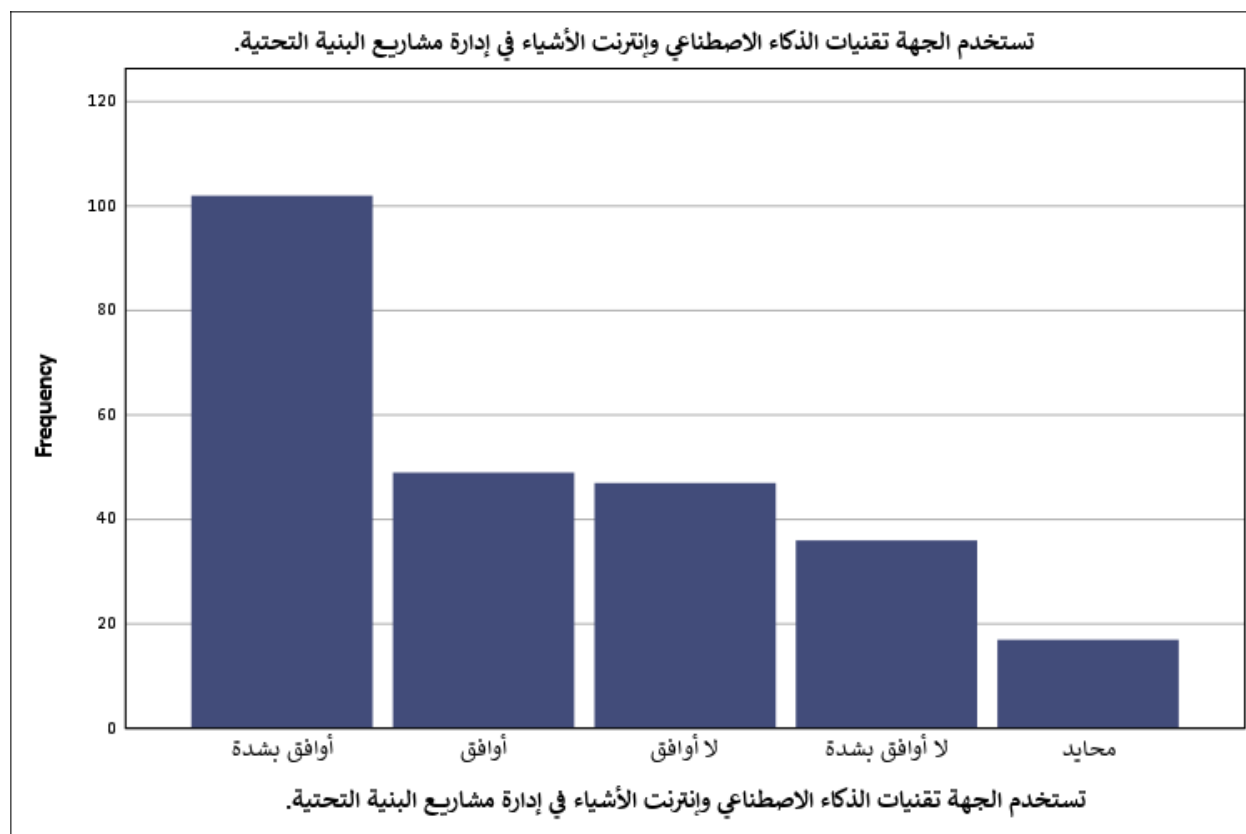
شكل توضيحي 9 : التمثيل البياني لمساعدة تطبيق إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة تنفيذ المشاريع.

- تستخدم الجهة تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في إدارة مشاريع البنية التحتية.

تعكس النتائج تفاوتاً ملحوظاً بتبني التقنيات المتقدمة؛ حيث وافق بشدة أربعون فاصلة ستة بالمئة ووافق تسعة عشر فاصلة خمسة بالمئة؛ مما يدل على أن المنظمة خطت خطوات جادة نحو دمج تقنيات الثورة الصناعية الرابعة في عملياتها الأساسية. ويساعد هذا التوجه التكنولوجي في أتمتة الكثير من المهام المعقدة وتقليل نسبة الخطأ البشري في إدارة المرافق الحيوية. ورغم ذلك؛ فإن نسبة عدم الموافقة الإجمالية التي تخطت ثلاثة وثلاثين بالمئة توضح أن هذه التقنيات قد تكون محصورة في مشاريع ريادية معينة ولم تتحول بعد إلى ممارسة قياسية شاملة لجميع قطاعات البنية التحتية. ويبدو أن نسبة الحياد المنخفضة البالغة ستة فاصلة ثمانية بالمئة تشير إلى أن الموظفين لديهم تصورات واضحة ومواقف محددة تجاه هذا التحول؛ مما يتطلب خطة استراتيجية واضحة لتوسيع نطاق الاعتماد على الذكاء الاصطناعي بشكل مدروس ومستدام.

جدول 11 : التحليل الإحصائي لاستخدام الجهة تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في إدارة مشاريع البنية التحتية.

تستخدم الجهة تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في إدارة مشاريع البنية التحتية.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	102	40.6	40.6	40.6	Valid
أوافق	49	19.5	19.5	60.2	
لا أوافق	47	18.7	18.7	78.9	
لا أوافق بشدة	36	14.3	14.3	93.2	
محايد	17	6.8	6.8	100.0	
Total	251	100.0	100.0		



شكل توضيحي 10 : التمثيل البياني لاستخدام الجهة تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في إدارة مشاريع البنية التحتية.

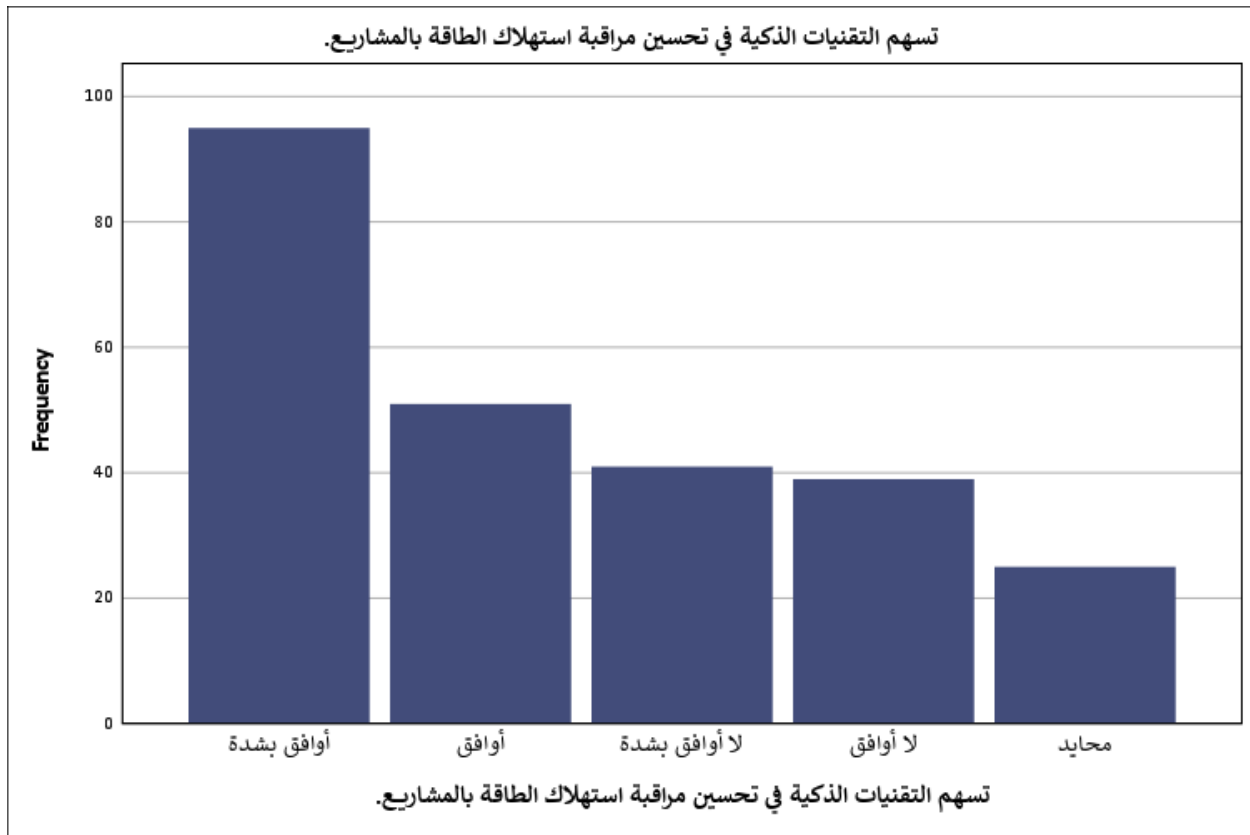
• تسهم التقنيات الذكية في تحسين مراقبة استهلاك الطاقة بالمشاريع.

يبين التوزيع التكراري أن خيار الموافقة الشديدة حاز على سبعة وثلاثين فاصلة ثمانية بالمئة والموافقة العادية على عشرين فاصلة ثلاثة بالمئة؛ مما يعطي انطباعاً إيجابياً بأن الأنظمة الذكية تلعب دوراً ملموساً في رصد وتتبع الأنماط المختلفة لاستهلاك الطاقة في المشاريع الحالية. ويؤدي هذا الرصد الدقيق إلى تمكين الإدارة من وضع خطط ترشيد مبنية على حقائق وأرقام واضحة؛ مما يدعم الاستدامة البيئية والمالية للمؤسسة. وفي المقابل؛ فإن وجود معارضة تصل إلى قرابة اثنين وثلاثين بالمئة يشير ربما إلى أن أدوات المراقبة ليست بالكفاءة المطلوبة أو أن التقارير الصادرة عنها لا يتم استغلالها بشكل فعال في اتخاذ القرارات التصحيحية. ويحتمل أن يكون الحياد البالغ عشرة بالمئة ناتجاً عن عدم اختصاص هذه الفئة بملف الطاقة؛ مما يستوجب نشر ثقافة الترشيح الرقمي بين كافة العاملين لزيادة الوعي الجماعي بأهمية هذه التقنيات.

جدول 12 : التحليل الإحصائي لمساهمة التقنيات الذكية في تحسين مراقبة استهلاك الطاقة بالمشاريع.

تسهم التقنيات الذكية في تحسين مراقبة استهلاك الطاقة بالمشاريع.				
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency	

37.8	37.8	37.8	95	أوافق بشدة	Valid
58.2	20.3	20.3	51	أوافق	
74.5	16.3	16.3	41	لا أوافق بشدة	
90.0	15.5	15.5	39	لا أوافق	
100.0	10.0	10.0	25	محايد	
	100.0	100.0	251	Total	



شكل توضيحي 11 : التمثيل البياني لمساهمة التقنيات الذكية في تحسين مراقبة استهلاك الطاقة بالمشاريع.

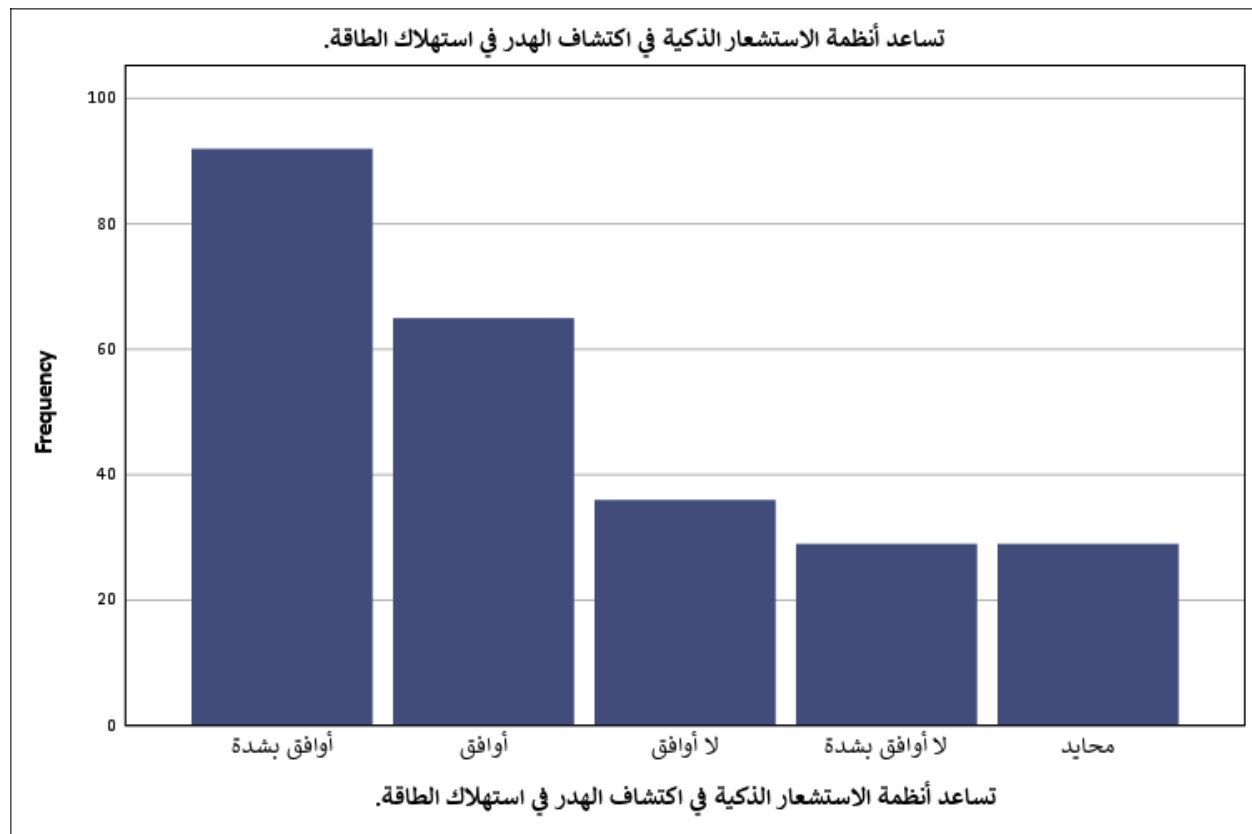
• تساعد أنظمة الاستشعار الذكية في اكتشاف الهدر في استهلاك الطاقة.

حظي هذا المحور بتأييد واسع؛ حيث وافق بشدة ستة وثلاثون فاصلة سبعة بالمئة ووافق خمسة وعشرون فاصلة تسعة بالمئة؛ مما يعكس قناعة راسخة بأهمية المستشعرات في تحديد مكان الخلل والتسريبات أو الاستخدام غير المبرر للطاقة في المرافق المختلفة. وتسهم هذه التقنية في تقديم حلول فورية للمشكلات التشغيلية؛ مما يقلل من الفاقد المالي ويحسن من كفاءة الشبكات الذكية بشكل عام. ورغم هذا القبول؛ فإن نسبة عدم الموافقة البالغة حوالي ستة وعشرين بالمئة تفتح الباب لتساؤلات

حول مدى دقة هذه المستشعرات أو احتمالية تعرضها لأعطال متكررة تقلل من موثوقيتها لدى المهندسين في الميدان. وتشير نسبة الحياد البالغة أحد عشر فاصلة ستة بالمئة إلى ضرورة تقديم أدلة عملية ونماذج نجاح واقعية تثبت العائد الاستثماري لتطبيق هذه الأنظمة الذكية لتبديد أي شكوك متبقية.

جدول 13 : التحليل الإحصائي لمساعدة أنظمة الاستشعار الذكية في اكتشاف الهدر في استهلاك الطاقة.

تساعد أنظمة الاستشعار الذكية في اكتشاف الهدر في استهلاك الطاقة.					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
36.7	36.7	36.7	92	أوافق بشدة	Valid
62.5	25.9	25.9	65	أوافق	
76.9	14.3	14.3	36	لا أوافق	
88.4	11.6	11.6	29	لا أوافق بشدة	
100.0	11.6	11.6	29	محايد	
	100.0	100.0	251	Total	



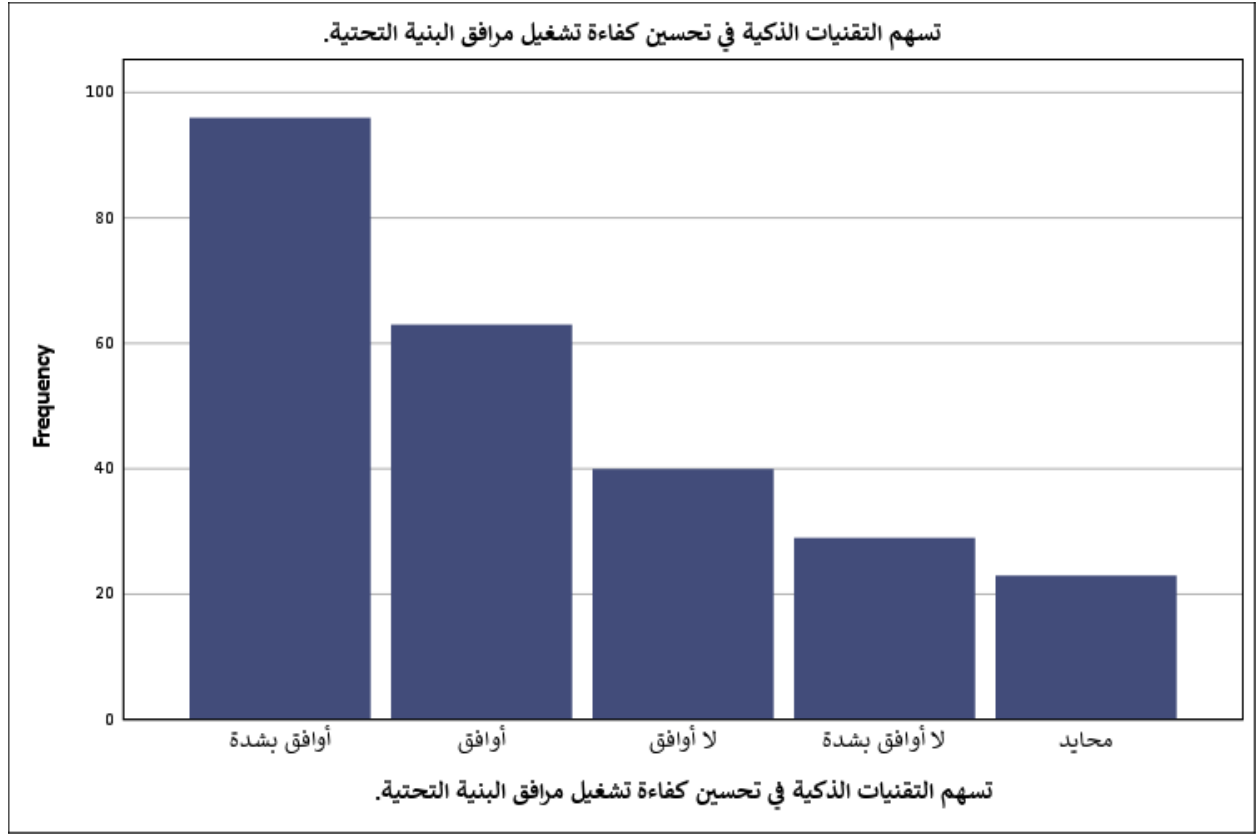
شكل توضيحي 12 : التمثيل البياني لمساعدة أنظمة الاستشعار الذكية في اكتشاف الهدر في استهلاك الطاقة.

• تسهم التقنيات الذكية في تحسين كفاءة تشغيل مرافق البنية التحتية.

تظهر الاستجابات دعماً مستمراً للتحويل الرقمي؛ إذ بلغت نسبة الموافقة الشديدة ثمانية وثلاثين فاصلة اثنين بالمئة والموافقة العادية خمسة وعشرين فاصلة واحد بالمئة؛ مما يؤكد أن الاستثمار في التكنولوجيا الذكية يترجم مباشرة إلى تحسينات ملموسة في الأداء التشغيلي اليومي للمرافق والخدمات. ويساعد هذا التوافق في تعزيز جودة الحياة في المدن الذكية وتقليل تكاليف الصيانة الدورية بفضل أنظمة التنبؤ بالأعطال. ولكن على الصعيد الآخر؛ فإن معارضة قرابة سبعة وعشرين بالمئة من العينة تعني وجود تحديات تشغيلية قد تتعلق بصعوبة دمج الأنظمة الجديدة مع البنية التحتية القديمة أو بمقاومة التغيير من قبل بعض الكوادر التشغيلية. ويحتمل أن يكون الحياد البالغ تسعة فاصلة اثنين بالمئة تعبيراً عن الترقب لمخرجات المشاريع القائمة؛ مما يتطلب مزيداً من الشفافية في عرض مؤشرات النجاح التشغيلي.

جدول 14 : التحليل الإحصائي لمساهمة التقنيات الذكية في تحسين كفاءة تشغيل مرافق البنية التحتية.

تسهم التقنيات الذكية في تحسين كفاءة تشغيل مرافق البنية التحتية.					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
38.2	38.2	38.2	96	أوافق بشدة	Valid
63.3	25.1	25.1	63	أوافق	
79.3	15.9	15.9	40	لا أوافق	
90.8	11.6	11.6	29	لا أوافق بشدة	
100.0	9.2	9.2	23	محايد	
	100.0	100.0	251	Total	



شكل توضيحي 13 : التمثيل البياني لمساهمة التقنيات الذكية في تحسين كفاءة تشغيل مرافق البنية التحتية.

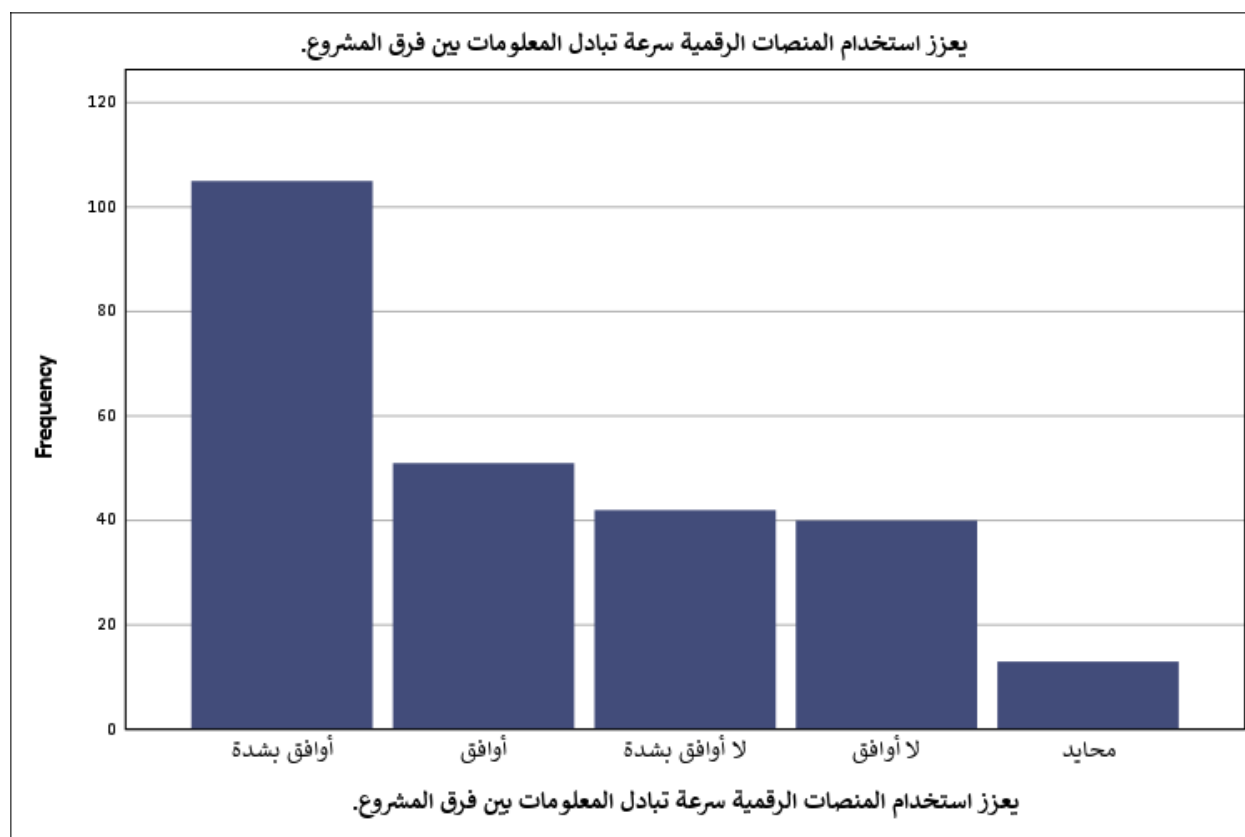
• يعزز استخدام المنصات الرقمية سرعة تبادل المعلومات بين فرق المشروع.

سجلت هذه العبارة أعلى نسب الموافقة الشديدة في الدراسة بواقع واحد وأربعين فاصلة ثمانية بالمئة وانضم إليها عشرون فاصلة ثلاثة بالمئة بالموافقة؛ مما يثبت نجاح المنصات الرقمية في كسر الحواجز الاتصالية التقليدية وتسهيل التنسيق الفوري بين مختلف التخصصات والفرق الميدانية والمكتبية. ويسهم هذا التدفق السلس للمعلومات في تقليص زمن الاستجابة للمشكلات وتفادي التعارض في القرارات الهندسية. ومع ذلك؛ فإن وقوف حوالي اثنين وثلاثين بالمئة في جانب عدم الموافقة يمثل نسبة حرجة قد تعود لتعقد واجهات المستخدم في بعض البرمجيات المعتمدة أو لضعف البنية التحتية لشبكات الاتصال في المواقع النائية. ويبدو أن نسبة الحياد المنخفضة للغاية البالغة خمسة فاصلة اثنين بالمئة تؤكد الأهمية البالغة ملف الاتصال الرقمي؛ مما يفرض على الإدارة تحديث الأدوات البرمجية وجعلها أكثر مرونة وسهولة في الاستخدام.

جدول 15 : التحليل الإحصائي لتعزيز استخدام المنصات الرقمية سرعة تبادل المعلومات بين فرق المشروع.

يعزز استخدام المنصات الرقمية سرعة تبادل المعلومات بين فرق المشروع.				
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency	

41.8	41.8	41.8	105	أوافق بشدة	Valid
62.2	20.3	20.3	51	أوافق	
78.9	16.7	16.7	42	لا أوافق بشدة	
94.8	15.9	15.9	40	لا أوافق	
100.0	5.2	5.2	13	محايد	
	100.0	100.0	251	Total	



شكل توضيحي 14 : التمثيل البياني لتعزيز استخدام المنصات الرقمية سرعة تبادل المعلومات بين فرق المشروع.

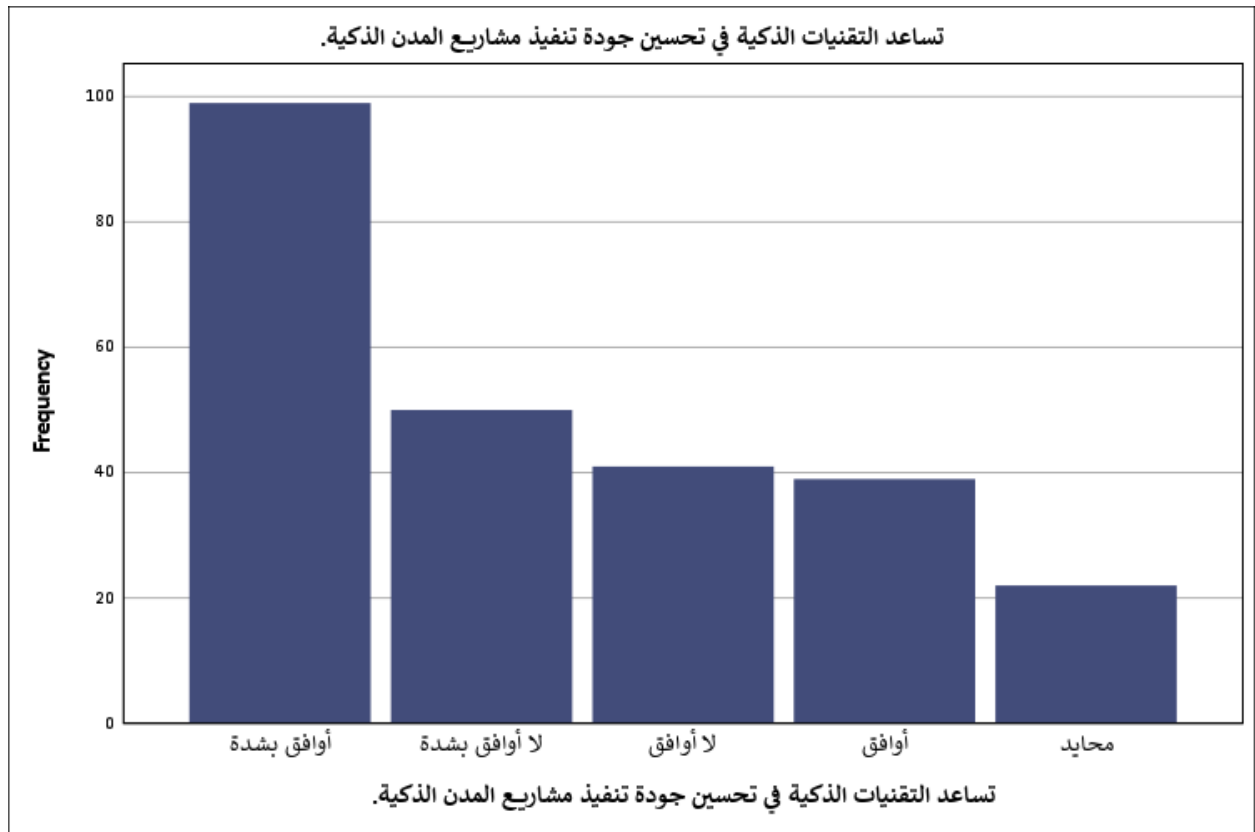
• تساعد التقنيات الذكية في تحسين جودة تنفيذ مشاريع المدن الذكية.

يتضح من البيانات وجود تأييد قوي؛ حيث وافق بشدة تسعة وثلاثون فاصلة أربعة بالمئة ووافق خمسة عشر فاصلة خمسة بالمئة؛ مما يربط بشكل وثيق بين استخدام التكنولوجيا المتقدمة والوصول إلى مستويات جودة عالمية في تنفيذ المشاريع الحضرية الحديثة. ويؤثر هذا الإيمان بأهمية التقنية في رفع معايير التسليم وتقليل العيوب الإنشائية والتشغيلية. ورغم ذلك؛ فإن قفز نسبة الرفض الشديد إلى تسعة عشر فاصلة تسعة بالمئة والرفض العادي إلى ستة عشر فاصلة ثلاثة بالمئة يظهر فجوة كبيرة

قد تعزى لعدم التزام بعض المقاولين بتطبيق المعايير الذكية أو لضعف آليات الرقابة الرقمية من قبل الجهة المالكة للمشروع. ويحتمل أن يكون الحياد البالغ ثمانية فاصلة ثمانية بالمئة ناتجاً عن تفاوت مستويات الجودة المحققة فعلياً بين مشروع وآخر؛ مما يوجب وضع ميثاق جودة رقمي موحد ومُلزم لجميع الأطراف المعنية.

جدول 16 : التحليل الإحصائي لمساعدة التقنيات الذكية في تحسين جودة تنفيذ مشاريع المدن الذكية.

تساعد التقنيات الذكية في تحسين جودة تنفيذ مشاريع المدن الذكية.					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
39.4	39.4	39.4	99	أوافق بشدة	Valid
59.4	19.9	19.9	50	لا أوافق بشدة	
75.7	16.3	16.3	41	لا أوافق	
91.2	15.5	15.5	39	أوافق	
100.0	8.8	8.8	22	محايد	
	100.0	100.0	251	Total	



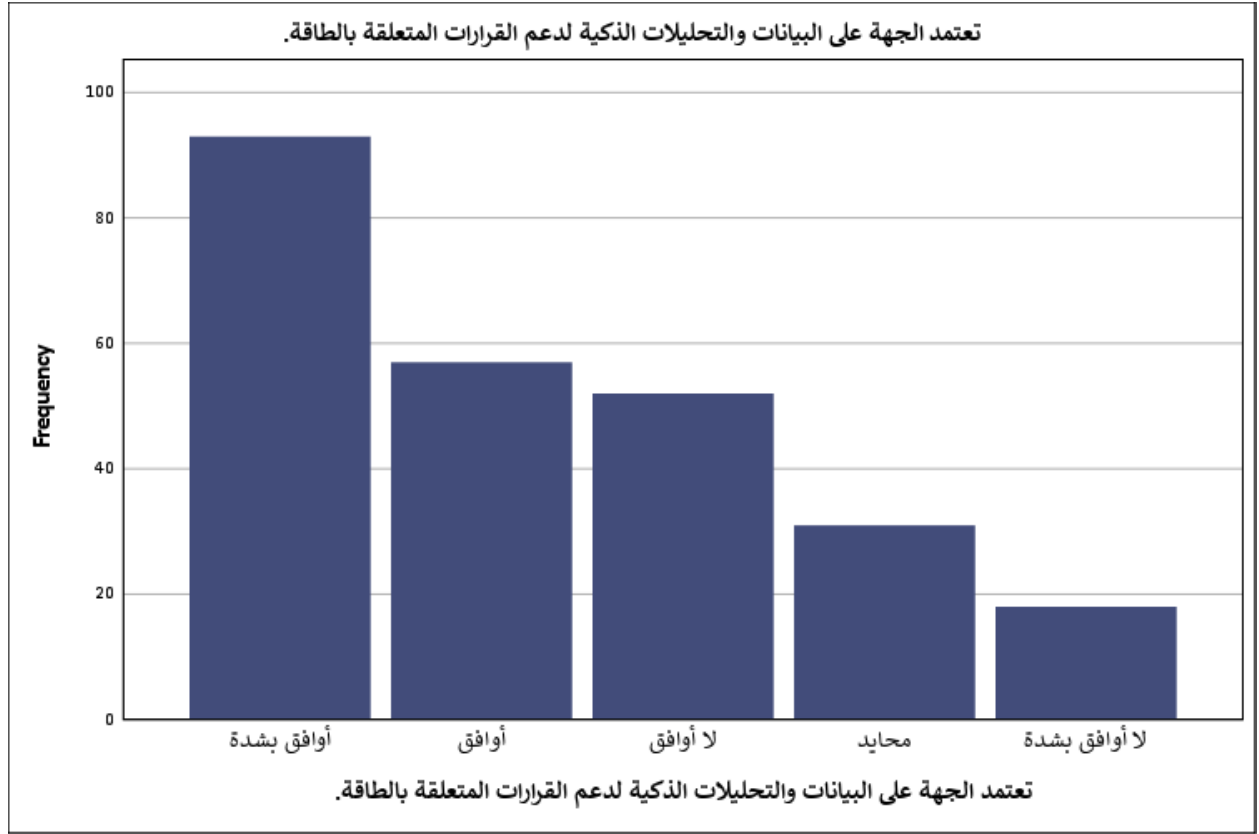
شكل توضيحي 15 : التمثيل البياني لمساعدة التقنيات الذكية في تحسين جودة تنفيذ مشاريع المدن الذكية.

• تعتمد الجهة على البيانات والتحليلات الذكية لدعم القرارات المتعلقة بالطاقة.

يميل التوجه العام نحو الإيجابية؛ حيث بلغت نسبة الموافقة الشديدة واحد وثلاثين فاصلة واحد بالمئة والموافقة العادية اثنين وعشرين فاصلة سبعة بالمئة؛ مما يشير إلى بدء تشكل ثقافة مؤسسية تعتمد على البيانات الضخمة وتحليلاتها في صياغة استراتيجيات الطاقة بعيداً عن الاجتهادات الشخصية. ويساعد هذا النهج العلمي في اتخاذ قرارات استباقية تسهم في استقرار الشبكات وتخفيض الأحمال في أوقات الذروة. ولكن وجود معارضة تصل إلى قرابة ثمانية وعشرين بالمئة يوضح أن صانعي القرار قد يواجهون أحياناً نقصاً في البيانات الدقيقة أو صعوبة في قراءة التحليلات المعقدة؛ مما يدفعهم للعودة للأساليب التقليدية. ويحتمل أن يكون الحياد المرتفع نسبياً البالغ اثني عشر فاصلة أربعة بالمئة معبراً عن فئة من القيادات المتوسطة التي لم تفعل الأدوات التحليلية في إدارتها بعد؛ مما يتطلب برامج تأهيلية متخصصة في تحليل البيانات لدعم اتخاذ القرار.

جدول 17 : التحليل الإحصائي لاعتماد الجهة على البيانات والتحليلات الذكية لدعم القرارات المتعلقة بالطاقة.

تعتمد الجهة على البيانات والتحليلات الذكية لدعم القرارات المتعلقة بالطاقة.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	93	37.1	37.1	37.1	Valid
أوافق	57	22.7	22.7	59.8	
لا أوافق	52	20.7	20.7	80.5	
محايد	31	12.4	12.4	92.8	
لا أوافق بشدة	18	7.2	7.2	100.0	
Total	251	100.0	100.0		



شكل توضيحي 16 : التمثيل البياني لاعتماد الجهة على البيانات والتحليلات الذكية لدعم القرارات المتعلقة بالطاقة.

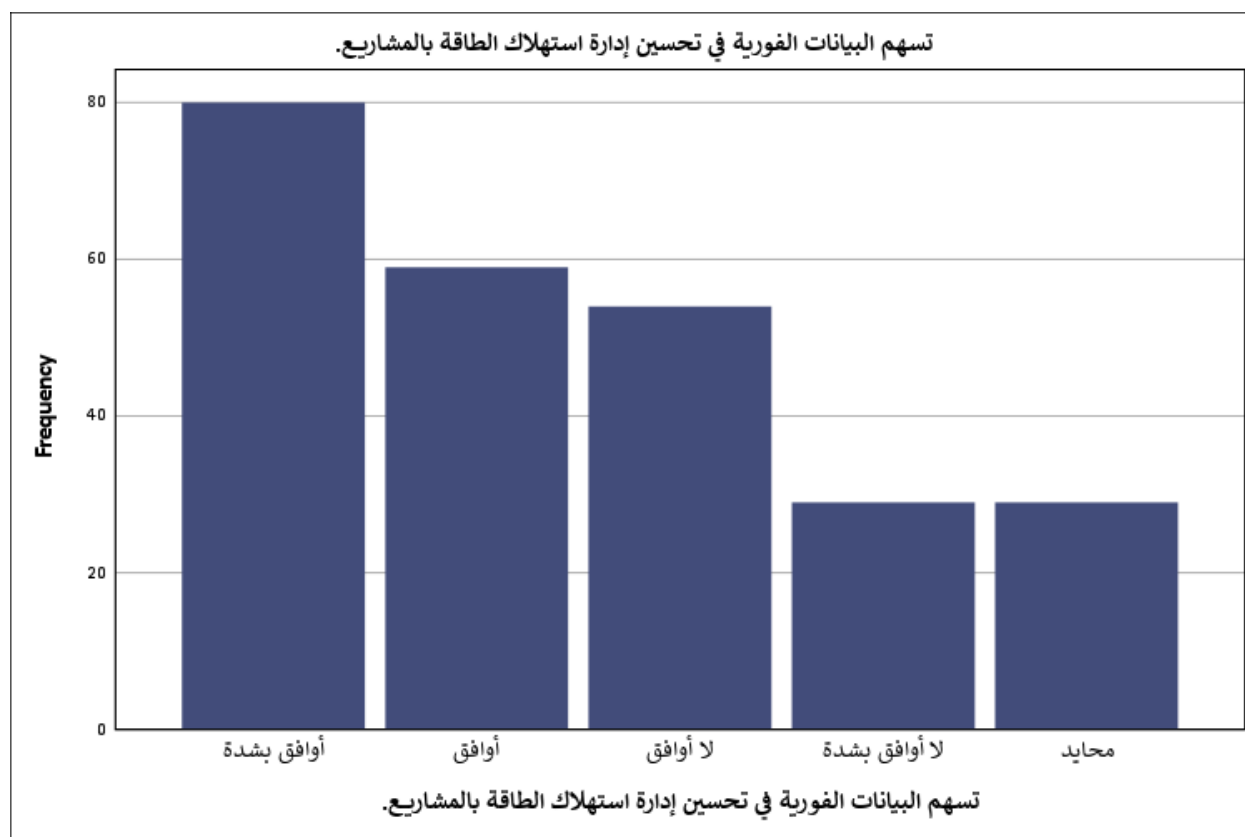
• تسهم البيانات الفورية في تحسين إدارة استهلاك الطاقة بالمشاريع.

تظهر المؤشرات تأييداً معتدلاً؛ حيث وافق بشدة واحد وثلاثون فاصلة تسعة بالمئة ووافق ثلاثة وعشرون فاصلة خمسة بالمئة؛ مما يعزز الفكرة القائلة بأن توفر المعلومة في وقتها الحقيقي يمنح مديري المشاريع القدرة على التدخل الفوري لتعديل مسارات الاستهلاك والحد من أي هدر غير مبرر في وقته. ويؤثر هذا الأمر بشكل مباشر على خفض الفواتير التشغيلية وتحسين الكفاءة العامة للمشروع. وفي المقابل؛ فإن نسبة عدم الموافقة الإجمالية البالغة ثلاثة وثلاثين فاصلة واحد بالمئة تعد مرتفعة؛ ولعل ذلك يعود لعدم توفر البنية البرمجية التي تحول هذه البيانات الفورية إلى لوحات تحكم سهلة القراءة والتطبيق؛ مما يجعل البيانات عبئاً معرفياً دون فائدة عملية واضحة. وتشير نسبة الحياد البالغة أحد عشر فاصلة ستة بالمئة إلى ضرورة تطوير أنظمة المراقبة لتصبح أكثر تفاعلية وقدرة على تقديم توصيات آلية للمشغلين.

جدول 18 : التحليل الإحصائي لمساهمة البيانات الفورية في تحسين إدارة استهلاك الطاقة بالمشاريع.

تسهم البيانات الفورية في تحسين إدارة استهلاك الطاقة بالمشاريع.				
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency	

31.9	31.9	31.9	80	أوافق بشدة	Valid
55.4	23.5	23.5	59	أوافق	
76.9	21.5	21.5	54	لا أوافق	
88.4	11.6	11.6	29	لا أوافق بشدة	
100.0	11.6	11.6	29	محايد	
	100.0	100.0	251	Total	



شكل توضيحي 17 : التمثيل البياني لمساهمة البيانات الفورية في تحسين إدارة استهلاك الطاقة بالمشاريع.

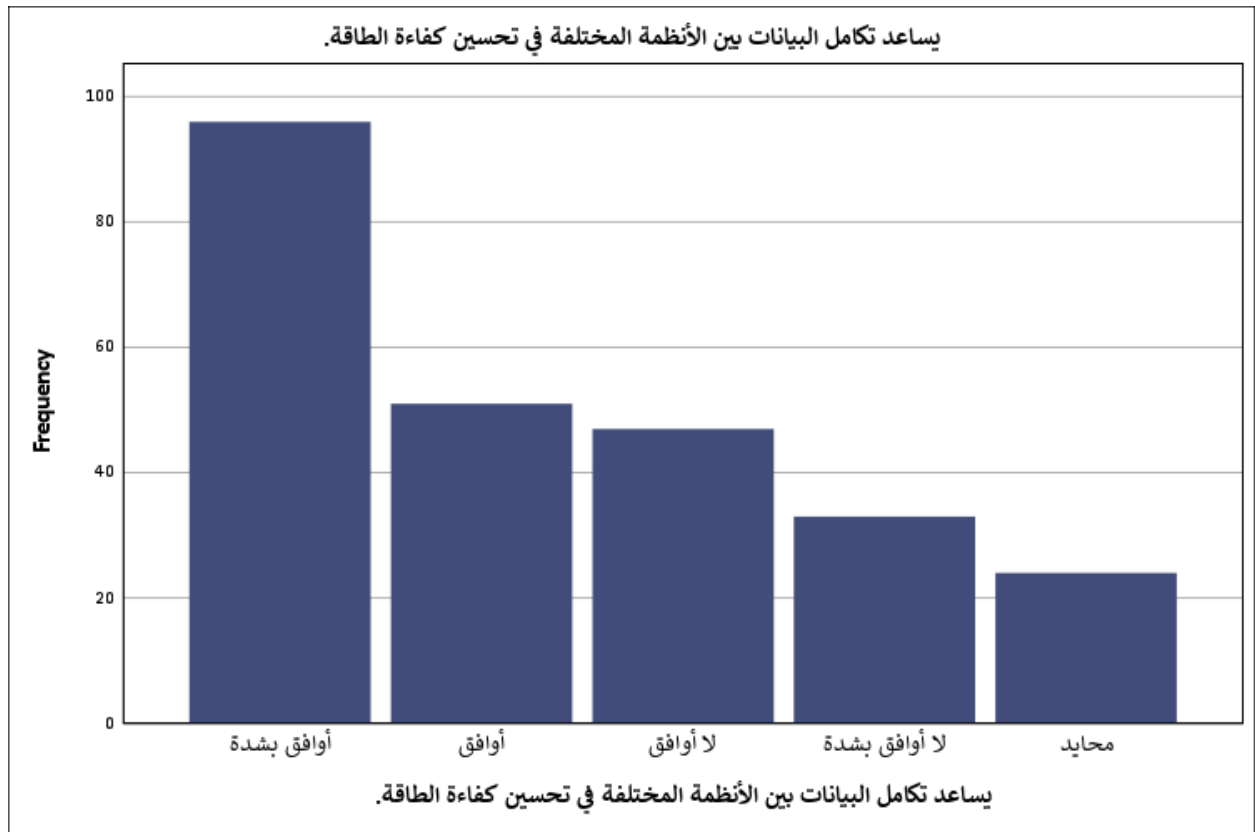
• يساعد تكامل البيانات بين الأنظمة المختلفة في تحسين كفاءة الطاقة.

يعبر مجتمع الدراسة عن موافقة واضحة حول أهمية الربط بين الأنظمة؛ إذ بلغت نسبة الموافقة الشديدة ثمانية وثلاثين فاصلة اثنين بالمئة والموافقة العادية عشرين فاصلة ثلاثة بالمئة؛ مما يؤكد الوعي بأنه لا يمكن تحقيق كفاءة حقيقية للطاقة دون وجود نسيج معلوماتي مترابط يجمع بين بيانات التشغيل والصيانة والطقس والاستهلاك في منصة واحدة. ويسهم هذا التكامل في أتمتة عمليات الترشيح بناءً على قراءات متقاطعة ومتعددة المصادر. ورغم ذلك؛ فإن وقوف قرابة اثنين وثلاثين بالمئة في صف المعارضة

يظهر وجود جزر معلوماتية معزولة داخل المؤسسة؛ حيث ترفض بعض الإدارات أو تعجز تقنياً عن مشاركة بياناتها مع الأنظمة الأخرى نتيجة لاختلاف البرمجيات أو لاعتبارات السرية؛ مما يضيع فرصاً كبيرة للتحسين المستمر ويتطلب فرض معايير توافقية موحدة.

جدول 19 : التحليل الإحصائي لمساعدة تكامل البيانات بين الأنظمة المختلفة في تحسين كفاءة الطاقة.

يساعد تكامل البيانات بين الأنظمة المختلفة في تحسين كفاءة الطاقة.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	96	38.2	38.2	38.2	Valid
أوافق	51	20.3	20.3	58.6	
لا أوافق	47	18.7	18.7	77.3	
لا أوافق بشدة	33	13.1	13.1	90.4	
محايد	24	9.6	9.6	100.0	
Total	251	100.0	100.0		



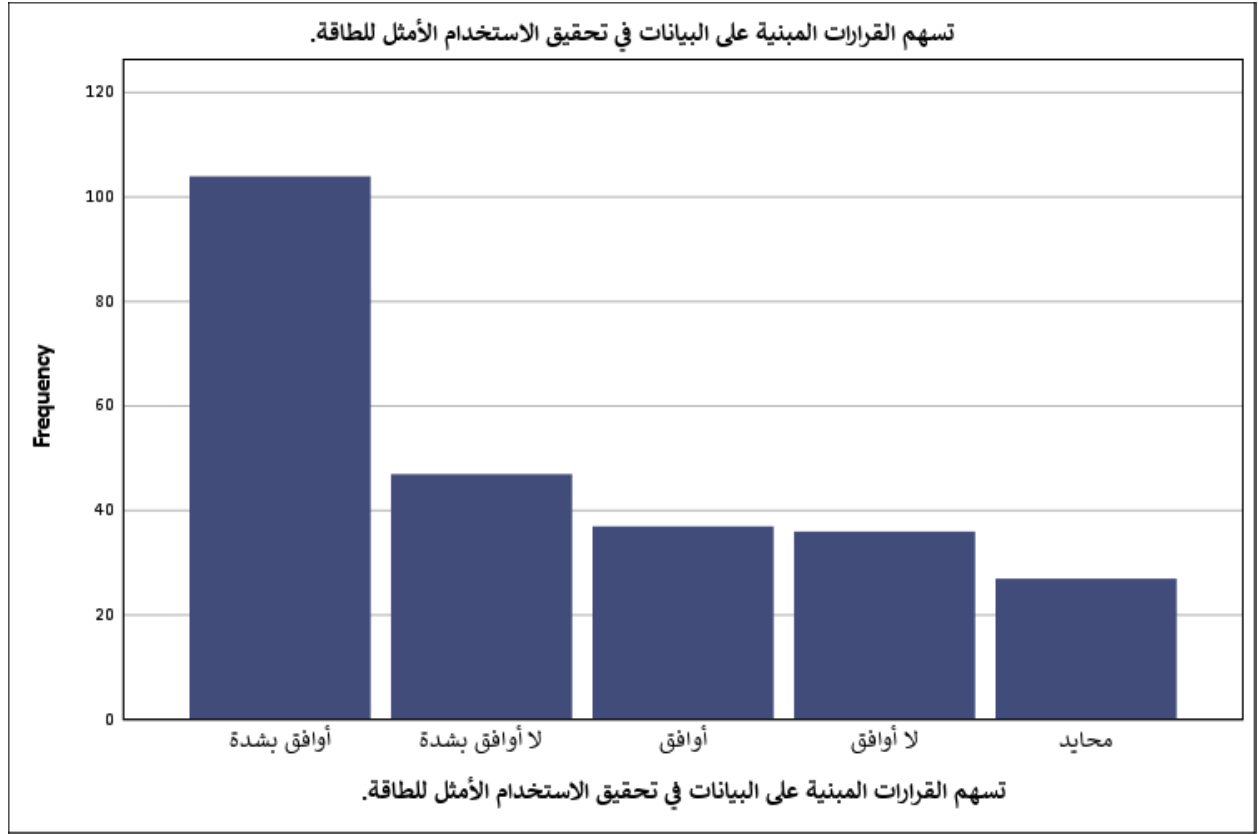
شكل توضيحي 18 : التمثيل البياني لمساعدة تكامل البيانات بين الأنظمة المختلفة في تحسين كفاءة الطاقة.

• تسهم القرارات المبنية على البيانات في تحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة.

يسجل هذا المحور موافقة شديدة بلغت واحد وأربعين فاصلة أربعة بالمئة وموافقة عادية بنسبة أربعة عشر فاصلة سبعة بالمئة؛ مما يضيف مصداقية كبيرة على التوجه نحو حوكمة قطاع الطاقة رقمياً والاعتماد على الذكاء الاصطناعي في توجيه الموارد نحو الاستخدامات الأكثر إنتاجية. ويساعد هذا الدعم في تسريع وتيرة التحول الرقمي الشامل في مشاريع البنية التحتية. ومع ذلك؛ فإن الرفض الشديد البالغ ثمانية عشر فاصلة سبعة بالمئة والرفض العادي البالغ أربعة عشر فاصلة ثلاثة بالمئة يعكس مخاوف حقيقية من الاعتماد المفرط على الخوارزميات؛ والتي قد تغفل أحياناً الجوانب الإنسانية أو الظروف الميدانية الاستثنائية التي تتطلب حساً بشرياً لم يستطع الذكاء الاصطناعي محاكاته بعد. ويبدو أن الحياد البالغ عشرة فاصلة أربعة بالمئة يتطلب توثيق قصص النجاح الرقمية لإقناع المترددين بجدوى القرارات المؤتمتة.

جدول 20 : التحليل الإحصائي لمساهمة القرارات المبنية على البيانات في تحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة.

تسهم القرارات المبنية على البيانات في تحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة.					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
41.4	41.4	41.4	104	أوافق بشدة	Valid
60.2	18.7	18.7	47	لا أوافق بشدة	
74.9	14.7	14.7	37	أوافق	
89.2	14.3	14.3	36	لا أوافق	
100.0	10.8	10.8	27	محايد	
	100.0	100.0	251	Total	

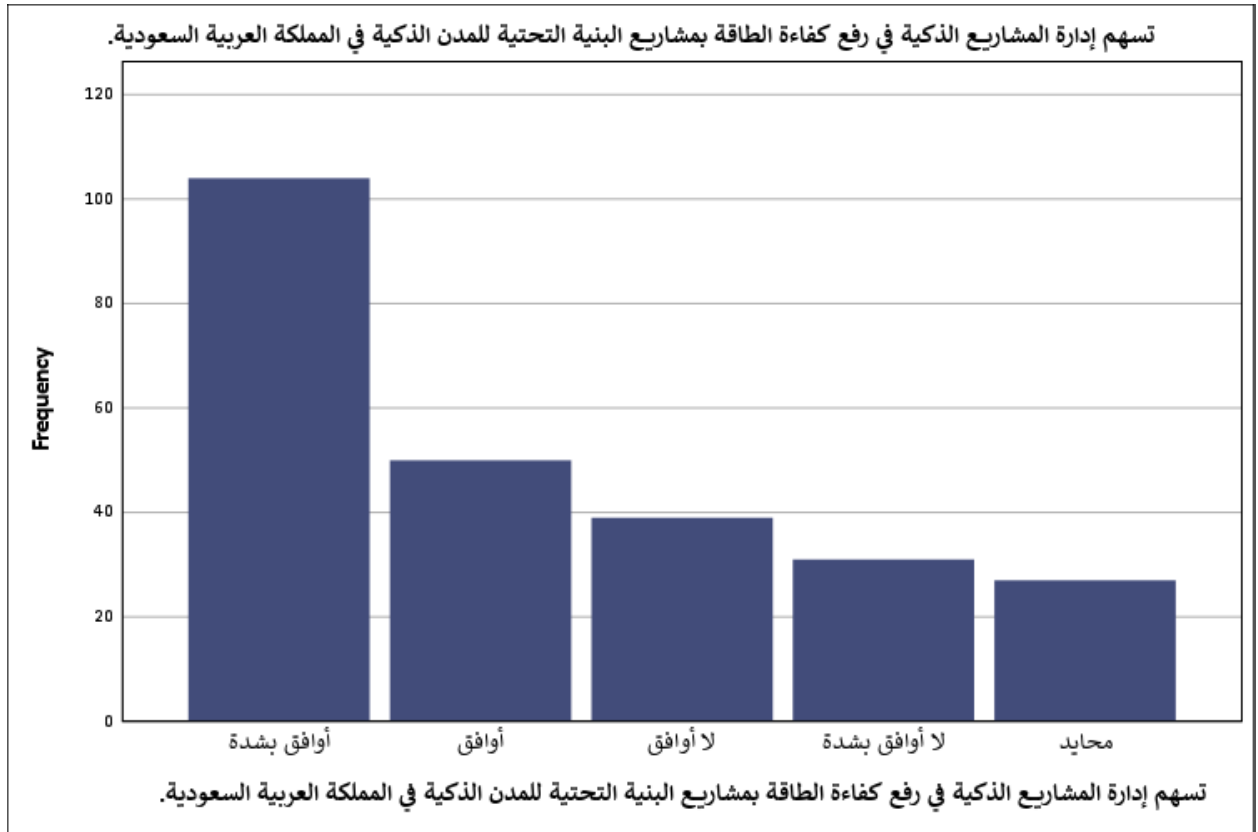


شكل توضيحي 19 : التمثيل البياني لمساهمة القرارات المبنية على البيانات في تحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة.

- تسهم إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية. تختتم العبارات الميدانية بتأييد قوي يربط بين المتغير المستقل والتابع في البيئة السعودية؛ حيث وافق بشدة واحد وأربعين فاصلة أربعة بالمئة ووافق تسعة عشر فاصلة تسعة بالمئة؛ مما يعطي دلالة واضحة على أن الرؤية الاستراتيجية للمملكة في بناء مدن ذكية ومستدامة تجد صدى تطبيقياً حقيقياً وقناعة راسخة بين الممارسين في الميدان. وتسهم هذه النتيجة الإيجابية في تعزيز الجهود الوطنية الرامية لخفض الانبعاثات الكربونية وترشيد استهلاك الموارد الطبيعية وفق رؤية المملكة الطموحة. ورغم هذا النجاح؛ فإن وجود معارضة إجمالية تقارب ثمانية وعشرين بالمئة يوضح أن هناك تحديات جغرافية أو تنظيمية قد تواجه بعض المناطق أو المشاريع في تطبيق هذه المعايير بذات الكفاءة؛ مما يحتمل معه الحاجة إلى مراجعة دورية للخطط التشغيلية وتطوير أدلة إرشادية تتناسب مع خصوصية كل مشروع لضمان تحقيق الأهداف الاستراتيجية الشاملة.

جدول 21 : التحليل الإحصائي لمساهمة إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية.

تسهم إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	104	41.4	41.4	41.4	Valid
أوافق	50	19.9	19.9	61.4	
لا أوافق	39	15.5	15.5	76.9	
لا أوافق بشدة	31	12.4	12.4	89.2	
محايد	27	10.8	10.8	100.0	
Total	251	100.0	100.0		



شكل توضيحي 20 : التمثيل البياني لمساهمة إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية.

• اختبار المصداقية والموثوقية

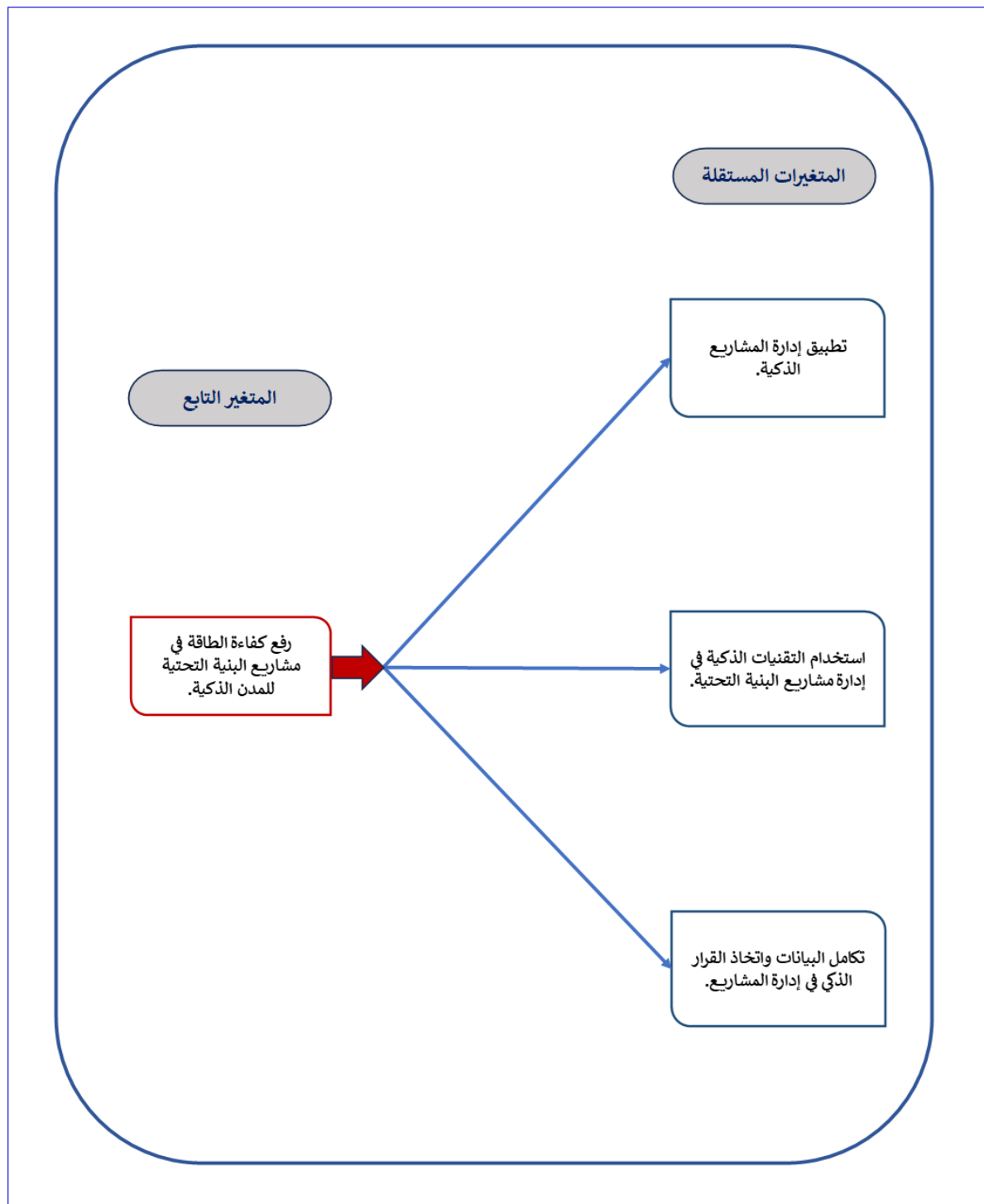
- تظهر نتائج تحليل الثبات استقراراً إحصائياً رفيع المستوى؛ حيث بلغت قيمة معامل ألفا كرونباخ تسعة مئة وأربعة عشر من الألف لعينة كاملة بلغت مئتان وواحد وخمسون فرداً دون استبعاد أي حالة تشغيلية؛ وهو ما يتجاوز بكثير الحد الأدنى المقبول في البحوث الأكاديمية والمقدر عادة بسبعة أعشار. وتمنح هذه القيمة المرتفعة دلالة احتمالية قوية على اتساق العبارات العشرين المكونة لأداة الدراسة وصلاحياتها العالية لقياس الظواهر المستهدفة؛ مما يعني أن إعادة تطبيق هذا الاستبيان في ظروف مماثلة سيعطي نفس النتائج تقريباً. ويعكس هذا الثبات المتميز الدقة في صياغة العبارات وفهم المشاركين الواضح للمصطلحات التقنية المستخدمة؛ مما يعزز من موثوقية القرارات الإدارية والتوصيات الاستراتيجية المبنية على هذه البيانات؛ ويؤكد أن الاستجابات لم تكن عشوائية بل ناتجة عن وعي حقيقي وخبرة ميدانية في قطاع مشاريع البنية التحتية والمدن الذكية.

جدول 22 : ملخص التحليلات الإحصائية

Case Processing Summary			
%	N		
100.0	251	Valid	Cases
.0	0	Excluded ^a	
100.0	251	Total	
a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.			

جدول 23 : اختبار الثبات والموثوقية

Reliability Statistics	
N of Items	Cronbach's Alpha
20	.914



شكل توضيحي 21: متغيرات الدراسة التابعة والمستقلة

• تحليل الجداول المتقاطعة لمتغيرات الدراسة:

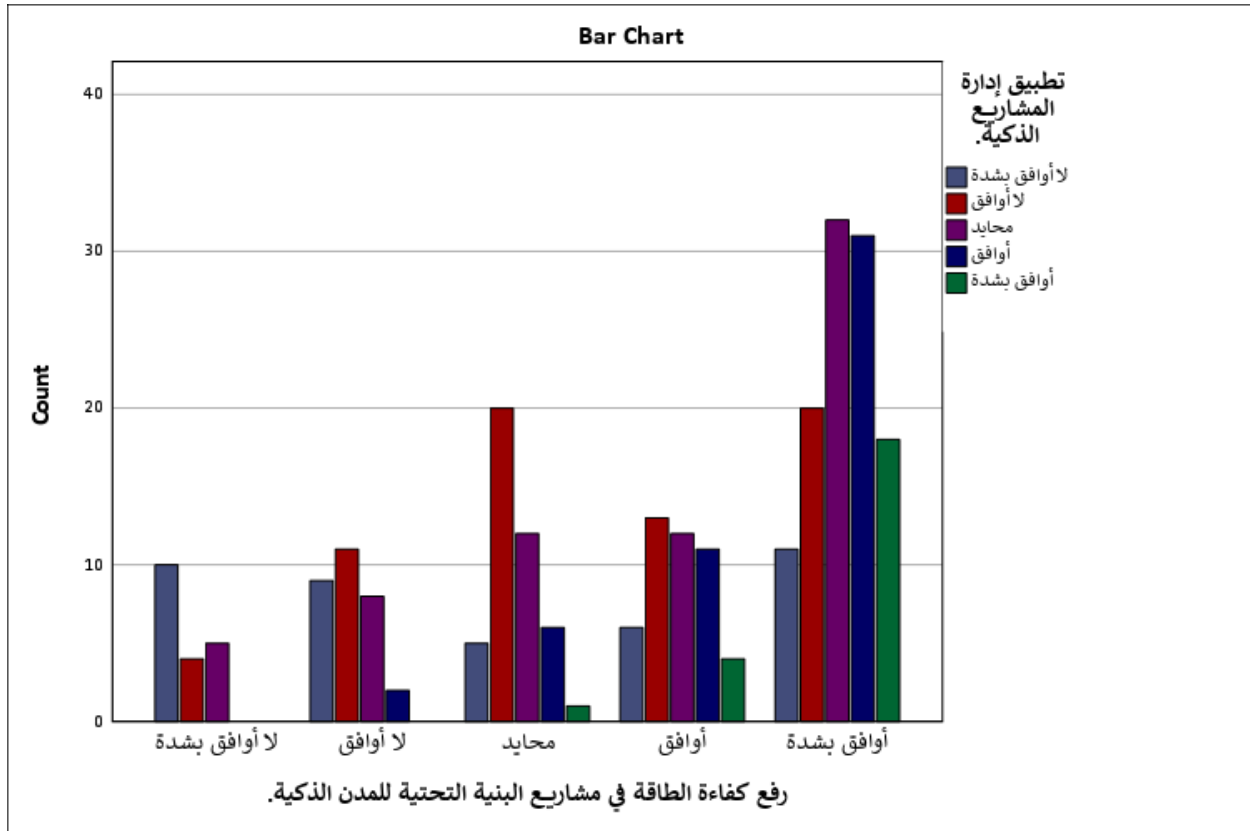
1. اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. وتطبيق إدارة المشاريع

الذكية.

تكشف نتائج اختبار كاي تربيع عن وجود علاقة ارتباطية ذات دلالة إحصائية واضحة بين المتغيرين؛ حيث بلغت قيمة بيرسون كاي سكوير ستة وخمسين فاصلة ستمائة وستة وتسعين عند مستوى معنوية صفر فاصلة أصفار؛ وهو ما يقل عن مستوى المعنوية المعتمد خمسة بالمئة ويؤكد رفض الفرضية الصفرية وقبول الفرضية البديلة. ويلاحظ من القراءة المتقاطعة للبيانات أن الفئات التي أفادت بتطبيق مرتفع لإدارة المشاريع الذكية هي ذاتها التي سجلت مستويات متقدمة في رفع كفاءة الطاقة؛ مما يبدو معه أن المنهجيات الذكية تمثل محركاً أساسياً لتحسين البيئي والتشغيلي. ورغم أن هناك سبعة خلايا بلغت نسبتها ثمانية وعشرين بالمئة كانت قيمها المتوقعة أقل من خمسة؛ إلا أن هذا التوزيع لا يقدر في معنوية الاختبار الإجمالية بل يعزى لتركز الاستجابات في خانات التأييد الشديد؛ مما يتطلب استمرار دعم هذه المنهجيات في بيئة العمل الفعلية لضمان استدامة النتائج الإيجابية المحققة.

جدول 24 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. وتطبيق إدارة المشاريع الذكية.

Chi-Square Tests			
Asymptotic Significance (2-sided)	df	Value	
.000	16	56.696 ^a	Pearson Chi-Square
.000	16	59.190	Likelihood Ratio
.000	1	41.624	Linear-by-Linear Association
		251	N of Valid Cases
a. 7 cells (28.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.74.			



شكل توضيحي 22 : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. وتطبيق إدارة المشاريع الذكية.

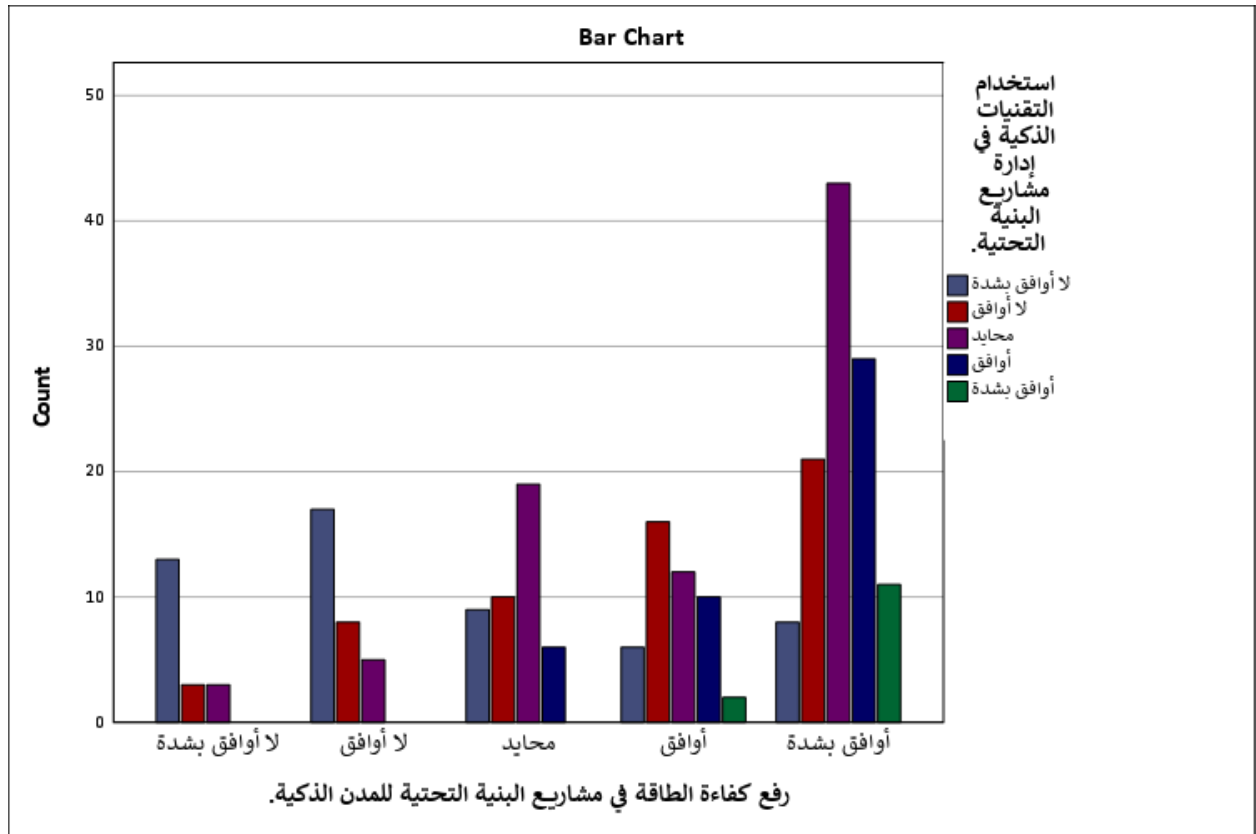
2. اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. واستخدام التقنيات

الذكاء في إدارة مشاريع البنية التحتية.

تؤكد المؤشرات الإحصائية المأخوذة من اختبار الاستقلالية وجود رابطة وثيقة ودلالة معنوية عالية بين كفاءة الطاقة واستخدام التقنيات المتقدمة كالذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء؛ إذ سجلت قيمة الاختبار أربعة وثمانين فاصلة أربعاً وتسعة وخمسين بمستوى دلالة صفري تام. وتشير هذه النتيجة القوية إلى أن دمج التكنولوجيا في البنية التحتية ليس مجرد رفاهية تقنية بل هو عامل حاسم في ترشيد الاستهلاك واكتشاف الهدر؛ حيث يظهر الرسم البياني المتقاطع تزامناً واضحاً بين كثافة استخدام التقنية الذكية وارتفاع مؤشرات كفاءة الطاقة التشغيلية. ويبدو أن انخفاض القيمة المتوقعة الأدنى إلى صفر فاصلة ثمانية وتسعين في بعض الخلايا يعكس استقطاباً في الآراء نحو الخيارات القصوى؛ مما يحتمل معه أن المشاركين يلمسون أثراً مباشراً وفورياً للمستشعرات والمنصات الرقمية في مواقع عملهم؛ مما يستدعي تسريع وتيرة التمويل والتبني لهذه التقنيات في المشاريع المستقلة.

جدول 25 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. واستخدام التقنيات الذكية في إدارة مشاريع البنية التحتية.

Chi-Square Tests			
Asymptotic Significance (2-sided)	df	Value	
.000	16	84.459 ^a	Pearson Chi-Square
.000	16	87.682	Likelihood Ratio
.000	1	61.290	Linear-by-Linear Association
		251	N of Valid Cases
a. 7 cells (28.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .98.			



شكل توضيحي 23 : المقاييس المتمثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. واستخدام التقنيات الذكية في إدارة مشاريع البنية التحتية.

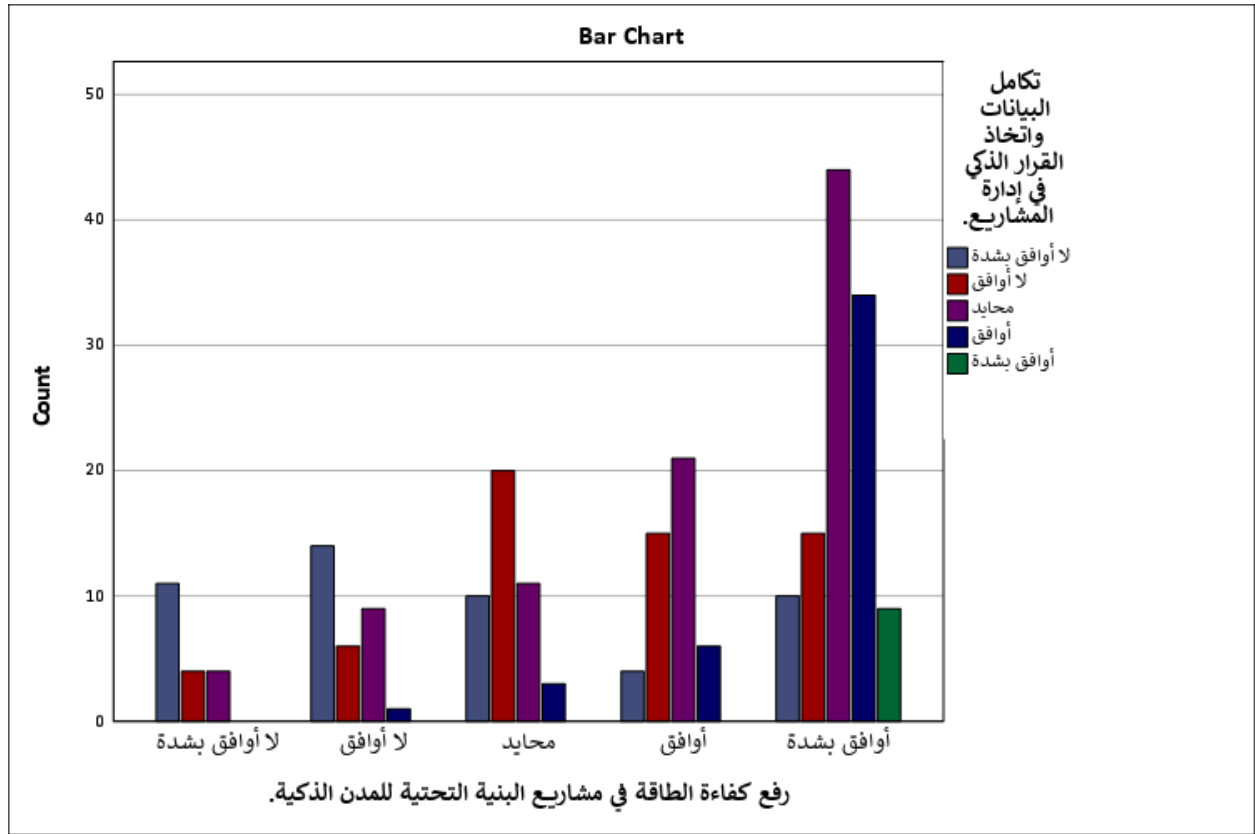
3. اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. وتكامل البيانات

واتخاذ القرار الذكي في إدارة المشاريع.

يسفر التحليل الإحصائي للجداول المتقاطعة عن تأكيد العلاقة المعنوية الجوهرية بين ترشيد الطاقة وتكامل البيانات بين الأنظمة المختلفة؛ حيث وصلت قيمة كاي تربيع لبيرسون إلى ستة وثمانين فاصلة تسعمائة وسبعة وعشرين بمستوى معنوية صفر فاصلة أصفار. وتدل هذه القيمة المرتفعة احتمالاً على أن صناعة القرار المبني على التحليلات الذكية والربط المعلوماتي يسهم مباشرة في تحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة داخل المدن الذكية؛ إذ تظهر التكرارات المتقاطعة تركزاً كبيراً للموافقين بشدة في كلا المتغيرين معاً. ورغم وجود ثمانية خلايا بقيم متوقعة دون الخمسة؛ فإن الارتباط الخطي بين المتغيرين يبدو متيناً ويفسر بكفاءة كيف يؤدي تدفق البيانات الفورية إلى تمكين القيادات الإدارية من اتخاذ خطوات استباقية وفعالة لمنع الهدر؛ مما يوجب القضاء على الجزر المعلوماتية المعزولة داخل الهيكل التنظيمي للمؤسسة.

جدول 26 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. وتكامل البيانات واتخاذ القرار الذكي في إدارة المشاريع.

Chi-Square Tests			
Asymptotic Significance (2-sided)	df	Value	
.000	16	86.927 ^a	Pearson Chi-Square
.000	16	87.827	Likelihood Ratio
.000	1	61.363	Linear-by-Linear Association
		251	N of Valid Cases
a. 8 cells (32.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .68.			



شكل توضيحي 24 : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية. وتكمال البيانات واتخاذ القرار الذكي في إدارة المشاريع.

● اختبار الانحدار المتعدد لمتغيرات الدراسة

تظهر مخرجات تحليل الانحدار المتعدد قدرة تفسيرية جيدة للنموذج المقترح؛ حيث بلغ معامل الارتباط المتعدد رتبة صفر فاصلة ستمائة وأربعة وخمسين؛ في حين سجل معامل التحديد المقارن صفر فاصلة أربع مائة وثمانية وعشرين؛ مما يعني أن المتغيرات المستقلة المجتمعة والمتمثلة في إدارة المشاريع الذكية والتقنيات وتكمال البيانات تفسر ما يقارب ثلاثة وأربعين بالمئة من التغيرات الحاصلة في كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية. ويعكس الخطأ المعياري للتقدير البالغ واحد فاصلة وستة من الألف درجة مقبولة من دقة النموذج وتطابقه مع البيانات الميدانية. ويفيد هذا التحليل في رسم سياسات واضحة للمستقبل؛ إذ يثبت إحصائياً أن الاستثمار المشترك والمتزامن في هذه المحاور الثلاثة سيؤدي حتماً إلى تحسينات جوهرية ومستدامة في الأداء البيئي والمالي للمدن الذكية بالمملكة؛ مما يمنح أصحاب القرار مبرراً علمياً قوياً للمضي قدماً في خطط التحول الرقمي الشامل وتخصيص الميزانيات اللازمة لها دون تردد.

تثبت نتائج جدول تحليل التباين الصلاحية العالية للنموذج من الناحية الإحصائية؛ حيث بلغت قيمة ف المحسوبة واحداً وستين فاصلة ستمائة وثلاثة وسبعين؛ وهي قيمة مرتفعة جداً وذات دلالة معنوية تامة عند مستوى صفر فاصلة أصفار. ويؤكد

هذا الارتفاع الكبير في قيمة ف أن العلاقة بين المتغيرات التابعة والمستقلة ليست ناتجة عن الصدفة بل تعبر عن ارتباط حقيقي وقوي؛ حيث بلغت مجموع المربعات للانحدار مئة وسبعة وثمانين فاصلة ثلاثة مئة وتسعة وثلاثين مقارنة بمجموع بواقي قدره مائتان وخمسون فاصلة خمسة وتسعون. وتسهم هذه النتيجة في تأصيل فكرة أن تبني الحوكمة الرقمية والأنظمة الذكية يعد محدداً رئيسياً في نجاح مشاريع البنية التحتية الحديثة؛ مما يحتمل معه أن أي تطوير في بنية المنهجيات الذكية سيتبعه تلقائياً تحسن مطرد ومضمون في مستويات كفاءة الطاقة؛ وهو ما يدعم التوجه الاستراتيجي للمؤسسة ويؤكد سلامة فرضيات البحث المعتمدة.

تكشف القراءة المتفحصية للمعاملات عن الأوزان النسبية والأثر الفريد لكل متغير مستقل؛ حيث جاء متغير استخدام التقنيات الذكية في المرتبة الأولى كأثرى العوامل تأثيراً بمعامل بيتا المعياري البالغ صفر فاصلة ثلاثمائة وسبعة وأربعين وقيمة تاء المحسوبة ستة فاصلة سبعة وثمانين بمستوى دلالة معنوي تام. وتلا هذا المتغير في حجم الأثر تكامل البيانات واتخاذ القرار الذكي بمعامل بيتا قدره صفر فاصلة ثلاثمائة وستة وقيمة تاء بلغت خمسة فاصلة اثنين وثمانين؛ مما يوضح الأهمية البالغة للربط البرمجي بين الأنظمة. وحل متغير تطبيق إدارة المشاريع الذكية في المرتبة الثالثة بمعامل بيتا قيمته صفر فاصلة مائتين وستة وخمسين وقيمة تاء بلغت خمسة فاصلة سبعة وسبعين؛ وهي أيضاً ذات دلالة إحصائية كاملة. وتبين هذه المعاملات الإيجابية أن جميع المتغيرات تسير في اتجاه طردي؛ مما يعني واقعياً أن زيادة الاهتمام بأي من هذه الجوانب سيثمر مباشرة عن رفع مستويات كفاءة الطاقة؛ وهو ما يفرض على الإدارة التركيز أولاً على البنية التكنولوجية للمستشعرات والذكاء الاصطناعي كأولوية قصوى متبوعة بتكامل الأنظمة المعلوماتية لتعظيم العائد من الاستثمار.

جدول 27: ملخص النموذج

Model Summary ^b				
Std. Error of the Estimate	Adjusted R Square	R Square	R	Model
1.006	.421	.428	.654 ^a	1
a. Predictors: (Constant), إدارة المشاريع الذكية., استخدام التقنيات الذكية في إدارة مشاريع البنية التحتية.				
b. Dependent Variable: رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية.				

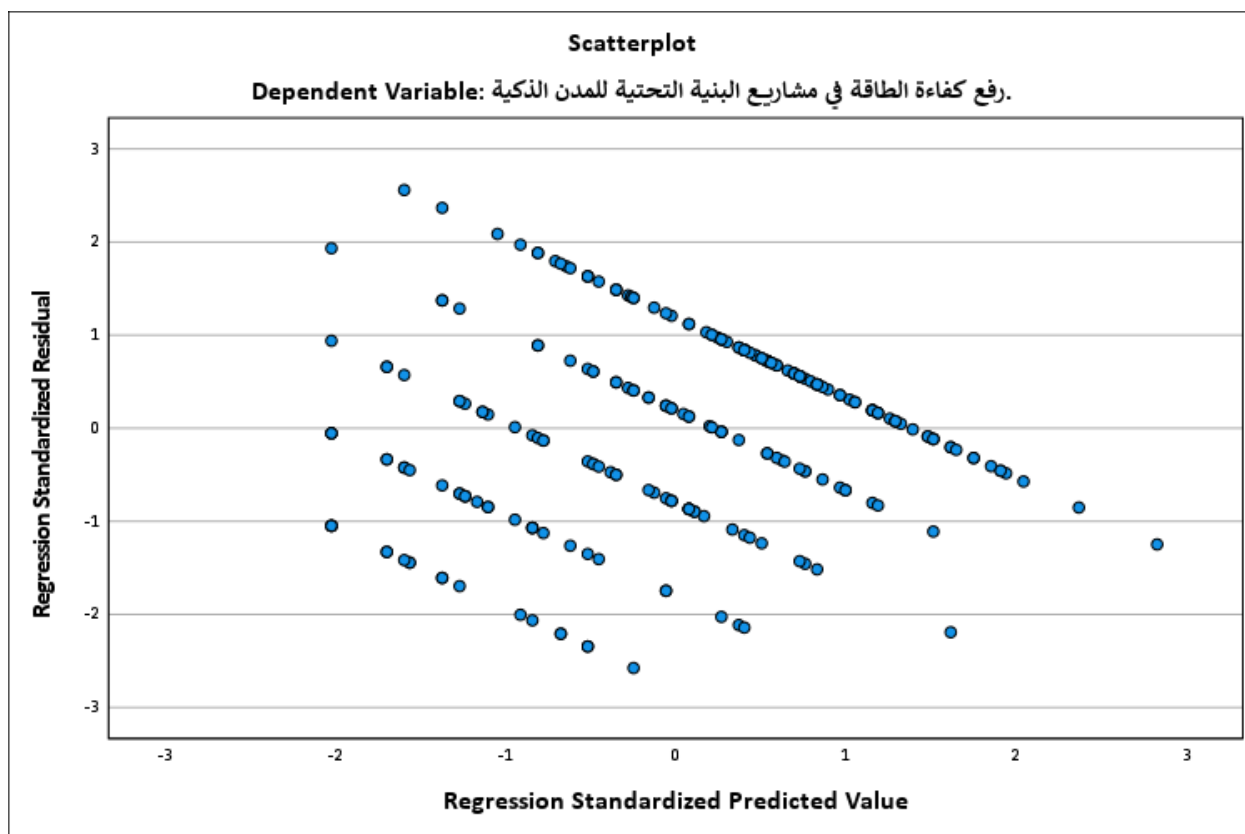
جدول 28: تحليل التباين

ANOVA ^a

Sig.	F	Mean Square	df	Sum of Squares	Model	
.000 ^b	61.673	62.446	3	187.339	Regression	1
		1.013	247	250.095	Residual	
			250	437.434	Total	
a. Dependent Variable: رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية.						
b. Predictors: (Constant), تكامل البيانات واتخاذ القرار الذكي في إدارة المشاريع., تطبيق إدارة المشاريع الذكية., استخدام التقنيات الذكية في إدارة مشاريع البنية التحتية.						

جدول 29: معاملات تحليل الانحدار المتعدد

Coefficients ^a						
Sig.	t	Standardized Coefficients	Unstandardized Coefficients		Model	
		Beta	Std. Error	B		
.000	4.630		.217	1.004	(Constant)	1
.000	5.077	.256	.055	.282	تطبيق إدارة المشاريع الذكية.	
.000	6.780	.347	.059	.398	استخدام التقنيات الذكية في إدارة مشاريع البنية التحتية.	
.000	5.820	.306	.064	.370	تكامل البيانات واتخاذ القرار الذكي في إدارة المشاريع.	
a. Dependent Variable: رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية.						



شكل توضيحي 25: شكل الانتشار للنواقي

رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية.			
تطبيق إدارة المشاريع الذكية.			
استخدام التقنيات الذكية في إدارة مشاريع البنية التحتية.			
تكميل السجلات واتخاذ القرار الذكي في إدارة المشاريع.			
	رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية.	تطبيق إدارة المشاريع الذكية.	استخدام التقنيات الذكية في إدارة مشاريع البنية التحتية.
	رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية.	تطبيق إدارة المشاريع الذكية.	تكميل البيانات واتخاذ القرار الذكي في إدارة المشاريع.

شكل توضيحي 26 : مصفوفة شكل الانتشار

• اختبار التباين الأحادي لمتغيرات الدراسة

يسجل اختبار التباين الأحادي الموسع استقراراً في مستويات المعنوية الإجمالية للمخطط التحليلي؛ حيث بلغت قيمة ف خمسة عشر فاصلة خمسمائة وستة بمجموع مربعات انحدار قدره مئة وواحد وتسعون فاصلة تسعمائة وثمانية وثلاثين ومستوى دلالة صفر فاصلة أصفار. ويستدل من هذه المؤشرات على أن إدخال المتغيرات والتفاعلات المتبادلة بين المحاور المختلفة يحافظ على القوة التفسيرية للنموذج ويؤكد متانته في مواجهة المتغيرات العشوائية أو البواقي التي بلغت مئة وثلاثة من مئة للمتوسط المربعي. ويؤثر هذا الاستقرار الإحصائي إيجاباً على دقة التنبؤ بالنتائج المستقبلية عند تطبيق الأنظمة في مشاريع بنوية جديدة؛ إذ يبدو أن الترابط بين التطبيق الإداري الذكي وتكامل البيانات يمثل منظومة متكاملة لا يمكن فصل أجزائها؛ مما يحتمل معه أن النجاح في رفع كفاءة الطاقة يتطلب تنسيقاً أفقياً وعمودياً بين مختلف الإدارات الهندسية والتقنية لضمان التناغم التام وتجنب التعارض التنظيمي في الميدان.

يقدم تحليل معامل بايز دليلاً علمياً فائق القوة يدعم متانة النموذج التفسيري مقارنة بالنموذج الصفري؛ حيث بلغت قيمة المعامل رقماً فلكياً كبيراً جداً يعكس رجحان كفة النموذج البديل الذي يضم كافة المتغيرات المستقلة للدراسة بنسبة

ثقة مطلقة إحصائياً. وسجل معامل الارتباط في هذا السياق صفر فاصلة ستمائة واثنين وستين؛ بينما استقر معامل التحديد عند صفر فاصلة أربعمائة وتسعة وثلاثين؛ مما يعزز الاستنتاجات السابقة ويضفي عليها صبغة من اليقين الإحصائي البيزي الحديث الذي يتجاوز الاختبارات التقليدية. ويفيد هذا المؤشر المتقدم في طمأننة المخططين الاستراتيجيين بأن الاعتماد على البيانات والتقنيات الذكية ليس مجرد خيار إداري عابر بل هو مسار حتمي ومثبت رياضياً لتحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة؛ مما يحتمل معه أن المنظمة تسير في الطريق الصحيح نحو مواكبة المعايير الدولية للمدن المستدامة؛ ويحتم عليها مواصلة الدعم الفني والمالي لتوسيع نطاق التغطية الرقمية في جميع مشاريعها الجارية والمستقبلية لضمان حوكمة الموارد بكفاءة واقتدار.

جدول 30 : اختبار التباين الأحادي

ANOVA ^{a,b}					
Sig.	F	Mean Square	df	Sum of Squares	Source
.000	15.506	15.995	12	191.938	Regression
		1.031	238	245.496	Residual
			250	437.434	Total
a. Dependent Variable: رفع كفاءة الطاقة في مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية.					
b. Model: (Intercept), تطبيق إدارة المشاريع الذكية., تكامل البيانات واتخاذ القرار الذكي في إدارة المشاريع., استخدام التقنيات الذكية في إدارة مشاريع البنية التحتية.					

جدول 31 : ملخص نموذج معامل بايز

Bayes Factor Model Summary ^{a,b}				
Std. Error of the Estimate	Adjusted R Square	R Square	R	Bayes Factor ^c
1.02	.410	.439	.662	21486851453723280000.000
a. Method: JZS				
b. Model: (Intercept), تطبيق إدارة المشاريع الذكية., تكامل البيانات واتخاذ القرار الذكي في إدارة المشاريع., استخدام التقنيات الذكية في إدارة مشاريع البنية التحتية.				
c. Bayes factor: Testing model versus null model (Intercept).				

المناقشة

أظهرت نتائج الدراسة وجود تأثير إيجابي ذي دلالة إحصائية لإدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية، وهو ما يعكس أهمية التحول من الممارسات التقليدية في إدارة المشاريع إلى الممارسات الرقمية الذكية القائمة على التقنيات الحديثة وتحليل البيانات واتخاذ القرار المبني على المعلومات. وتؤكد هذه النتيجة أن نجاح مشاريع المدن الذكية لم يعد يعتمد فقط على توافر الموارد المالية أو الفنية، وإنما أصبح مرتبطاً بدرجة كبيرة بقدرة الجهات المنفذة على توظيف التقنيات الرقمية في إدارة مختلف مراحل المشروع، بما يضمن الاستخدام الأمثل للموارد والطاقة وتحقيق مستويات أعلى من الكفاءة التشغيلية والاستدامة.

كما أوضحت النتائج أن تطبيق إدارة المشاريع الذكية يسهم بصورة واضحة في تحسين عمليات التخطيط والتنفيذ والمتابعة والرقابة، من خلال توفير بيانات دقيقة وفورية تساعد متخذي القرار على متابعة الأداء بصورة مستمرة والتدخل السريع لمعالجة الانحرافات قبل تفاقمها. ويؤدي ذلك إلى تقليل الهدر في الموارد والطاقة، وتحسين كفاءة توزيع الموارد، والحد من التأخير في تنفيذ الأعمال، الأمر الذي ينعكس بصورة مباشرة على رفع كفاءة مشاريع البنية التحتية وتحقيق مستهدفاتها التشغيلية والبيئية.

وأشارت النتائج كذلك إلى أن استخدام التقنيات الذكية، مثل الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء وتحليلات البيانات الضخمة، يمثل أحد أهم العوامل المؤثرة في تحسين كفاءة الطاقة داخل مشاريع المدن الذكية. فهذه التقنيات تتيح جمع البيانات التشغيلية بصورة لحظية وتحليلها بشكل مستمر، مما يساعد في الكشف المبكر عن أوجه الهدر والأعطال، وتطبيق الصيانة التنبؤية، وتحسين تشغيل المعدات والأنظمة المختلفة. ويؤكد ذلك أن الاستثمار في التقنيات الذكية لا يقتصر على تحسين الأداء الإداري، بل يمتد لتحقيق فوائد اقتصادية وبيئية من خلال خفض استهلاك الطاقة وتقليل تكاليف التشغيل والصيانة.

كما بينت النتائج أن تكامل البيانات واتخاذ القرار الذي يشكلان عنصراً محورياً في نجاح إدارة مشاريع البنية التحتية، حيث يسهم تكامل البيانات بين مختلف الجهات والأنظمة الرقمية في توفير رؤية شاملة عن حالة المشروع، ويساعد على اتخاذ قرارات أكثر دقة وسرعة وفاعلية. وتنسجم هذه النتيجة مع الاتجاهات الحديثة في إدارة المشاريع، التي تؤكد أن جودة القرارات ترتبط بشكل مباشر بجودة البيانات المتاحة وتكاملها، وأن البيئات الرقمية المتكاملة تحقق مستويات أعلى من الكفاءة مقارنة بالأنظمة التقليدية التي تعتمد على البيانات المتفرقة.

وتتوافق النتائج مع التوجهات الإستراتيجية لرؤية المملكة العربية السعودية 2030، التي تؤكد أهمية التحول الرقمي، وتعزيز كفاءة الطاقة، وتطوير المدن الذكية، وتحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية. كما تشير النتائج إلى أن نجاح هذه التوجهات يتطلب تكاملاً بين البنية التقنية والإدارية والتنظيمية، مع توفير الكفاءات البشرية المؤهلة، والأنظمة الرقمية المتطورة، والسياسات الداعمة للتحول الرقمي في إدارة المشاريع.

تشير النتائج إلى أن تحقيق أعلى مستويات كفاءة الطاقة لا يعتمد على عامل منفرد، وإنما يتحقق من خلال تكامل عدة عناصر تشمل الإدارة الذكية، والتقنيات الرقمية، وتحليل البيانات، وسرعة اتخاذ القرار، والتنسيق بين الجهات المختلفة. ولذلك فإن تطوير أي عنصر من هذه العناصر بصورة منفردة قد لا يحقق النتائج المرجوة ما لم يتم دمجها ضمن منظومة متكاملة لإدارة المشاريع الذكية، وهو ما يؤكد صحة الإطار النظري الذي استندت إليه الدراسة، والقائم على نظرية النظم التي تنظر إلى المشروع باعتباره نظاماً مترابطاً تتفاعل مكوناته بصورة مستمرة لتحقيق الأهداف المنشودة.

الخاتمة

خلصت الدراسة إلى أن إدارة المشاريع الذكية أصبحت أحد المرتكزات الأساسية لنجاح مشاريع البنية التحتية في المدن الذكية، لما توفره من أدوات وتقنيات حديثة تسهم في تحسين كفاءة التخطيط والتنفيذ والمتابعة والرقابة، وترفع من كفاءة استهلاك الطاقة، وتدعم تحقيق الاستدامة التشغيلية والبيئية. وقد أكدت النتائج أن توظيف التقنيات الرقمية الحديثة داخل منظومة إدارة المشاريع يحقق قيمة مضافة تتمثل في تحسين جودة القرارات، وتقليل الهدر، وزيادة كفاءة استخدام الموارد، ورفع مستوى الأداء المؤسسي.

كما بينت الدراسة أن استخدام التقنيات الذكية، وتكامل البيانات، والاعتماد على التحليلات الذكية، يمثل منظومة مترابطة تؤدي دورًا محوريًا في تحسين كفاءة الطاقة داخل مشاريع البنية التحتية، من خلال توفير بيانات دقيقة وفورية تدعم اتخاذ القرارات المناسبة في الوقت المناسب، وتعزز القدرة على التنبؤ بالمخاطر والتعامل معها قبل تأثيرها في سير المشروع. ويؤكد ذلك أن مستقبل إدارة المشاريع يرتبط بصورة وثيقة بالتحول الرقمي والاستفادة من التقنيات الذكية في جميع مراحل دورة حياة المشروع.

وأوضحت الدراسة أيضًا أن المملكة العربية السعودية تمتلك بيئة داعمة لتطبيق إدارة المشاريع الذكية، في ظل ما تشهده من توسع في مشاريع المدن الذكية، وبرامج التحول الرقمي، والاستثمارات الكبيرة في البنية التحتية، بما ينسجم مع مستهدفات رؤية المملكة 2030. إلا أن تعظيم الاستفادة من هذه الفرص يتطلب استمرار الاستثمار في التقنيات الحديثة، وتأهيل الكفاءات الوطنية، وتعزيز التكامل بين الجهات المختلفة، وتطوير الأطر التنظيمية التي تدعم التحول نحو الإدارة الذكية للمشاريع.

وفي ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة، يمكن التأكيد على أن إدارة المشاريع الذكية لم تعد خيارًا تنظيميًا، بل أصبحت ضرورة إستراتيجية لتحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة، وتحسين جودة الخدمات، وتعزيز كفاءة مشاريع البنية التحتية، ودعم مسيرة التحول نحو مدن ذكية أكثر استدامة وكفاءة. كما تفتح نتائج الدراسة المجال أمام الباحثين لإجراء المزيد من الدراسات التي تتناول تطبيقات الذكاء الاصطناعي، والتوأم الرقمي، والتحليلات التنبؤية، والأمن السيبراني، والحوكمة الرقمية، وعلاقتها برفع كفاءة مشاريع البنية التحتية وتحقيق التنمية المستدامة في المملكة العربية السعودية.

التوصيات

بناءً على النتائج التي تم التوصل إليها، توصي الدراسة بما يأتي:

1. تعزيز تبني إدارة المشاريع الذكية في جميع مشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية، لما لها من أثر إيجابي في رفع كفاءة الطاقة وتحسين الأداء التشغيلي للمشروعات .
2. الاستثمار في التقنيات الذكية، مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، وتحليلات البيانات الضخمة، والتوأمة الرقمي، لدعم إدارة المشاريع وتحسين استهلاك الطاقة .
3. تطوير منصات رقمية موحدة لتكامل البيانات بين الجهات الحكومية والشركات المنفذة والاستشارية، بما يساهم في تسريع اتخاذ القرار وتحسين كفاءة إدارة المشاريع .
4. توفير برامج تدريبية متخصصة لمديري المشاريع والمهندسين والعاملين في قطاع البنية التحتية لتعزيز مهارات استخدام أدوات إدارة المشاريع الذكية والتقنيات الرقمية الحديثة .
5. تبني أنظمة مراقبة ذكية تعتمد على البيانات الفورية وأجهزة الاستشعار لمتابعة استهلاك الطاقة واكتشاف الهدر والأعطال بشكل استباقي .
6. دعم تطبيق التحليلات التنبؤية في إدارة مشاريع البنية التحتية بهدف التنبؤ بالمخاطر التشغيلية وتحسين استدامة استخدام الطاقة .
7. تطوير سياسات وطنية ومعايير تنظيمية تشجع على دمج إدارة المشاريع الذكية ضمن مراحل تخطيط وتنفيذ وتشغيل مشاريع المدن الذكية .
8. تعزيز التعاون بين الجهات الحكومية والجامعات ومراكز الأبحاث لتطوير حلول مبتكرة تساهم في تحسين كفاءة الطاقة من خلال الإدارة الذكية للمشاريع .
9. توسيع استخدام مؤشرات الأداء الذكية لقياس كفاءة الطاقة بصورة مستمرة وربطها بأنظمة تقييم أداء المشاريع .
10. إجراء دراسات مستقبلية تتناول متغيرات أخرى مثل الأمن السيبراني، والحوكمة الرقمية، والتحول الرقمي، والاستدامة البيئية، ودراسة أثرها في نجاح مشاريع المدن الذكية بالمملكة العربية السعودية .

المراجع

أولاً: المراجع العربية

1. إبراهيم، تماضر. (2024). دور المدن الذكية في تحقيق التنمية المستدامة. الواحة الأكاديمية، الجامعة الوطنية الخاصة.
2. أبو بكر، محمد أحمد، وعبد الله، خالد سالم. (2021). دور المدن الذكية في تحقيق التنمية المستدامة. مجلة الجامعة الإسلامية، 29(4)، 1-20.
3. أحمد مجر، وصفاء غنيم. (2022). تطوير أداة لقياس كفاءة التحول الرقمي للمدن العربية نحو المدن الذكية: تطبيق على حالتين دراسيتين في المملكة العربية السعودية. *المجلة الدولية للتنمية*، 11(1)، 61-82.
4. بست أسامة شنودة، وآخرون. (2025). المدن الذكية ودورها في تحقيق التنمية المستدامة. *مجلة البحوث التطبيقية في العلوم والإنسانيات*، 2(1)، 1-35.
5. السحيمات، محمد سمير خلف. (2023). مساهمة المدن الذكية وتحقيق أهداف التنمية المستدامة (رؤية مستقبلية للبلديات في الأردن 2023). *مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية*، 4(2)، 100.
6. العتيق، محمد. (2026). المدن الذكية والذكاء الاصطناعي: كيف تبني السعودية مدن المستقبل؟ موقع مسار وظائف.
7. العطاء، عبد الله. (2025). المدن الذكية.. كيف تصبح بوابة لتحقيق الاستدامة؟ موقع الطاقة.
8. نعمة الله، سيد عبدالرحمن. (2025). المدن الذكية.. والطريق للاقتصاد الأخضر. *مجلة الدراسات*، 9(16)، 53-79.
9. هيكلية الإعمار. (2025). مشاريع البنية التحتية: كيف تساهم هيكلية الإعمار في تطوير المدن؟ موقع هاكسا.

ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية

1. Ab Halim, H. H., Alias, D., Arsad, A. Z., Looi, L. T. J., Nordin, R., & Ng, D. N. K. S. (2026). IoT-driven building energy management systems (BEMS) for net zero energy buildings. *arXiv*.
2. Al Khatib, I., Ali, A., Ndiaye, M., & Shaaban, M. F. (2025). Multi-energy systems in smart cities: Infrastructure and optimization for sustainable energy. *Journal of Power Sources*, 626.

3. Al-Taani, M. A. S. (2024). Leveraging AI for energy-efficient smart cities. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 18(12).
4. Alqahtani, A., & Mohammad, A. (2023). Developing an urban computing framework for smart and sustainable neighborhoods. *Sustainability*, 15(5).
5. Alqahtani, A., & Sherif, M. (2021). Smart city - a sustainable solution for enhancing energy efficiency in Saudi Arabia. *Sustainable Cities and Society*, 74.
6. Bajwa, A., Jahan, F., & Ahmed, I. (2024). A systematic literature review on AI-enabled smart building management systems. *SSRN Electronic Journal*.
7. Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2023). Energy management systems in sustainable smart cities. *Energies*, 16(19).
8. Chen, W., & Song, H. (2025). Fostering renewable energy use through smart city construction. *Energy Strategy Reviews*, 58.
9. Das, D. K. (2025). Integrating IoT and AI for sustainable energy-efficient smart building systems. *Sustainability*, 17(22).
10. Gu, Q., Sing, M. C. P., Jefferies, M., & Kanjanabootra, S. (2025). Bridging the gap between smart cities and sustainability. *Cities*, 158.
11. Mohamed, N., Al-Jaroodi, J., & Jawhar, I. (2022). Energy optimization for smart cities using IoT. *Applied Artificial Intelligence*, 36(1).
12. Oyetunji, T. S., Erinjogunola, F. L., Ajirotutu, R. O., Adeyemi, A. B., Ohakawa, T. C., & Adio, S. A. (2024). Predictive AI models for maintenance forecasting and energy optimization. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*, 4(6).
13. Ponce, P., de Jesús Carbajal, J., Molina, A., & Anthony, B. (2024). Leveraging artificial intelligence to bolster the energy sector in smart cities. *Energies*, 17(2).

14. Salimi, M., & Hammad, A. (2022). Making cities smarter—Optimization problems for the IoT enabled smart city development. *Sensors*, 22(12).
15. Samih, H. (2019). Smart city and internet of things. *Journal of Information Technology Case and Application Research*, 21(2).
16. Tommy, A. S., & Jaya, R. P. (2025). Integration of AI and digital twin technology for smart infrastructure management. *Civil Engineering Science and Technology*, 1(1).
17. Wu, D., Zheng, A., Yu, W., Cao, H., Ling, Q., Liu, J., & Zhou, D. (2025). Digital twin technology in transportation infrastructure: A comprehensive survey. *Applied Sciences*, 15(4).

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 "دور إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة 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..

ابراهيم خالد الرويج

طالب ماجستير إدارة مشاريع

كلية الإدارة، جامعة ميد أوشن

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 "دور إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة 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

ابراهيم خالد الرويج

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	تطبق الجهة منهجيات إدارة المشاريع الذكية في تنفيذ مشاريع البنية التحتية.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم إدارة المشاريع الذكية في تحسين تخطيط المشاريع.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تساعد إدارة المشاريع الذكية في متابعة مراحل تنفيذ المشروع بصورة فورية.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تعتمد الجهة على مؤشرات أداء رقمية لتقييم تقدم المشاريع.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم إدارة المشاريع الذكية في تحسين استغلال الموارد المتاحة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	يساعد تطبيق إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة تنفيذ المشاريع.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تستخدم الجهة تقنيات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في إدارة مشاريع البنية التحتية.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم التقنيات الذكية في تحسين مراقبة استهلاك الطاقة بالمشاريع.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تساعد أنظمة الاستشعار الذكية في اكتشاف الهدر في استهلاك الطاقة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم التقنيات الذكية في تحسين كفاءة تشغيل مرافق البنية التحتية.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	يعزز استخدام المنصات الرقمية سرعة تبادل المعلومات بين فرق المشروع.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تساعد التقنيات الذكية في تحسين جودة تنفيذ مشاريع المدن الذكية.

أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تعتمد الجهة على البيانات والتحليلات الذكية لدعم القرارات المتعلقة بالطاقة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم البيانات الفورية في تحسين إدارة استهلاك الطاقة بالمشاريع.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	يساعد تكامل البيانات بين الأنظمة المختلفة في تحسين كفاءة الطاقة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم القرارات المبنية على البيانات في تحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم إدارة المشاريع الذكية في رفع كفاءة الطاقة بمشاريع البنية التحتية للمدن الذكية في المملكة العربية السعودية.

- <https://forms.gle/GcrqTryur3bXtf9y8>

Abstract

This study aimed to identify the role of smart project management in enhancing energy efficiency in smart city infrastructure projects in the Kingdom of Saudi Arabia. It measured the impact of implementing smart project management, using smart technologies in infrastructure project management, and integrating data and making smart decisions on improving energy efficiency. The study employed a descriptive-analytical approach using quantitative methodology. Data was collected through a questionnaire distributed to a sample of 271 employees from government agencies, engineering and consulting firms, and infrastructure project management companies in the Kingdom of Saudi Arabia. Data were analyzed using SPSS software, employing a range of appropriate descriptive and inferential statistical methods. The results showed a statistically significant positive impact of smart project management on improving energy efficiency in infrastructure projects. The study also revealed that implementing smart project management contributes to improving planning, execution, and control processes. Furthermore, the use of smart technologies enhances project operational efficiency and reduces energy waste, while data integration and making smart decisions contribute to improving the quality of administrative decisions and increasing operational performance efficiency. The study recommended promoting the adoption of smart project management, investing in modern digital technologies, developing data integration platforms, training human resources, and expanding the use of smart analytics to support energy efficiency and sustainability in smart city projects and contribute to achieving the goals of Saudi Arabia's Vision 2030.

Keywords: Smart project management - Energy efficiency - Smart cities - Smart infrastructure - Digital transformation - Data integration - Saudi Arabia

Midocean University
College of Management
Master's degree in Project Management



**The Role of Smart Project Management in Enhancing Energy Efficiency in Smart City Infrastructure
Projects in the Kingdom of Saudi Arabia**

Prepared by the student/

Ibrahim Khalid Al-Ruwaijh

University ID/ 253001215

Supervisor/

Dr. Faisal Abdul Hamid Mohammed Hassan

Dr. Fayez Jarad

Year

2026