

أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية: دراسة
تحليلية

إعداد الطالب/

محمد حسن السادات

الرقم الجامعي/

253001206

إشراف/

د. أسماء أبو عنزة

العام الدراسي

2026

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

إهداء.....	3
شكر وتقدير.....	4
قائمة الجداول.....	7
فهرس الأشكال.....	9
المستخلص.....	11
الفصل الأول.....	12
المقدمة.....	13
مشكلة الدراسة.....	13
أهمية الدراسة.....	15
أهداف الدراسة.....	15
تساؤلات الدراسة.....	16
فرضيات الدراسة.....	17
النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث.....	18
الفصل الثاني.....	21
الدراسات السابقة.....	21
المقدمة.....	22
المتغير التابع والمستقل.....	24
الدراسات السابقة.....	27
الإطار النظري للدراسة.....	32
الفصل الثالث.....	35
منهجية الدراسة.....	35
المقدمة.....	36
مجتمع البحث.....	37
المنهجية وطرق البحث.....	38
أدوات الدراسة.....	40

40.....	خطوات جمع البيانات
43.....	حدود البحث.....
44.....	الفصل الرابع.....
44.....	نتائج الدراسة.....
45.....	المقدمة.....
46.....	تحليل البيانات.....
86.....	المناقشة.....
88.....	الخاتمة.....
89.....	التوصيات.....
90.....	المراجع.....
93.....	الملاحق.....
97.....	Abstract.....

قائمة الجداول

48.....	جدول 1 : التحليلات الإحصائية.....
49.....	جدول 2 : التحليل الإحصائي للعمر.....
50.....	جدول 3 : التحليل الإحصائي للجنس.....
51.....	جدول 4 : التحليل الإحصائي للدرجة العلمية.....
53.....	جدول 5 : التحليل الإحصائي لاعتماد المؤسسة على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك الطاقة.....
54.....	جدول 6 : التحليل الإحصائي لمساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مراقبة استهلاك الطاقة بصورة مستمرة.....
55.....	جدول 7 : التحليل الإحصائي لمساعدة استخدام الذكاء الاصطناعي في اكتشاف الهدر في استهلاك الطاقة.....
57.....	جدول 8 : التحليل الإحصائي لتعزيز تطبيقات الذكاء الاصطناعي كفاءة إدارة موارد الطاقة داخل المؤسسة.....
58.....	جدول 9 : التحليل الإحصائي لتوفير تقنيات الذكاء الاصطناعي تنبؤات دقيقة بالطلب المستقبلي على الطاقة.....
59.....	جدول 10 : التحليل الإحصائي لمساعدة التحليلات التنبؤية في تحسين تخطيط استهلاك الطاقة.....
61.....	جدول 11 : التحليل الإحصائي لمساهمة البيانات التي يحللها الذكاء الاصطناعي في دعم قرارات إدارة الطاقة.....
62.....	جدول 12 : التحليل الإحصائي لأداء دقة التنبؤ إلى تقليل الفاقد في استهلاك الطاقة.....
63.....	جدول 13 : التحليل الإحصائي لمساهمة الأتمتة الذكية في تحسين تشغيل أنظمة الطاقة بكفاءة أعلى.....
65.....	جدول 14 : التحليل الإحصائي لمساعدة أنظمة الذكاء الاصطناعي على التحكم الآلي في استهلاك الطاقة وفق الاحتياج الفعلي.....
66.....	جدول 15 : التحليل الإحصائي لتقليل تطبيقات الذكاء الاصطناعي من التدخل البشري في إدارة أنظمة الطاقة.....
67.....	جدول 16 : التحليل الإحصائي لمساهمة التشغيل الذكي لأنظمة الطاقة في رفع الكفاءة التشغيلية للمؤسسة.....
69.....	جدول 17 : التحليل الإحصائي لأداء استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى خفض استهلاك الطاقة في المؤسسة.....
70.....	جدول 18 : التحليل الإحصائي لمساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استخدام الطاقة مقارنة بالأساليب التقليدية.....
71.....	جدول 19 : التحليل الإحصائي لمساعدة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تقليل تكاليف استهلاك الطاقة.....
73.....	جدول 20 : التحليل الإحصائي لمساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز استدامة استخدام الطاقة داخل المؤسسة.....
74.....	جدول 21 : التحليل الإحصائي للاعتقاد أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تؤثر بشكل مباشر في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية.....
76.....	جدول 22 : ملخص التحليلات الإحصائية.....
76.....	جدول 23 : اختبار الثبات والموثوقية.....
78.....	جدول 24 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين تحسين كفاءة استهلاك الطاقة. وتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة.....
80.....	جدول 25 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين تحسين كفاءة استهلاك الطاقة. ودقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة.....

جدول 26 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين تحسين كفاءة استهلاك الطاقة. والأتمتة الذكية وتحسين تشغيل أنظمة الطاقة.	81
جدول 27 : ملخص النموذج.....	82
جدول 28 : تحليل التباين.....	82
جدول 29 : معاملات تحليل الانحدار المتعدد.....	83
جدول 30 : اختبار التباين الأحادي.....	85
جدول 31 : ملخص نموذج معامل بايز.....	85

فهرس الأشكال

- شكل توضيحي 1 : التمثيل البياني للعمر 49
- شكل توضيحي 2 : التمثيل البياني للجنس 50
- شكل توضيحي 3 : التمثيل البياني للدرجة العلمية 52
- شكل توضيحي 4 : التمثيل البياني لاعتماد المؤسسة على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك الطاقة 53
- شكل توضيحي 5 : التمثيل البياني لمساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مراقبة استهلاك الطاقة بصورة مستمرة 54
- شكل توضيحي 6 : التمثيل البياني لمساعدة استخدام الذكاء الاصطناعي في اكتشاف الهدر في استهلاك الطاقة 56
- شكل توضيحي 7 : التمثيل البياني لتعزيز تطبيقات الذكاء الاصطناعي كفاءة إدارة موارد الطاقة داخل المؤسسة 57
- شكل توضيحي 8 : التمثيل البياني لتوفير تقنيات الذكاء الاصطناعي تنبؤات دقيقة بالطلب المستقبلي على الطاقة 58
- شكل توضيحي 9 : التمثيل البياني لمساعدة التحليلات التنبؤية في تحسين تخطيط استهلاك الطاقة 60
- شكل توضيحي 10 : التمثيل البياني لمساهمة البيانات التي يحللها الذكاء الاصطناعي في دعم قرارات إدارة الطاقة 61
- شكل توضيحي 11 : التمثيل البياني لأداء دقة التنبؤ إلى تقليل الفاقد في استهلاك الطاقة 62
- شكل توضيحي 12 : التمثيل البياني لمساهمة الأتمتة الذكية في تحسين تشغيل أنظمة الطاقة بكفاءة أعلى 64
- شكل توضيحي 13 : التمثيل البياني لمساعدة أنظمة الذكاء الاصطناعي على التحكم الآلي في استهلاك الطاقة وفق الاحتياج الفعلي 65
- شكل توضيحي 14 : التمثيل البياني لتقليل تطبيقات الذكاء الاصطناعي من التدخل البشري في إدارة أنظمة الطاقة 66
- شكل توضيحي 15 : التمثيل البياني لمساهمة التشغيل الذكي لأنظمة الطاقة في رفع الكفاءة التشغيلية للمؤسسة 68
- شكل توضيحي 16 : التمثيل البياني لأداء استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى خفض استهلاك الطاقة في المؤسسة 69
- شكل توضيحي 17 : التمثيل البياني لمساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استخدام الطاقة مقارنة بالأساليب التقليدية 70
- شكل توضيحي 18 : التمثيل البياني لمساعدة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تقليل تكاليف استهلاك الطاقة 72
- شكل توضيحي 19 : التمثيل البياني لمساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز استدامة استخدام الطاقة داخل المؤسسة 73
- شكل توضيحي 20 : التمثيل البياني للاعتقاد أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تؤثر بشكل مباشر في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية 75
- شكل توضيحي 21 : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين تحسين كفاءة استهلاك الطاقة وتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة 79
- شكل توضيحي 22 : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين تحسين كفاءة استهلاك الطاقة ودقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة 80

- شكل توضيحي 23 : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين تحسين كفاءة استهلاك الطاقة. والأتمتة الذكية وتحسين تشغيل أنظمة الطاقة. 81
- شكل توضيحي 24 : شكل الانتشار للبواقي 83
- شكل توضيحي 25 : مصفوفة شكل الانتشار 84

المستخلص

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية، من خلال دراسة أثر ثلاثة أبعاد رئيسة هي: توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة، ودقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة، والأتمتة الذكية وتحسين تشغيل أنظمة الطاقة، في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة. واعتمدت الدراسة على المنهج الكمي باستخدام الاستبانة أداة رئيسة لجمع البيانات، وتم توزيعها على عينة مكونة من 268 مفردة من العاملين والمتخصصين في الجهات ذات العلاقة بقطاع الطاقة والتحول الرقمي في المملكة العربية السعودية. وتم تحليل البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة لاختبار فرضيات الدراسة وتحليل العلاقات بين متغيراتها. وأظهرت النتائج وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة، كما تبين أن توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة، ودقة التحليلات والتنبؤ بالطلب، والأتمتة الذكية، تسهم جميعها في رفع كفاءة التشغيل، وتقليل الهدر، وتحسين إدارة الموارد الطاقية. وأوصت الدراسة بالتوسع في تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة، وتعزيز الاستثمار في البنية التحتية الرقمية، وتطوير أنظمة التحليلات التنبؤية، ودعم برامج التدريب والتأهيل للعاملين، إلى جانب تعزيز الشراكات البحثية ووضع سياسات تنظيمية تدعم الاستخدام الفعال والأمن لتقنيات الذكاء الاصطناعي بما يحقق مستهدفات رؤية المملكة العربية السعودية 2030.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، كفاءة استهلاك الطاقة، إدارة الطاقة، التحليلات التنبؤية، الأتمتة الذكية،

التحول الرقمي، المملكة العربية السعودية.

الفصل الأول

المقدمة

شهد العالم خلال العقدين الأخيرين تحولاً جذرياً في مجالات التكنولوجيا والابتكار، حيث أصبح الذكاء الاصطناعي أحد أهم القوى المحركة للتطور الاقتصادي والاجتماعي. فالقدرة على معالجة البيانات الضخمة وتحليل الأنماط السلوكية واتخاذ القرارات المبنية على الأدلة، جعلت من الذكاء الاصطناعي أداة محورية لإعادة هيكلة القطاعات الاقتصادية المختلفة، بما في ذلك قطاع الطاقة. وقد أثبتت التجارب العالمية أن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في هذا القطاع يساهم بشكل مباشر في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة من خلال التنبؤ بالطلب، وتحسين عمليات الإنتاج والتوزيع، وتقليل الهدر الطاقى. ويكمن التحدي الحقيقي في قدرة الدول على توظيف هذه التقنيات بشكل فعال بما يتوافق مع خصوصياتها الاقتصادية والبيئية (Yuan، 2024).

وفي سياق المملكة العربية السعودية، يكتسب موضوع تحسين كفاءة استهلاك الطاقة أهمية استراتيجية بالغة، نظراً للدور المحوري الذي يلعبه قطاع الطاقة في دعم الاقتصاد الوطني. فالإقتصاد السعودي يعتمد بشكل كبير على إنتاج النفط والغاز، بينما تشهد المملكة تحولاً نحو تنوع مصادر الطاقة وتعزيز الاستدامة البيئية وفق رؤية 2030. ويعتبر إدخال الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة خطوة محورية لتحقيق هذا التحول، حيث يمكن استخدامه في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المصانع، والمباني، وشبكات الكهرباء، وكذلك في دمج مصادر الطاقة المتجددة بشكل أكثر فعالية. هذا الاستخدام الاستراتيجي للذكاء الاصطناعي لا يسهم فقط في تقليل الهدر وتحسين الأداء الاقتصادي، بل يسهم أيضاً في تقليل الأثر البيئي المرتبط بالاستهلاك المفرط للوقود الأحفوري (Mariani، 2023).

على المستوى العلمي، توفر تقنيات الذكاء الاصطناعي مجموعة من الأدوات المتقدمة لتحليل البيانات الطاقية بكفاءة عالية. فمن خلال خوارزميات التعلم الآلي والتعلم العميق، يمكن التنبؤ بالأنماط المستقبلية لاستهلاك الطاقة، وتحليل سلوك المستهلكين، وتحديد الفرص المناسبة لتقليل الفاقد الطاقى. كما أن استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة الشبكات الكهربائية يتيح توزيعاً أكثر فعالية للطاقة، ويحقق تكاملاً سلساً بين مصادر الطاقة التقليدية والمتجددة، ما يزيد من مرونة الشبكة ويعزز استقرارها. هذا الأمر يفتح المجال أمام المملكة لاعتماد نماذج تشغيل أكثر ذكاءً تتوافق مع أهداف الاستدامة والكفاءة الاقتصادية (Shobanke، 2025).

وعلى المستوى التطبيقي، فإن دمج الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة يواجه تحديات تقنية وتنظيمية وإدارية، تشمل جودة البيانات، ونقص الكفاءات البشرية المتخصصة، والحاجة إلى سياسات داعمة لتشجيع الابتكار والاستثمار في هذه

التقنيات. ومن هنا، فإن دراسة أثر هذه التطبيقات على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة تصبح ضرورية لتوفير قاعدة معرفية قوية تساعد صناع القرار على تطوير استراتيجيات فعالة، وتسهم في تعزيز التكامل بين الابتكار التكنولوجي والتنمية المستدامة (Mhlanga، 2023).

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم تحليل شامل ودقيق لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة في المملكة العربية السعودية، مع تقييم أثرها على الكفاءة الطاقية، وتقديم توصيات عملية لتعزيز الفوائد الاقتصادية والبيئية. من خلال هذه الدراسة، يمكن إلقاء الضوء على الإمكانيات المستقبلية لتقنيات الذكاء الاصطناعي في دعم رؤية المملكة 2030، وتعزيز مسيرة التحول الرقمي نحو اقتصاد أكثر استدامة وكفاءة.

مشكلة الدراسة

على الرغم من التقدم الكبير الذي شهدته المملكة العربية السعودية في تطوير قطاع الطاقة واعتماد سياسات تهدف إلى تحسين الاستدامة الطاقية، إلا أن معدلات استهلاك الطاقة ما تزال مرتفعة نسبيًا مقارنة بالقدرات الإنتاجية الفعلية. ويعود ذلك إلى عدة عوامل، منها الاعتماد الكبير على الوقود الأحفوري، وعدم كفاءة بعض الشبكات الكهربائية التقليدية، بالإضافة إلى غياب التكامل الكامل بين مصادر الطاقة التقليدية والمتجددة. كما أن الاستخدام غير الأمثل للطاقة في المنشآت الصناعية والتجارية والسكنية يؤدي إلى فقدان طاقات كبيرة، مما يزيد العبء الاقتصادي والبيئي على الدولة. وفي الوقت ذاته، يشهد العالم ثورة تكنولوجية في مجال الذكاء الاصطناعي، التي أثبتت فعاليتها في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة، سواء عبر التنبؤ بالطلب الطاق، أو إدارة الموارد بكفاءة، أو تقليل الهدر الطاق، إلا أن تطبيق هذه التقنيات على نطاق واسع في المملكة ما يزال محدودًا بسبب نقص الدراسات التحليلية الشاملة التي تقيّم أثرها العملي والتطبيقي.

- المشاكل المترتبة على مشكلة الدراسة

تترتب على مشكلة الدراسة الرئيسية مجموعة من التحديات والمشكلات التي تؤثر على قطاع الطاقة في المملكة، ومن أبرزها:

1. الهدر الطاق والاقتصادي؛ استمرار استهلاك الطاقة بشكل غير فعال يؤدي إلى زيادة التكاليف التشغيلية، سواء على مستوى المصانع أو الشبكات الكهربائية، مما يثقل كاهل الاقتصاد الوطني.
2. الأثر البيئي؛ الإفراط في استهلاك الطاقة يترتب عليه زيادة الانبعاثات الكربونية والملوثات البيئية، مما يعارض أهداف

الاستدامة البيئية التي تسعى إليها المملكة ضمن رؤية 2030.

3. ضعف التكامل بين مصادر الطاقة التقليدية والمتجددة؛ عدم توظيف الذكاء الاصطناعي بشكل فعال في إدارة

الشبكات يحد من الاستفادة القصوى من الطاقة الشمسية والرياح، وبالتالي يقلل من مرونة النظام الطاقى واستدامته.

4. نقص الدراسات التحليلية والتطبيقية؛ غياب الدراسات التي تقيم تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين

الكفاءة الطاقية يضع صناع القرار في موقف غير مدعوم بالبيانات الدقيقة والمعمقة، ما يبطئ عملية التحول الرقمي

في القطاع.

5. التحديات التقنية والإدارية؛ يتطلب دمج الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة وجود بنية تحتية متقدمة، وكوادر بشرية

متخصصة، وسياسات تنظيمية داعمة، وهو ما يشكل عائقاً أمام التنفيذ الفعال للتقنيات الحديثة (Selim، 2025).

استناداً إلى مشكلة الدراسة الرئيسية والتحديات المترتبة عليها، يمكن صياغة السؤال الرئيسي للدراسة على النحو التالي: ما أثر

تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية، وكيف يمكن توظيف هذه

التطبيقات بشكل فعال لتحقيق الاستدامة الاقتصادية والبيئية؟

أهمية الدراسة

- الأهمية العلمية

تكمن الأهمية العلمية لهذه الدراسة في تقديم تحليل معمق لدور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة،

وهو موضوع يشهد اهتماماً متزايداً على المستوى العالمي، لكنه ما زال محدود التطبيق والدراسة في السياق السعودي. فإدخال

الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة يتطلب فهماً دقيقاً للتقنيات الحديثة مثل التعلم الآلي، والتعلم العميق، وخوارزميات التنبؤ

بالطاقة، وكيفية تكاملها مع الشبكات الكهربائية وأنظمة الإنتاج. ومن خلال هذه الدراسة، سيتم تطوير إطار تحليلي يعكس

العلاقة بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتحسين الكفاءة الطاقية، مع التركيز على الخصائص الفريدة للسوق السعودي وبيئته

الاقتصادية والطبيعية. وبالتالي، فإن هذه الدراسة تضيف إلى المعرفة العلمية قاعدة بيانات متكاملة يمكن للباحثين والمهنيين

الاستفادة منها في الدراسات المستقبلية، سواء في مجالات الطاقة، أو الاستدامة البيئية، أو التطبيقات الذكية لتقنيات الذكاء

الاصطناعي. كما أن الدراسة تساهم في سد الفجوة البحثية المتعلقة بتقييم أثر الذكاء الاصطناعي على الكفاءة الطاقية في دول

تعتمد بشكل رئيسي على الطاقة، وهو ما يتيح تطوير نماذج نظرية وتطبيقية قابلة للاختبار والتحسين في السياقات المشابهة

(Husein، 2024).

- الأهمية العملية

أما الأهمية العملية لهذه الدراسة فتتجلى في قدرتها على تقديم توصيات استراتيجية لصناع القرار والمؤسسات الوطنية في قطاع الطاقة، بما يساهم في تحقيق كفاءة أعلى في الاستهلاك الطاقى وتقليل الهدر، وبالتالي تعزيز الاستدامة الاقتصادية والبيئية. فالاستفادة من الذكاء الاصطناعي في إدارة الطلب على الطاقة، وتحسين تشغيل الشبكات، ودمج مصادر الطاقة المتجددة، يمكن أن يؤدي إلى توفير الموارد، وتقليل التكاليف التشغيلية، وتحسين جودة الخدمات المقدمة للمستهلكين. كما أن النتائج العملية لهذه الدراسة يمكن أن تساعد في تطوير برامج تدريبية للكفاءات البشرية المتخصصة، وتصميم سياسات داعمة للتحويل الرقمي في قطاع الطاقة، بما يعزز جاهزية المملكة لتحقيق أهداف رؤية 2030 في الاستدامة والتحول الرقمي. بالإضافة إلى ذلك، فإن الدراسة توفر أدوات تقييم عملية لتحديد مجالات التحسين في استهلاك الطاقة على المستويين الصناعي والمنزلي، مما يساهم في الحد من الانبعاثات البيئية وتحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية والحفاظ على الموارد الطبيعية (Temizöz، 2025).

أهداف الدراسة

الهدف الرئيسي:

- تسعى هذه الدراسة إلى تحديد أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية، وتقييم دور هذه التطبيقات في تعزيز الاستدامة الاقتصادية والبيئية.

الأهداف الفرعية:

1. تحليل دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالطلب على الطاقة وتقليل الفاقد الطاقى.
2. تقييم مدى فعالية استخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة تشغيل الشبكات الكهربائية والمصادر التقليدية والمتجددة للطاقة.
3. استكشاف الإمكانيات المتاحة لتوظيف الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة لتعزيز الاستدامة البيئية وتقليل الانبعاثات الكربونية.
4. تحديد التحديات التقنية والإدارية التي تواجه تطبيق الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة بالمملكة وسبل معالجتها.
5. تقديم توصيات استراتيجية لصناع القرار والمؤسسات الوطنية لتعزيز الاستفادة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين الكفاءة الطاقية.

تساؤلات الدراسة

التساؤل الرئيسي:

- ما أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية، وكيف يمكن توظيف هذه التطبيقات بشكل فعال لتحقيق الاستدامة الاقتصادية والبيئية؟

الأسئلة الفرعية:

1. كيف تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالطلب على الطاقة وتقليل الفاقد في استهلاكها؟
2. ما مدى فعالية تطبيق الذكاء الاصطناعي في تحسين تشغيل الشبكات الكهربائية وتوزيع الطاقة بين المصادر التقليدية والمتجددة؟
3. كيف يمكن للذكاء الاصطناعي أن يساهم في تقليل الأثر البيئي الناتج عن استهلاك الطاقة في المملكة؟
4. ما هي التحديات التقنية والإدارية التي تواجه تطبيق الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة، وكيف يمكن التغلب عليها؟
5. ما السياسات والاستراتيجيات التي يمكن تبنيها لتعزيز الاستفادة من الذكاء الاصطناعي في تعزيز كفاءة استهلاك الطاقة؟

فرضيات الدراسة

الفرضية الرئيسية:

- تُفترض هذه الدراسة أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي لها أثر إيجابي وملحوظ على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية، بما يساهم في تعزيز الاستدامة الاقتصادية والبيئية.

الفرضيات الفرعية:

1. استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي يقلل بشكل ملحوظ الفاقد الطاقي ويزيد كفاءة التنبؤ بالطلب على الطاقة.
2. تطبيق الذكاء الاصطناعي في تشغيل الشبكات الكهربائية يساهم في تحسين توزيع الطاقة بين المصادر التقليدية والمتجددة.
3. اعتماد الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة يؤدي إلى تقليل الانبعاثات الكربونية والأثر البيئي السلبي المرتبط بالاستهلاك الطاقي.
4. وجود بنية تحتية متقدمة وكفاءات بشرية متخصصة سيزيد من فعالية تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة.

5. تبني سياسات واستراتيجيات داعمة لتطبيق الذكاء الاصطناعي يعزز تحقيق أهداف الاستدامة والتحول الرقمي في المملكة.

النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث

تشكل نظرية الانتشار التكنولوجي التي طورها إيفرت روجرز من أكثر النظريات ملاءمة لتفسير العلاقة بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة، إذ تفسر كيفية انتقال الابتكارات التقنية من مرحلة التطوير إلى مرحلة التبني والاستخدام الواسع داخل المؤسسات والمجتمعات، والعوامل التي تؤثر في سرعة انتشارها ومدى قبولها. وتفترض النظرية أن نجاح أي تقنية حديثة لا يعتمد فقط على كفاءتها التقنية، وإنما يتوقف أيضًا على إدراك المستخدمين لقيمتها الاقتصادية والبيئية، وسهولة استخدامها، ومدى توافقها مع الأنظمة القائمة، وإمكانية اختبارها قبل التطبيق الكامل، بالإضافة إلى وضوح النتائج الإيجابية المترتبة عليها.

تمثل تطبيقات الذكاء الاصطناعي أحد أهم الابتكارات التقنية التي تشهد انتشارًا متسارعًا في قطاع الطاقة بالمملكة العربية السعودية، حيث تتجه الجهات الحكومية والشركات إلى توظيف تقنيات التعلم الآلي، وتحليل البيانات الضخمة، وإنترنت الأشياء، وأنظمة التنبؤ الذكية من أجل إدارة استهلاك الطاقة بكفاءة أعلى، وتقليل الهدر، وتحسين استدامة الموارد. ووفقًا للنظرية، فإن المؤسسات التي تدرك المزايا النسبية لهذه التطبيقات تكون أكثر استعدادًا لتبنيها مقارنة بالمؤسسات التي لا تزال تعتمد على الأساليب التقليدية لإدارة الطاقة.

وتوضح النظرية أن عملية تبني الابتكار تمر بعدة مراحل تبدأ بالوعي بالتقنية الجديدة، ثم الاهتمام بها، يلي ذلك تقييم مدى ملاءمتها لاحتياجات المؤسسة، ثم تجربتها بصورة محدودة، وأخيرًا اعتمادها بشكل كامل ضمن العمليات التشغيلية. ويمكن إسقاط هذه المراحل على واقع التحول الرقمي في قطاع الطاقة السعودي؛ إذ بدأت العديد من الجهات في تنفيذ مشاريع تجريبية تعتمد على الذكاء الاصطناعي لإدارة الأحمال الكهربائية، ومراقبة الشبكات، والتنبؤ بالاستهلاك، قبل تعميم هذه الحلول على نطاق أوسع. ويعكس هذا التسلسل المنطقي المراحل التي أشارت إليها النظرية في تفسير انتشار الابتكارات التقنية.

كما تؤكد النظرية أن الخصائص الأساسية للابتكار تؤثر بصورة مباشرة في معدل انتشاره، ومن أهمها الميزة النسبية، أي مقدار ما تحققه التقنية من فوائد مقارنة بالحلول التقليدية. وفي حالة تطبيقات الذكاء الاصطناعي، تتمثل هذه الميزة في قدرتها على تحليل ملايين البيانات التشغيلية بصورة لحظية، والتنبؤ بأوقات الذروة، واكتشاف الأعطال قبل وقوعها، وتحسين توزيع

الأحمال الكهربائية، الأمر الذي يؤدي إلى رفع كفاءة استخدام الطاقة وتقليل التكاليف التشغيلية. أما الخاصية الثانية فهي التوافق، والتي تشير إلى مدى انسجام الابتكار مع الأنظمة والسياسات القائمة، وهو ما يتوافق مع رؤية المملكة 2030 التي جعلت التحول الرقمي والطاقة المستدامة من أهم مرتكزات التنمية الاقتصادية.

وتبرز كذلك خاصية سهولة الاستخدام باعتبارها عاملاً مهماً في نجاح تطبيقات الذكاء الاصطناعي، إذ كلما كانت الأنظمة الذكية سهلة التشغيل وقابلة للتكامل مع البنية الرقمية للمؤسسات، زادت فرص انتشارها وتوسع استخدامها. كما تؤكد النظرية أهمية إمكانية تجربة الابتكار على نطاق محدود قبل تعميمه، وهو ما يسمح بتقليل المخاطر التشغيلية وتحسين مستوى الثقة لدى متخذي القرار. إضافة إلى ذلك، فإن وضوح النتائج الإيجابية المترتبة على استخدام الذكاء الاصطناعي، مثل انخفاض معدلات استهلاك الطاقة وتحسن كفاءة التشغيل، يشجع المؤسسات الأخرى على تبني هذه التطبيقات، وهو ما يؤدي إلى تسارع انتشارها داخل القطاع.

ومن منظور الدراسة الحالية، تساعد نظرية الانتشار التكنولوجي في تفسير الكيفية التي تؤثر بها تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة، حيث تفترض أن ارتفاع مستوى تبني هذه التطبيقات داخل المؤسسات السعودية يؤدي إلى تحسين جودة القرارات التشغيلية، وزيادة دقة التنبؤ بالاستهلاك، وتحقيق إدارة أكثر كفاءة للموارد الطاقية. كما توضح أن نجاح تطبيقات الذكاء الاصطناعي لا يرتبط بالتقنية وحدها، وإنما يعتمد أيضاً على جاهزية البنية التحتية الرقمية، وتوافر الكفاءات البشرية، والدعم الحكومي، والثقافة التنظيمية الداعمة للابتكار.

وتنسجم هذه النظرية بصورة كبيرة مع واقع المملكة العربية السعودية، التي تشهد توسعاً ملحوظاً في برامج التحول الرقمي ومشروعات المدن الذكية والطاقة المتجددة، حيث أصبح الذكاء الاصطناعي أحد المحركات الرئيسة لتطوير شبكات الكهرباء الذكية، وتحسين كفاءة إدارة الطاقة في القطاعات الصناعية والتجارية والسكنية. كما تدعم المبادرات الوطنية الخاصة بالتحول الرقمي والاقتصاد المعرفي عملية انتشار هذه التقنيات، وهو ما يجعل نظرية الانتشار التكنولوجي إطاراً علمياً مناسباً لتفسير العلاقة بين متغيرات الدراسة.

تعتمد الدراسة الحالية على نظرية الانتشار التكنولوجي بوصفها الإطار النظري الرئيس الذي يفسر العلاقة بين المتغير المستقل المتمثل في تطبيقات الذكاء الاصطناعي، والمتغير التابع المتمثل في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة، إذ تفترض النظرية أن زيادة تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي وانتشارها داخل المؤسسات السعودية يسهم في تعزيز كفاءة استخدام الطاقة، وتحسين

عمليات المراقبة والتحليل، وتقليل الفاقد، ودعم الاستدامة البيئية والاقتصادية، بما ينسجم مع مستهدفات التنمية المستدامة
ورؤية المملكة العربية السعودية 2030.

الفصل الثاني

الدراسات السابقة

المقدمة

يمثل الفصل الثاني الركيزة العلمية التي يستند إليها البحث في بناء إطاره الفكري والمعرفي، إذ يهدف إلى تقديم معالجة علمية متعمقة للمفاهيم الأساسية المرتبطة بموضوع الدراسة، مع توضيح العلاقات التي تربط بين متغيراتها في ضوء الأدبيات العلمية الحديثة والنظريات ذات الصلة. ويكتسب هذا الفصل أهميته من كونه يوفر الأساس الذي تُبنى عليه بقية فصول الدراسة، حيث يساهم في تحديد المفاهيم بدقة، وإزالة أي غموض قد يحيط بها، إضافة إلى توضيح الاتجاهات العلمية المختلفة التي تناولت موضوع الذكاء الاصطناعي وكفاءة استهلاك الطاقة، بما يضمن وجود قاعدة معرفية راسخة تساعد في تفسير النتائج التي سيتم التوصل إليها لاحقًا.

ويأتي هذا الفصل استجابة للتطورات المتسارعة التي يشهدها مجال الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في مختلف القطاعات، ولا سيما قطاع الطاقة الذي أصبح أحد أكثر القطاعات اعتمادًا على التقنيات الذكية لتحقيق الكفاءة التشغيلية والاستدامة البيئية. ومن هذا المنطلق، يسعى الفصل إلى استعراض البناء المفاهيمي للدراسة بصورة مترابطة، مع بيان كيفية تطور الأفكار العلمية المرتبطة بالموضوع، وتوضيح أبعادها المختلفة، واستعراض أهم النماذج والتوجهات التي تناولها الباحثون في الأدبيات السابقة، بما يساهم في تكوين رؤية علمية شاملة حول طبيعة العلاقة بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة.

كما يركز هذا الفصل على تحليل النتائج العلمي السابق من خلال استعراض أبرز الدراسات التي تناولت موضوع الدراسة بصورة مباشرة أو غير مباشرة، ومناقشة ما توصلت إليه من نتائج، مع إبراز أوجه الاتفاق والاختلاف بينها، وتحديد الجوانب التي لا تزال بحاجة إلى مزيد من البحث والدراسة. ويساعد هذا التحليل في الكشف عن الفجوة البحثية التي تسعى الدراسة الحالية إلى معالجتها، كما يبرز القيمة العلمية المضافة التي تقدمها مقارنة بالدراسات السابقة، سواء من حيث البيئة التطبيقية أو المتغيرات المدروسة أو المنهجية المستخدمة.

وتبرز أهمية هذا الفصل كذلك في اعتماده على إطار نظري متماسك يفسر العلاقات بين متغيرات الدراسة، ويقدم الأساس العلمي الذي يمكن من خلاله تفسير النتائج ومناقشتها في ضوء النظريات العلمية المعاصرة. فالإطار النظري لا يقتصر على عرض المفاهيم، وإنما يساهم في بناء نموذج فكري يوضح آلية تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي في رفع كفاءة استهلاك الطاقة، ويعزز من قدرة الباحث على تفسير النتائج تفسيرًا علميًا ومنطقيًا، بما يحقق الترابط بين الجوانب النظرية والتطبيقية للدراسة.

يمثل هذا الفصل نقطة الانطلاق الفكرية للبحث، حيث يجمع بين التأصيل العلمي والتحليل النقدي للأدبيات وبناء الأساس النظري الذي تستند إليه الدراسة. كما يسهم في تكوين تصور متكامل حول موضوع البحث، ويعزز من قوة الدراسة العلمية من خلال الربط المنهجي بين المعرفة النظرية والواقع التطبيقي في المملكة العربية السعودية، بما يدعم تحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن تساؤلاتها بصورة علمية دقيقة.

المتغير التابع والمستقل

تستند الدراسة الحالية إلى نموذج بحثي يهدف إلى تفسير أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية، وذلك من خلال دراسة مجموعة من المتغيرات المستقلة التي تمثل أبعاد توظيف الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة، وقياس مدى تأثيرها في المتغير التابع المتمثل في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة. ويعكس هذا النموذج الاتجاهات الحديثة في الدراسات الإدارية والتقنية التي تؤكد أن الاستفادة من الذكاء الاصطناعي لا تقتصر على تطوير العمليات التشغيلية فحسب، بل تمتد لتشمل تعزيز كفاءة استخدام الموارد، ورفع مستوى الاستدامة، وتحسين جودة القرارات المتعلقة بإدارة الطاقة. وفيما يلي عرض تفصيلي لمتغيرات الدراسة.

- المتغير التابع: تحسين كفاءة استهلاك الطاقة

يشير تحسين كفاءة استهلاك الطاقة إلى قدرة المؤسسات على استخدام الطاقة بصورة تحقق أعلى إنتاجية ممكنة مع تقليل معدلات الفاقد والهدر، وذلك من خلال تحسين إدارة الموارد الطاقية، وترشيد الاستهلاك، وزيادة كفاءة تشغيل الأنظمة المختلفة. ويعد هذا المفهوم من أهم المؤشرات التي تعتمد عليها الدول لقياس مستوى الاستدامة الاقتصادية والبيئية، حيث يساهم في تخفيض التكاليف التشغيلية، وتقليل الانبعاثات الكربونية، والمحافظة على الموارد الطبيعية، وتحقيق الاستخدام الأمثل لمصادر الطاقة.

وفي ظل التطورات التقنية الحديثة، لم يعد تحسين كفاءة استهلاك الطاقة يعتمد على الإجراءات التقليدية فقط، بل أصبح يرتبط بصورة وثيقة بالحلول الرقمية الذكية التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء. إذ تتيح هذه التقنيات مراقبة استهلاك الطاقة بصورة لحظية، وتحليل الأنماط التشغيلية، والتنبؤ بمستويات الطلب المستقبلية، والكشف المبكر عن مصادر الهدر، مما يساعد متخذي القرار على تنفيذ إجراءات تصحيحية تساهم في رفع كفاءة الأداء وتقليل الاستهلاك غير الضروري.

كما يمثل تحسين كفاءة استهلاك الطاقة أحد الأهداف الرئيسية لرؤية المملكة العربية السعودية 2030، التي أولت اهتمامًا كبيرًا بتطوير قطاع الطاقة من خلال التحول الرقمي وتوظيف التقنيات الذكية في إدارة الشبكات الكهربائية والمنشآت الصناعية والمرافق الحكومية. ويؤدي تحقيق مستويات مرتفعة من الكفاءة إلى تحسين القدرة التنافسية للمؤسسات، وتعزيز استدامة التنمية الاقتصادية، وزيادة الاعتماد على الطاقة النظيفة، وتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد الوطنية.

ومن ثم فإن المتغير التابع في هذه الدراسة يعبر عن مستوى التحسن الذي تحققه المؤسسات في إدارة الطاقة نتيجة تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي، ويقاس من خلال مؤشرات متعددة تشمل تقليل معدلات الهدر، ورفع كفاءة التشغيل، وتحسين إدارة الأحمال الكهربائية، وخفض تكاليف استهلاك الطاقة، وزيادة كفاءة استخدام الموارد الطاقية.

- المتغيرات المستقلة

1. توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة

يقصد بتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة استخدام الأنظمة الذكية والخوارزميات المتقدمة في مراقبة عمليات إنتاج الطاقة وتوزيعها واستهلاكها، بهدف تحسين كفاءة الإدارة واتخاذ القرارات بصورة أكثر دقة وسرعة. وتشمل هذه التطبيقات تقنيات التعلم الآلي، والشبكات العصبية الاصطناعية، وتحليل البيانات الضخمة، والرؤية الحاسوبية، وإنترنت الأشياء، والتي أصبحت تمثل الأساس التقني للشبكات الكهربائية الذكية وأنظمة إدارة الطاقة الحديثة.

وتكمن أهمية هذا المتغير في أن الذكاء الاصطناعي يتيح للمؤسسات تحليل كميات ضخمة من البيانات التشغيلية في وقت قصير، مما يساعد على اكتشاف الأنماط غير الطبيعية في استهلاك الطاقة، وتحديد مصادر الفاقد، وتحسين توزيع الأحمال الكهربائية، وإدارة الموارد الطاقية بصورة أكثر كفاءة. كما يساهم في دعم القرارات التشغيلية والاستراتيجية من خلال توفير معلومات دقيقة وحديثة تساعد المديرين في التخطيط وإدارة الطاقة وفق أسس علمية.

وتزداد أهمية هذا المتغير في المملكة العربية السعودية في ظل التوسع في مشاريع التحول الرقمي والمدن الذكية، حيث تسعى الجهات الحكومية والقطاع الخاص إلى توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتعزيز استدامة قطاع الطاقة وتحسين كفاءة استخدام الموارد. ولذلك فإن ارتفاع مستوى توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة من المتوقع أن يؤدي إلى تحسين الأداء التشغيلي، وتقليل معدلات الاستهلاك، وتعزيز كفاءة إدارة الطاقة داخل المؤسسات.

2. دقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة

تمثل دقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة أحد أهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة، حيث تعتمد الأنظمة الذكية على تحليل البيانات التاريخية والبيانات اللحظية والمتغيرات البيئية والاقتصادية والسكانية للتنبؤ بمستويات الطلب المستقبلية على الطاقة بدرجة عالية من الدقة. ويساعد ذلك الجهات المسؤولة على إعداد خطط تشغيلية أكثر كفاءة، وتوزيع الموارد بصورة تحقق أعلى مستويات الأداء.

وتساهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة التحليلات من خلال استخدام نماذج تعلم آلي قادرة على التعرف على الأنماط المعقدة التي يصعب اكتشافها باستخدام الأساليب التقليدية، مما يؤدي إلى تحسين دقة التوقعات وتقليل الأخطاء في تقدير الأحمال الكهربائية. كما تساعد هذه النماذج في التنبؤ بأوقات الذروة، والاستعداد للتغيرات المفاجئة في معدلات الاستهلاك، وإدارة الموارد الطاقية بصورة أكثر مرونة.

إن التنبؤ الدقيق بالطلب يساهم في تقليل الفاقد الناتج عن الإنتاج الزائد أو النقص في الطاقة، ويخفض التكاليف التشغيلية، ويزيد من استقرار الشبكات الكهربائية، ويعزز القدرة على دمج مصادر الطاقة المتجددة ضمن منظومة الطاقة الوطنية. ولذلك يمثل هذا المتغير أحد أهم العوامل المؤثرة في رفع كفاءة استهلاك الطاقة وتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد.

3. الأتمتة الذكية وتحسين تشغيل أنظمة الطاقة

تشير الأتمتة الذكية إلى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تشغيل الأنظمة المختلفة بصورة آلية مع الحد الأدنى من التدخل البشري، اعتمادًا على تحليل البيانات واتخاذ القرارات التشغيلية بصورة فورية. وتعد الأتمتة من أبرز تطبيقات الثورة الصناعية الرابعة، حيث تساهم في رفع كفاءة الأداء وتقليل الأخطاء البشرية وتحسين سرعة الاستجابة للمتغيرات التشغيلية. وفي قطاع الطاقة، تساهم الأتمتة الذكية في مراقبة الشبكات الكهربائية بشكل مستمر، واكتشاف الأعطال بصورة مبكرة، وإعادة توزيع الأحمال تلقائيًا، وإدارة عمليات التشغيل والإيقاف وفق مستويات الطلب الفعلية. كما تساعد على تنفيذ الصيانة التنبؤية للمعدات، مما يقلل من الأعطال المفاجئة ويطيل العمر التشغيلي للأصول ويخفض تكاليف الصيانة.

وتؤدي الأتمتة الذكية أيضًا إلى تحسين كفاءة استخدام الطاقة من خلال تشغيل المعدات وفق الاحتياجات الفعلية، وتقليل فترات التشغيل غير الضرورية، وتحسين استهلاك الطاقة في المباني والمنشآت الصناعية والمرافق العامة. ولذلك فإن المؤسسات التي تتوسع في تطبيق حلول الأتمتة الذكية تحقق مستويات أعلى من الكفاءة التشغيلية والاستدامة مقارنة بالمؤسسات التي تعتمد على الأنظمة التقليدية.

العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع

تقوم الدراسة الحالية على افتراض وجود علاقة تأثير إيجابية مباشرة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع، حيث إن توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة يوفر بيئة تشغيلية تعتمد على البيانات والتحليلات الذكية، مما يساهم في تحسين إدارة الموارد الطاقية واتخاذ قرارات أكثر كفاءة. كما أن ارتفاع مستوى دقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة يؤدي إلى

تحسين التخطيط للإنتاج والتوزيع وتقليل الفاقد الناتج عن سوء تقدير الاحتياجات المستقبلية، الأمر الذي ينعكس إيجاباً على كفاءة استهلاك الطاقة.

وفي الوقت نفسه، تسهم الأتمتة الذكية في تحسين تشغيل أنظمة الطاقة من خلال التحكم الآلي في العمليات التشغيلية، والاكتشاف المبكر للأعطال، وإدارة الأحمال بصورة ديناميكية، وهو ما يؤدي إلى تقليل الهدر ورفع كفاءة الأداء التشغيلي. ومن المتوقع أن تعمل هذه المتغيرات بصورة تكاملية، بحيث يعزز كل منها أثر الآخر، مما يؤدي إلى تحقيق مستويات أعلى من كفاءة استهلاك الطاقة داخل المؤسسات السعودية.

تفترض الدراسة أن كلما ارتفع مستوى توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة، وزادت دقة التحليلات والتنبؤ بالطلب، وتوسعت ممارسات الأتمتة الذكية في تشغيل أنظمة الطاقة، ارتفع مستوى تحسين كفاءة استهلاك الطاقة. ومن ثم فإن هذه المتغيرات المستقلة تمثل المحركات الرئيسة التي تسعى الدراسة إلى اختبار أثرها في تحقيق الاستخدام الأمثل للطاقة ودعم الاستدامة وتحقيق مستهدفات رؤية المملكة العربية السعودية 2030 في مجال التحول الرقمي وكفاءة الطاقة.

الدراسات السابقة

أصبح الذكاء الاصطناعي جزءاً لا يتجزأ من العمليات اليومية للمؤسسات، لا سيما في مجال المحاسبة، حيث يُسهم في رفع كفاءة ودقة العمل على مختلف المهام، فضلاً عن تحسين نتائج تحليل البيانات. وفي المملكة العربية السعودية، يُعدّ تبني الذكاء الاصطناعي في أنظمة المحاسبة للشركات الصناعية عنصراً أساسياً في تحقيق رؤية 2030، التي تهدف إلى الابتكار والتنوع الاقتصادي والتنمية المستدامة. يقيم دراسة (Mekhlaif، 2024) دور الذكاء الاصطناعي في تحسين أنظمة المحاسبة وتأثيره على أهداف التنمية المستدامة لرؤية 2030. أُجريت الدراسة على 250 محاسباً ومديرًا ماليًا باستخدام استبيانات كمية، وعلى 15 متخصصاً في الذكاء الاصطناعي والمحاسبة من خلال مقابلات نوعية. كما جُمعت المعلومات من التقارير السنوية للشركات والوثائق الحكومية. استُخدم برنامج SPSS لتحليل البيانات الإحصائية الوصفية، بينما خضعت البيانات النوعية للتحليل الموضوعي. أظهرت الدراسة أن تطبيق الذكاء الاصطناعي حسن من تقليل الأخطاء بنسبة 85%، وتحسين إعداد التقارير بنسبة 78%، والتنبؤ بنسبة 67%. ومن أبرز المشكلات التي واجهها الباحثون: نقص المهارات التقنية (59%)، وارتفاع تكاليف التطبيق (52%). أظهرت الدراسة وجود علاقة إيجابية بين استخدام الذكاء الاصطناعي وتحقيق الأهداف الاقتصادية والبيئية لرؤية

2030. كما ركزت الدراسة على التحديات التي يجب معالجتها لتعزيز تطبيق الذكاء الاصطناعي في دعم التنمية الصناعية المستدامة، بما في ذلك تدريب الموظفين والاستثمار في البنية التحتية.

تستكشف دراسة (jawad, 2024) إمكانات الذكاء الاصطناعي في تعزيز التنمية المستدامة من خلال تحسين الابتكار، وتبسيط عملية صنع القرار، وزيادة الإنتاجية. وتركز على معالجة القضايا الاجتماعية والاقتصادية والبيئية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، مثل التعلم الآلي وتحليلات البيانات الضخمة. يمكن للذكاء الاصطناعي تحسين الكفاءة الاقتصادية من خلال تعزيز الإنتاجية، والحد من هدر الموارد، وتبسيط سلاسل التوريد. كما يمكنه توفير الوصول إلى الخدمات الأساسية كالرعاية الصحية والتعليم، وتقديم حلول مخصصة تلبي احتياجات المجتمعات المحلية، مما يعزز العدالة الاجتماعية. تناقش الدراسة أصول الذكاء الاصطناعي وتطوره، بالإضافة إلى تطبيقاته العملية في الزراعة المستدامة، وإدارة المياه، والطاقة. وتسلط الضوء على تحديات مثل قضايا الخصوصية والأخلاقيات، وتؤكد على الحاجة إلى حلول متكاملة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة. يهدف المشروع إلى دراسة كيفية دعم الذكاء الاصطناعي للتنمية المستدامة من خلال تحسين التصنيع، والحد من الأثر البيئي، وتعزيز كفاءة استخدام الموارد الطبيعية. كما يسعى إلى تحسين التعاون بين مختلف الجهات المعنية، كالحكومات والشركات والمجتمع المدني.

تستكشف دراسة (Mgammal, 2024) التأثير التحويلي للذكاء الاصطناعي على الإجراءات المحاسبية في المملكة العربية السعودية، وذلك من خلال دراسة مواقف المحاسبين وفهمهم وممارساتهم فيما يتعلق بتطبيق الذكاء الاصطناعي. وباستخدام استبيان وُزِعَ على المحاسبين في المملكة، تم تحليل البيانات باستخدام تقنية المربعات الصغرى الجزئية (PLS). وقد وجدنا علاقات مباشرة هامة بين الوعي بالذكاء الاصطناعي واستخدامه، وبين تفاعل المحاسبين معه، وتأثير الذكاء الاصطناعي على الإجراءات المحاسبية. تشير هذه النتيجة إلى أن المحاسبين الملمين بالذكاء الاصطناعي والمستخدمين له هم أكثر عرضة للانخراط فيه، مما يؤدي إلى تغييرات إيجابية في الإجراءات المحاسبية. علاوة على ذلك، تشير العلاقة الإيجابية القوية بين تأثير الذكاء الاصطناعي على الإجراءات المحاسبية وكفاءة المحاسبة إلى تأثير إيجابي كبير. وكشفت النتائج أن تفاعل المحاسبين مع الذكاء الاصطناعي وتأثيره لعبا دورًا وسيطًا هامًا في هذه العلاقات. تشير هذه النتائج إلى أنه في حين أن الوعي بالذكاء الاصطناعي واستخدامه وحدهما يمكن أن يؤديا إلى تحسين النتائج المحاسبية، إلا أن هذا التأثير يتوسطه مستوى التفاعل مع الذكاء الاصطناعي وتأثيره. نقدم أدلة قوية على أن الذكاء الاصطناعي يؤثر إيجابًا على مهنة المحاسبة. فالمحاسبون الذين يدركون أهمية الذكاء الاصطناعي ويستخدمونه هم أكثر عرضة للانخراط فيه وتجربته، وبالتالي تحقيق تغييرات إيجابية في إجراءاتهم المحاسبية.

نقدم رؤى نظرية حول تأثير الذكاء الاصطناعي على الإجراءات المحاسبية، ونوفر موارد قيّمة للأكاديميين، ونقترح مجالات للبحث المستقبلي. كما نزود الممارسين باستراتيجيات فعّالة لدمج الذكاء الاصطناعي في ممارساتهم، مع تسليط الضوء على تسخير إمكاناته التحويلية ومعالجة التحديات المحتملة.

تدرس دراسة (Al-Ruwailiy, 2024) أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على جودة أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية في المملكة العربية السعودية، مع التركيز على أدوار هذه التطبيقات: التنبؤ والتوقع، وإدارة استجابة الطلب، وتحسين الشبكة وأتمتتها، ودمج موارد الطاقة الموزعة، وتحسين تخزين الطاقة، وتعزيز الأمن والمرونة، وتأثيرها على مؤشرات أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وأدائها، وموثوقيتها وصيانتها، وجودة مكوناتها، وتأثيرها البيئي ومتانتها، وسلامتها والتزامها بالمعايير، ورضا المستخدمين بشكل عام. ونظرًا لتزايد دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إعادة تشكيل الصناعات العالمية، فإن فهم فوائدها المحددة في سياق المملكة العربية السعودية يُعد أمرًا بالغ الأهمية لتحقيق رؤية المملكة 2030. وقد اعتمد البحث منهجًا كميًا، مستهدفًا العاملين في ثلاث محطات توليد طاقة في المملكة. وتم جمع البيانات من خلال استبيان منظم، حيث تم الاحتفاظ بـ 344 استجابة صالحة. واستخدم تحليل الانحدار الخطي المتعدد لتحليل العلاقات بين أبعاد أدوار تطبيقات الذكاء الاصطناعي ومؤشرات جودة أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية. وأكدت النتائج أن جميع أبعاد أدوار تطبيقات الذكاء الاصطناعي لها تأثير إيجابي كبير على جودة أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية. تُسهم هذه الدراسة في إثراء الأبحاث المحدودة حول دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في جودة أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية في المملكة العربية السعودية، مُقدمة رؤى قيّمة لأصحاب المصلحة الساعين إلى تحسين جودة هذه الأنظمة بشكل عام. وتشمل التوصيات إعطاء الأولوية لتبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي تُعزز أداء أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وموثوقيتها، وسهولة صيانتها، وجودة مكوناتها، وتأثيرها البيئي، ومتانتها، وسلامتها، والتزامها بالمعايير، ورضا المستخدمين عنها، وذلك لتحقيق الجودة المثلى لهذه الأنظمة.

تتناول دراسة (Alharbi, 2025) الدور المحوري للذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة بالمملكة العربية السعودية، مع التركيز على أثره في تحسين إنتاج النفط والغاز وتعزيز حلول الطاقة المتجددة. ونظرًا لاعتماد المملكة الاقتصادي على الطاقة، تؤكد أن الذكاء الاصطناعي لا يُحسن الكفاءة التشغيلية فحسب، بل يلعب أيضًا دورًا حاسمًا في تسهيل التحول نحو ممارسات الطاقة المستدامة. ومن خلال تحليل شامل، أستعرض السياق التاريخي للذكاء الاصطناعي في صناعة النفط والغاز، وأدرس تطبيقاته في الصيانة التنبؤية وتحليل البيانات، وأسلط الضوء على دراسات حالة ناجحة تُبين فعالية الذكاء الاصطناعي في قطاعي الطاقة التقليدية والمتجددة. وتُبرز النتائج إمكانات الذكاء الاصطناعي في دفع عجلة الاستدامة الاقتصادية وتحقيق

الأهداف البيئية، مما يُشير في نهاية المطاف إلى أن المزيد من البحوث والدعم السياسي ضروريان لتعزيز فوائد الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة بالمملكة العربية السعودية.

أعلنت المملكة العربية السعودية عن هدفها الطموح المتمثل في إنتاج نحو 50% من احتياجاتها من الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، وذلك ضمن رؤيتها 2030. وقد حظي تأثير سياسة الطاقة في المملكة على المجالات الاقتصادية باهتمام بحثي مكثف خلال العقد الماضي. تهدف دراسة (Alnemeiri, 2025) إلى تحقيق هدفين رئيسيين: أولهما، إجراء تحليل منهجي ومبسط للدراسات السابقة، وثانيهما، تحديد الثغرات المحتملة التي ينبغي تغطيتها في الأدبيات المتخصصة في هذا الموضوع. يستند هذا التحليل إلى بحث انتقائي عن المنشورات ذات الصلة في قواعد بيانات أكاديمية معترف بها. وقد جُمعت الدراسات في خمسة مجالات لتقديم مراجعة معمقة لاستراتيجية تنوع مصادر الطاقة في المملكة العربية السعودية خلال فترات زمنية مختلفة. وتشمل هذه المجالات: التأثير على الاقتصاد المحلي، والبصمة البيئية للمملكة، وإمكانات الاستثمار، والتحليل التقني والاقتصادي، ودور شركة أرامكو السعودية. نتناول في هذا البحث تأثير هذه الاستراتيجية على الاقتصاد المحلي، والبصمة البيئية للمملكة، وإمكانات الاستثمار، والتحليل التقني والاقتصادي، ودور شركة أرامكو السعودية. استنادًا إلى مراجعتنا للأدبيات، توصلت معظم الدراسات إلى وجود ارتباط إيجابي بين الطاقة المتجددة والقطاعات الاقتصادية في المملكة العربية السعودية، ومساهمتها في تقليل الأثر البيئي، وحاجتها إلى استثمارات ضخمة، لا سيما في تطوير الطاقة الشمسية والأنظمة الهجينة، حيث تُعدّ أرامكو من أبرز المستثمرين في هذا المجال. مع ذلك، فإنّ تأثير أنظمة الطاقة المتجددة الواعدة والمجدية على عائدات النفط في المملكة العربية السعودية موضوعٌ جديرٌ بمزيد من البحث.

على الرغم من أن الذكاء الاصطناعي يُعدّ محركًا أساسيًا للجولة الجديدة من التحول التكنولوجي، إلا أن دوره المحوري في تحسين كفاءة استخدام الطاقة لم يحظَ بالاهتمام الكافي. يستكشف هذا التحليل تجريبيًا كيفية تأثير تطبيق تقنية الذكاء الاصطناعي على كفاءة استخدام الطاقة باستخدام بيانات من مدن صينية خلال الفترة من 2008 إلى 2021. وفيما يلي الاستنتاجات الرئيسية: (1) تطبيقات تقنية الذكاء الاصطناعي قادرة على تعزيز كفاءة استخدام الطاقة، وتبقى النتائج صحيحة بعد إجراء اختبارات موثوقة شاملة؛ (2) يُظهر البحث في الآلية أن تطبيقات تقنية الذكاء الاصطناعي قادرة على تحسين كفاءة استخدام الطاقة من خلال التأثيرات التكنولوجية وتأثيرات الحجم؛ (3) تُعدّ اللوائح البيئية والبنية التحتية الرقمية عوامل مُعدِّلة إيجابية لتأثير تطبيقات تقنية الذكاء الاصطناعي على كفاءة استخدام الطاقة؛ (4) يُظهر تحليل التباين أن التأثير الإيجابي لتطبيقات تقنية الذكاء الاصطناعي على كفاءة استخدام الطاقة يكون أكثر وضوحًا في المدن التي تعتمد على الموارد، والمدن ذات

الأسس الصناعية غير التقليدية، وتلك التي تُولي اهتمامًا كبيرًا لحماية البيئة. إن تطبيق تقنية الذكاء الاصطناعي يعزز بشكل كبير كفاءة الطاقة، وهو ما يثبت صحته عبر اختبارات موثوقة متعددة (Xie، 2025).

مع استمرار تزايد الطلب العالمي على الطاقة، تُتيح ابتكارات تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي فرصًا واعدة لتحسين كفاءة الطاقة ودعم التحولات المستدامة في هذا القطاع. في الوقت نفسه، يُعيد دمج الطاقة المتجددة تشكيل أنظمة الطاقة ويؤثر على أنماط استهلاكها. تتناول دراسة (Gyau، 2026) العلاقة بين ابتكارات تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي وكثافة الطاقة باستخدام بيانات لوحة لـ 42 دولة خلال الفترة 2000-2022. يكشف التحليل باستخدام طريقة انحدار التأثيرات الثابتة للأخطاء المعيارية لدريسكول وكراي أن ابتكارات تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي تُقلل بشكل ملحوظ من كثافة الطاقة؛ ومع ذلك، تشير الأدلة على وجود علاقة على شكل حرف U إلى أن تأثيرها المُخفّض قد ينعكس عند تجاوز عتبة معينة. يُساهم النمو الاقتصادي، والانفتاح التجاري، والتطور المالي، واللوائح الحكومية في خفض كثافة الطاقة، بينما يؤدي الاستثمار الأجنبي والعمالة الماهرة إلى زيادتها. تُظهر اختبارات الآلية أن ابتكارات تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي تُقلل من كثافة الطاقة من خلال تعزيز تطوير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وأن الطاقة المتجددة تُعزز هذا التأثير. تُشير تحليلات التباين إلى أن تأثير ابتكارات تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي على كثافة الطاقة كبير في الاقتصادات المتقدمة، ولكنه ضئيل في الدول النامية. توفر هذه النتائج رؤية تجريبية لصناع السياسات، مؤكدة على ضرورة موازنة مبادرة الشفافية في مجال الطاقة مع التحولات في مجال الطاقة المتجددة من خلال استراتيجيات مصممة خصيصًا تعكس التنوع الاقتصادي والظروف الإقليمية.

التعليق على الدراسات السابقة:

- أوجه التشابه في الدراسات السابقة

تشابه الدراسات السابقة في التأكيد على الدور الفعال للذكاء الاصطناعي في تحسين الكفاءة الطاقية، سواء من حيث التنبؤ بالطلب على الطاقة، أو إدارة الشبكات الكهربائية، أو دمج مصادر الطاقة المتجددة. كما اتفقت على أهمية الدعم المؤسسي والسياسات الحكومية لتعزيز الفائدة من هذه التطبيقات، وإدراك الإمكانيات الكبيرة للذكاء الاصطناعي في تحقيق الاستدامة الاقتصادية والبيئية. بالإضافة إلى ذلك، ركزت الدراسات على استخدام المنهجيات الكمية وتحليل البيانات الإحصائية لقياس أثر هذه التطبيقات على الأداء التشغيلي والطاقة المستهلكة.

- أوجه الاختلاف في الدراسات السابقة

تختلف الدراسات السابقة في نطاق التطبيق والجوانب المدروسة، حيث ركزت بعض الدراسات على قطاع الطاقة التقليدي مثل النفط والغاز، في حين تناولت دراسات أخرى الطاقة المتجددة أو دمجها مع الشبكات الذكية. كما اختلفت الدراسات في الأدوات المستخدمة، فبعضها اعتمد على تحليل البيانات الثانوية والإحصاءات الرسمية، بينما ركزت أخرى على استبيانات ومقابلات مع الخبراء والموظفين. إضافة إلى ذلك، اختلفت الدراسات في النطاق الجغرافي والزمني للبحث، ما أثر على النتائج والاستنتاجات، خصوصاً عند مقارنة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الاقتصادات المتقدمة والدول النامية.

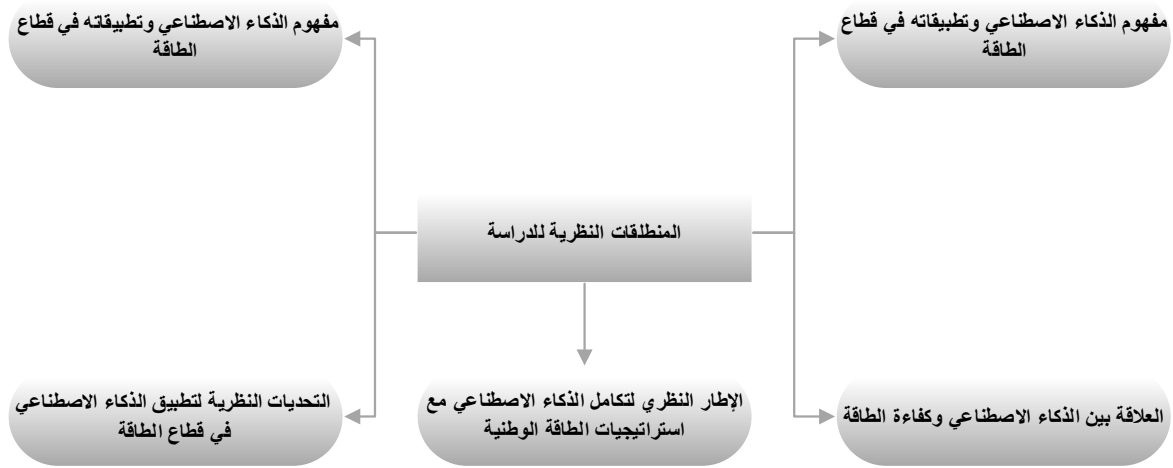
- الفجوات البحثية التي يميزها البحث الحالي

تتجلى الفجوة البحثية التي يهدف البحث الحالي إلى معالجتها في نقص الدراسات التحليلية المتكاملة التي تربط بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وكفاءة استهلاك الطاقة في السياق السعودي بشكل شامل، مع دمج البعد الاقتصادي والبيئي والسياسات الوطنية في إطار واحد. كما أن الدراسات السابقة لم تركز بشكل كافٍ على القياس الكمي المباشر لتأثير الذكاء الاصطناعي على استهلاك الطاقة في القطاعات المختلفة داخل المملكة، ولم توفر توصيات عملية قابلة للتطبيق لدعم استراتيجيات التحول الرقمي والطاقة المستدامة. وبالتالي، يميز هذا البحث عن غيره توظيف المنهجية الكمية لقياس أثر الذكاء الاصطناعي على الكفاءة الطاقية بشكل مباشر، مع التركيز على خصوصية البيئة السعودية واحتياجاتها الاقتصادية والتنموية، ما يساهم في سد الفجوة المعرفية وتقديم إطار عملي لصناع القرار.

الإطار النظري للدراسة

يشهد العالم في الوقت الراهن تحولاً تكنولوجياً متسارعاً، حيث بات الذكاء الاصطناعي أحد الأدوات الأساسية لتعزيز الكفاءة والإنتاجية في مختلف القطاعات الحيوية، ويعد قطاع الطاقة من أبرز هذه القطاعات نظراً لدوره المحوري في دعم الاقتصاد الوطني وضمان الاستدامة البيئية. وفي المملكة العربية السعودية، التي تعتمد اقتصادياً بشكل كبير على النفط والغاز وتسعى ضمن رؤية 2030 إلى تنويع مصادر الطاقة وزيادة الاعتماد على المصادر المتجددة، يبرز الذكاء الاصطناعي كأداة استراتيجية يمكن من خلالها تحسين كفاءة استهلاك الطاقة عبر التنبؤ الدقيق بالطلب الطاقى، وتحسين تشغيل الشبكات الكهربائية، وتقليل الفاقد الطاقى، وتحقيق التوازن بين الإنتاج والاستهلاك. كما أن التطبيقات الذكية للطاقة توفر إمكانيات كبيرة لخفض التكاليف التشغيلية وتقليل الانبعاثات الكربونية، بما يعزز الاستدامة الاقتصادية والبيئية، ويتيح للباحثين وصناع القرار تبني

استراتيجيات أكثر فاعلية في إدارة الموارد الطاقية. ومن هذا المنطلق، تهدف هذه الدراسة إلى تحليل أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية، مع تقديم توصيات عملية تساهم في دمج التكنولوجيا الحديثة مع السياسات الوطنية.



رسم توضيحي 1: المنطلقات النظرية للدراسة

- مفهوم الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في قطاع الطاقة

الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence) يُعرّف على أنه قدرة الأنظمة الحاسوبية على أداء مهام تتطلب عادةً ذكاءً بشرياً، مثل التعلم، والتفكير، واتخاذ القرارات، وحل المشكلات. وفي السياق الطاقى، تمثل تقنيات الذكاء الاصطناعي أدوات فعّالة لتحليل البيانات الضخمة المتولدة من الشبكات الكهربائية والمصانع والمباني السكنية والتجارية، بهدف تحسين الكفاءة وتقليل الفاقد الطاقى. وتشمل هذه التطبيقات خوارزميات التعلم الآلي (Machine Learning) والتعلم العميق (Deep Learning)، التي تمكن من التنبؤ بالطلب على الطاقة، وتحليل أنماط الاستهلاك، وتطوير حلول ذكية لإدارة الموارد، بما يضمن تحسين الأداء الكلي للقطاع الطاقى. ومن هذا المنطلق، يشكل الذكاء الاصطناعي قاعدة علمية أساسية لدراسة أثر التكنولوجيا الحديثة في تحسين الكفاءة الطاقية بالمملكة (القزيري، 2025).

- كفاءة استهلاك الطاقة وأهميتها

كفاءة استهلاك الطاقة تشير إلى الاستخدام الأمثل للطاقة لتحقيق أعلى إنتاجية ممكنة مع أقل فاقد ممكن. وهي معيار أساسي لتقليل التكاليف الاقتصادية وحماية البيئة، حيث يرتبط انخفاض الهدر الطاقى مباشرة بانخفاض الانبعاثات الكربونية وتقليل الضغط على الموارد الطبيعية. وتعتبر كفاءة الطاقة عنصراً جوهرياً في الاستراتيجيات الوطنية للتحويل الرقوى والاستدامة، بما

في ذلك المبادرات الحكومية في المملكة العربية السعودية التي تهدف إلى تحقيق رؤية 2030. ومن المنطلق النظري، فإن فهم العلاقة بين تقنيات الذكاء الاصطناعي وكفاءة استهلاك الطاقة يتيح إنشاء نماذج قابلة للتطبيق تساعد على تحسين توزيع الطاقة وتحقيق المرونة في التشغيل، مع الحد من التأثيرات البيئية السلبية (العزاوي، 2025).

- العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وكفاءة الطاقة

المنطلق النظري الثالث لهذه الدراسة يركز على العلاقة التفاعلية بين الذكاء الاصطناعي وكفاءة الطاقة. حيث تشير الدراسات الدولية إلى أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يحسن كفاءة استهلاك الطاقة عبر ثلاثة محاور رئيسية: أولاً، التنبؤ الدقيق بالطلب على الطاقة وتقليل الهدر الناتج عن التخطيط غير الفعال؛ ثانياً، تحسين عمليات التشغيل والصيانة في المنشآت الصناعية والشبكات الكهربائية؛ ثالثاً، دمج مصادر الطاقة المتجددة بكفاءة مع الشبكات التقليدية، ما يعزز الاستدامة التشغيلية ويحد من الاعتماد على الوقود الأحفوري. وبالتالي، تشكل هذه العلاقة إطاراً نظرياً متيناً لدراسة كيفية توظيف الذكاء الاصطناعي في تحسين الكفاءة الطاقية في المملكة (Ashkbous، 2026).

- التحديات النظرية لتطبيق الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة

رغم الإمكانيات الكبيرة للذكاء الاصطناعي، تواجه تطبيقاته في قطاع الطاقة مجموعة من التحديات النظرية التي يجب أخذها بعين الاعتبار. تشمل هذه التحديات نقص البيانات الدقيقة والموثوقة، وصعوبة دمج النظم الذكية مع البنية التحتية القائمة، بالإضافة إلى الحاجة إلى تطوير أطر تنظيمية وسياسات داعمة لضمان استخدام فعال ومستدام لهذه التقنيات. من الناحية النظرية، فإن دراسة هذه التحديات توفر قاعدة لفهم مدى إمكانية توظيف الذكاء الاصطناعي بشكل متكامل، وتوضح العوامل التي قد تحد من تحقيق كفاءة الطاقة على المستوى العملي (Yussuf، 2024).

- الإطار النظري لتكامل الذكاء الاصطناعي مع استراتيجيات الطاقة الوطنية

المنطلق الأخير يركز على ضرورة ربط تطبيقات الذكاء الاصطناعي مع السياسات الوطنية والاستراتيجيات طويلة المدى للطاقة. في المملكة العربية السعودية، تهدف رؤية 2030 إلى تعزيز الاستدامة، وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وتحقيق كفاءة أعلى في استخدام الموارد. من هذا المنطلق، يوفر الذكاء الاصطناعي أداة عملية لتحقيق هذه الأهداف من خلال تحسين التخطيط الطاقوي، وإدارة الشبكات بشكل ذكي، وزيادة كفاءة الاستهلاك في القطاعات المختلفة. ويشكل هذا التكامل بين النظرية والتطبيق أساساً لفهم كيفية استثمار التقنيات الحديثة لدعم أهداف التنمية المستدامة في المملكة (Alqublan، 2024).

الفصل الثالث

منهجية الدراسة

المقدمة

يمثل الفصل الثالث الجانب المنهجي للدراسة، ويعد من أهم الفصول التي تعكس مدى الدقة العلمية والموضوعية التي اعتمدها الباحث في تنفيذ البحث. فبعد الانتهاء من بناء الأساس النظري للدراسة، تأتي هذه المرحلة لتوضيح الكيفية التي سيتم من خلالها تحويل الإطار النظري إلى إجراءات عملية قابلة للتطبيق، بما يضمن الوصول إلى نتائج تتمتع بدرجة عالية من المصدقية والموثوقية. وتنبع أهمية هذا الفصل من كونه يوضح الأسس العلمية التي استند إليها الباحث في تصميم الدراسة، ويبين الخطوات الإجرائية التي تم اتباعها منذ بداية البحث وحتى مرحلة تحليل البيانات، الأمر الذي يعزز من إمكانية تكرار الدراسة في بيئات بحثية أخرى والتحقق من نتائجها.

ويهدف هذا الفصل إلى تقديم وصف تفصيلي للإجراءات العلمية التي تم الاعتماد عليها في تنفيذ الدراسة، مع توضيح الأسس التي استند إليها الباحث في اختيار المنهج الملائم لطبيعة المشكلة البحثية وأهدافها. كما يوضح المبررات العلمية لاختيار البيئة التطبيقية للدراسة، ويبين الأساليب التي تم استخدامها لضمان تمثيل البيانات للواقع الفعلي بصورة دقيقة، بما ينعكس على جودة النتائج التي سيتم التوصل إليها. ويعكس هذا الجانب المنهجي مدى التزام الدراسة بالمعايير العلمية المتعارف عليها في البحوث الأكاديمية، والتي تؤكد أهمية التخطيط المنهجي قبل الشروع في جمع البيانات وتحليلها.

كما يوضح الفصل الإجراءات التي اتبعها الباحث في تحديد الفئة المستهدفة للدراسة، والأسس الإحصائية التي اعتمد عليها للوصول إلى حجم مناسب للبيانات التي سيتم تحليلها، بما يضمن إمكانية تعميم النتائج بدرجة مقبولة من الثقة العلمية. كذلك يبين الخطوات العملية التي تم اتباعها أثناء جمع البيانات، والآليات المستخدمة لضمان دقتها وخلوها من الأخطاء، إضافة إلى توضيح الضوابط التي تحكم تنفيذ الدراسة بما يحقق أعلى درجات الموضوعية والحياد في جميع مراحل البحث.

ويولي الفصل اهتمامًا كبيرًا بتحديد النطاق الذي أجريت الدراسة في إطاره، سواء من حيث المكان أو الزمن أو الموضوع، وذلك بهدف توضيح الحدود التي ينبغي مراعاتها عند تفسير النتائج أو تعميمها على مجتمعات أخرى. ويساعد هذا التحديد في تعزيز الشفافية العلمية، إذ يوضح للقارئ الظروف التي نُفذت فيها الدراسة والعوامل التي قد تؤثر في نتائجها، الأمر الذي يساهم في تقييم مدى إمكانية الاستفادة من نتائجها في دراسات مستقبلية أو تطبيقها في بيئات مختلفة.

يشكل هذا الفصل الأساس التطبيقي للدراسة، إذ يربط بين الجانب النظري والإجراءات العملية، ويوضح بصورة منهجية كيفية تنفيذ البحث وفق أسس علمية دقيقة، بما يضمن سلامة النتائج وقابليتها للتحليل والمناقشة. كما يعكس مدى التزام الباحث بالمنهجية العلمية في جميع مراحل الدراسة، الأمر الذي يعزز من القيمة الأكاديمية للبحث ويزيد من موثوقية نتائجه.

مجتمع البحث

يمثل مجتمع البحث جميع الأفراد أو الجهات التي تتوافر فيها الخصائص المرتبطة بموضوع الدراسة، والتي يسعى الباحث إلى استقصاء آرائها وقياس اتجاهاتها بهدف الوصول إلى نتائج يمكن تعميمها على البيئة محل الدراسة. ويعد تحديد مجتمع البحث من أهم الخطوات المنهجية في البحوث العلمية، لأنه يشكل الإطار الذي تُستمد منه البيانات، ويؤثر بصورة مباشرة في مستوى دقة النتائج وموضوعيتها وإمكانية الاستفادة منها في تقديم توصيات عملية تدعم متخذي القرار. كما أن تحديد مجتمع البحث بصورة واضحة يساعد على اختيار العينة المناسبة التي تعكس خصائص المجتمع الأصلي، ويضمن تمثيل مختلف الفئات ذات العلاقة بموضوع الدراسة.

وفي ضوء طبيعة الدراسة الحالية التي تتناول أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية، فإن مجتمع البحث يتمثل في العاملين والخبراء والمسؤولين في الجهات التي تعتمد بصورة مباشرة أو غير مباشرة على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة أو تطوير كفاءة استهلاكها داخل المملكة العربية السعودية. ويشمل ذلك العاملين في شركات الطاقة والكهرباء، والهيئات الحكومية ذات العلاقة بالطاقة والاستدامة، والمنشآت الصناعية الكبرى، إضافة إلى المختصين في مجالات التحول الرقمي، وتقنيات الذكاء الاصطناعي، وإدارة الطاقة، والهندسة الكهربائية، ونظم المعلومات، باعتبارهم الأكثر معرفة بالواقع العملي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في هذا القطاع الحيوي.

ويستند اختيار هذا المجتمع إلى أن هذه الفئات تمتلك الخبرة العملية والمعرفة الفنية اللازمة لتقييم مستوى تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي داخل مؤسساتهم، ومدى انعكاس هذه التطبيقات على رفع كفاءة استهلاك الطاقة وتحسين الأداء التشغيلي. كما أن أفراد هذا المجتمع يشاركون بصورة مباشرة في عمليات التخطيط، والتشغيل، وإدارة البيانات، واتخاذ القرارات المتعلقة بالطاقة، الأمر الذي يجعل استجاباتهم أكثر دقة وواقعية في قياس متغيرات الدراسة، ويمنح النتائج درجة مرتفعة من الموثوقية والاعتماد العلمي.

كما يتميز مجتمع البحث بالتنوع من حيث التخصصات والخبرات والمستويات الإدارية، وهو ما يساهم في توفير بيانات شاملة تعكس وجهات نظر مختلفة حول استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة. فالمسؤولون التنفيذيون ينظرون إلى هذه التطبيقات من منظور استراتيجي يتعلق بتحسين الأداء المؤسسي وتعظيم الاستفادة من الموارد، في حين يركز المختصون الفنيون على الجوانب التقنية المتعلقة بكفاءة الأنظمة الذكية ودقة التحليلات والأتمتة، أما العاملون في التشغيل فيقدمون

تقييماً عملياً لمدى تأثير هذه التطبيقات على العمليات اليومية واستهلاك الطاقة. ويساعد هذا التنوع في تكوين صورة متكاملة عن واقع استخدام الذكاء الاصطناعي وأثره في تحسين كفاءة الطاقة.

وتنبع أهمية اختيار مجتمع البحث من ارتباطه المباشر بأهداف الدراسة، حيث يتيح للباحث الحصول على معلومات واقعية حول مستوى تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي، وأهم التحديات التي تواجه المؤسسات في تبني هذه التقنيات، ومدى إسهامها في تحسين إدارة الطاقة وتقليل معدلات الهدر ورفع كفاءة التشغيل. كما يساهم هذا المجتمع في تقديم بيانات يمكن الاعتماد عليها عند اختبار فرضيات الدراسة وتحليل العلاقات بين المتغيرات، بما يؤدي إلى الوصول إلى نتائج علمية قابلة للتفسير والاستفادة منها في دعم السياسات المستقبلية المتعلقة بالتحول الرقمي واستدامة الطاقة في المملكة العربية السعودية. إن مجتمع البحث يمثل المصدر الرئيس للبيانات الأولية التي تعتمد عليها الدراسة، ويشكل الأساس الذي تُبنى عليه التحليلات الإحصائية والاستنتاجات النهائية، الأمر الذي يجعله عنصراً محورياً في نجاح الدراسة وتحقيق أهدافها العلمية والتطبيقية.

المنهجية وطرق البحث

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الكمي كإطار أساسي لتحليل أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية. ويتيح هذا المنهج قياس المتغيرات بدقة، وفحص العلاقات بينهما باستخدام الأدوات الإحصائية، ما يوفر قدرة على تفسير الظواهر الطاقية بشكل موضوعي وموثوق. ويستند المنهج الكمي في هذه الدراسة إلى فكرة أن تحليل البيانات الرقمية والمعلومات الإحصائية يمكن أن يساهم في تقييم فعالية تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استخدام الطاقة، بما يشمل التنبؤ بالطلب، تقليل الهدر، وتحسين تشغيل الشبكات الكهربائية والمصادر المتجددة. وتتميز هذه المنهجية بقدرتها على إنتاج نتائج قابلة للقياس والتحقق، مما يتيح تقديم توصيات علمية مدعومة بالأدلة لصناع القرار في المملكة.

- أدوات جمع البيانات

في إطار هذه الدراسة، يتم جمع البيانات باستخدام أدوات كمية متنوعة تتيح تقييم أثر الذكاء الاصطناعي على استهلاك الطاقة بدقة. وتشمل هذه الأدوات الاستبيانات الموجهة للعاملين والمختصين في قطاع الطاقة، والتي صممت بطريقة تسمح بقياس مدى استخدام التطبيقات الذكية وتقييم تأثيرها على الكفاءة الطاقية. كما تم الاستفادة من البيانات الثانوية الصادرة عن الجهات

الرسمية مثل وزارة الطاقة والهيئات الوطنية المعنية بالطاقة، والتي تتضمن مؤشرات استهلاك الطاقة في المنشآت الصناعية والتجارية قبل وبعد اعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي. ويتيح هذا الدمج بين البيانات الأولية والثانوية تكوين صورة شاملة حول مدى تأثير هذه التطبيقات على كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة.

- مجتمع وعينة الدراسة

يشمل مجتمع الدراسة جميع العاملين والمختصين في قطاع الطاقة بالمملكة العربية السعودية، سواء في الجهات الحكومية أو الشركات الخاصة التي تعتمد على حلول الذكاء الاصطناعي. ولضمان تمثيل جميع الفئات المرتبطة بالدراسة، تم اختيار عينة باستخدام أسلوب العينة العشوائية الطبقية، مع مراعاة حجم العينة الكافي لتحقيق موثوقية عالية في النتائج. وكذلك أخذ المتغيرات الأساسية بعين الاعتبار، مثل الخبرة العملية ونوع المؤسسة ونطاق استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي. هذا الأسلوب يضمن أن البيانات المجموعة تمثل الواقع الفعلي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في مختلف القطاعات الطاقية بالمملكة.

- أساليب تحليل البيانات

بعد جمع البيانات، يتم استخدام أساليب التحليل الإحصائي الكمي لتفسير النتائج واختبار الفرضيات. ويشمل التحليل الوصفي وصف المتغيرات الأساسية مثل مستويات كفاءة استهلاك الطاقة ونسب تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مختلف المنشآت. كما يتم إجراء التحليل الاستنتاجي باستخدام اختبارات الارتباط والانحدار لتحديد قوة العلاقة بين المتغيرات ومدى تأثيرها على الكفاءة الطاقية. ويتم اختبار الفرضيات الرئيسية والفرعية للدراسة للتحقق من صحة العلاقة بين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحسين استهلاك الطاقة، مما يتيح استنتاج نتائج علمية دقيقة يمكن تعميمها لدعم سياسات واستراتيجيات الطاقة في المملكة.

- مزايا المنهجية الكمية

تتميز المنهجية الكمية في هذه الدراسة بقدرتها على توفير قياسات دقيقة وموضوعية للمتغيرات المدروسة، مما يساعد على فهم الأثر الحقيقي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي على الكفاءة الطاقية. كما أنها تتيح تعميم النتائج على نطاق أوسع داخل قطاع الطاقة، وتدعم اتخاذ القرارات المبنية على الأدلة، مع إمكانية دمج بعض البيانات النوعية في صورة مقاييس كمية لتعزيز فهم التحديات والفرص المرتبطة باستخدام الذكاء الاصطناعي. وبالتالي، تشكل المنهجية الكمية إطاراً متيناً يمكن الاعتماد عليه في تقديم توصيات عملية لصناع القرار في المملكة وتعزيز جهود الاستدامة والطاقة الذكية.

أدوات الدراسة

تعتمد هذه الدراسة على المنهجية الكمية كأداة رئيسية لجمع وتحليل البيانات المتعلقة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي وأثرها على كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية. ويتميز المنهج الكمي بقدرته على قياس المتغيرات بشكل دقيق وموضوعي، مما يتيح تحليل العلاقات بين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وكفاءة الاستهلاك الطاقى في مختلف القطاعات. ويقوم هذا المنهج على جمع البيانات الرقمية والمعلومات الإحصائية المتعلقة بالاستهلاك الطاقى وعمليات تشغيل الشبكات، مما يسمح بإجراء تحليلات كمية دقيقة مثل اختبارات الفرضيات، وتحليل الارتباط، والانحدار، وذلك بهدف قياس حجم التأثير وتحديد مدى فعالية التطبيقات الذكية في تحسين الكفاءة الطاقية.

يتم الاستعانة بالبيانات الثانوية كأداة داعمة، وتشمل الإحصاءات الصادرة عن وزارة الطاقة والهيئات الوطنية المعنية بالطاقة، والتي توفر معلومات موثوقة حول مستويات الاستهلاك الطاقى قبل وبعد إدخال تطبيقات الذكاء الاصطناعي في العمليات التشغيلية. ويتيح هذا الدمج بين البيانات الأولية والثانوية تكوين صورة شاملة وموثوقة حول تأثير التقنيات الذكية على كفاءة استهلاك الطاقة، بما يعزز من موضوعية النتائج العلمية وقابليتها للتعميم على نطاق أوسع داخل المملكة.

كما يوفر المنهج الكمي القدرة على تصميم أدوات جمع بيانات معيارية مثل الاستبيانات الرقمية المبنية على مقاييس ترتيبية (Likert Scale) أو قياسات رقمية دقيقة للمتغيرات الطاقية، ما يسهل إجراء التحليل الإحصائي، واختبار الفرضيات الرئيسية والفرعية للدراسة. ومن هذا المنطلق، يمثل المنهج الكمي أداة الدراسة الأساسية، ليس فقط في جمع البيانات، بل أيضاً في معالجة النتائج وتحليلها للوصول إلى استنتاجات دقيقة تدعم اتخاذ القرارات المرتبطة بتحسين كفاءة الطاقة وتوظيف الذكاء الاصطناعي في المملكة.

خطوات جمع البيانات

اعتمدت الدراسة الحالية على المنهجية الكمية بوصفها المنهج الأكثر ملاءمة لطبيعة مشكلة البحث وأهدافه، وذلك لما تتميز به من قدرة على قياس العلاقات بين المتغيرات بصورة موضوعية، وتحويل الظواهر المدروسة إلى بيانات رقمية يمكن تحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية المختلفة. وتتيح المنهجية الكمية للباحث اختبار الفرضيات العلمية، وقياس قوة واتجاه العلاقات بين المتغيرات، والوصول إلى نتائج دقيقة يمكن تعميمها بدرجة عالية من الثقة على مجتمع الدراسة، وهو ما يتناسب

مع هدف الدراسة المتمثل في قياس أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية.

- إعداد أداة جمع البيانات

بدأت عملية جمع البيانات بإعداد استبانة علمية باعتبارها الأداة الرئيسة لجمع البيانات الأولية، حيث صُممت بما يتوافق مع أهداف الدراسة ومتغيراتها، واستندت إلى الأدبيات العلمية والدراسات السابقة التي تناولت تطبيقات الذكاء الاصطناعي وإدارة الطاقة وكفاءة استهلاكها. وقد روعي عند إعداد الاستبانة أن تكون العبارات واضحة ومباشرة، وأن تغطي جميع أبعاد المتغيرات المستقلة والمتغير التابع، بما يسمح بقياسها بصورة دقيقة. كما تم تنظيم فقرات الاستبانة وفق محاور مترابطة، واستخدام مقياس ليكرت الخماسي لقياس درجة موافقة أفراد العينة على العبارات، لما يتميز به هذا المقياس من سهولة التطبيق وارتفاع مستوى الثبات والصدق في البحوث الكمية.

- مراجعة الأداة والتحقق من صلاحيتها

بعد الانتهاء من إعداد الاستبانة، تمت مراجعتها من الناحية العلمية واللغوية لضمان سلامة صياغة الفقرات ووضوحها، والتأكد من ملاءمتها لموضوع الدراسة. كما تمت الاستفادة من آراء عدد من المحكمين والمتخصصين في مجالات إدارة الأعمال، والذكاء الاصطناعي، والطاقة، ومناهج البحث العلمي، بهدف تقييم مدى ارتباط العبارات بمتغيرات الدراسة، وإجراء التعديلات اللازمة التي تسهم في تحسين جودة الأداة. وقد ساعدت هذه المرحلة في تعزيز الصدق الظاهري والمحتوى العلمي للاستبانة قبل توزيعها على أفراد العينة.

- توزيع الاستبانة على أفراد العينة

بعد اعتماد الصيغة النهائية للاستبانة، تم توزيعها على أفراد العينة المستهدفة من العاملين والمتخصصين في الجهات ذات العلاقة بقطاع الطاقة والتحول الرقمي في المملكة العربية السعودية. وقد روعي عند توزيع الاستبانة توفير فرص متكافئة لجميع أفراد العينة للإجابة عنها، مع توضيح أهداف الدراسة وأهمية المشاركة فيها، والتأكيد على سرية البيانات وعدم استخدامها إلا لأغراض البحث العلمي. كما تم منح المشاركين الوقت الكافي للإجابة على جميع الفقرات، بما يضمن الحصول على استجابات دقيقة تعكس آراءهم الحقيقية.

- جمع الاستبانات ومراجعتها

بعد انتهاء فترة جمع البيانات، تم استلام الاستبانات ومراجعتها مراجعة دقيقة للتأكد من اكتمال الإجابات وخلوها من الأخطاء أو النواقص التي قد تؤثر في نتائج التحليل الإحصائي. كما تم استبعاد الاستبانات غير المكتملة أو التي تضمنت إجابات غير منطقية أو متكررة بصورة تؤثر في جودة البيانات، وذلك لضمان الاعتماد على بيانات تتمتع بدرجة عالية من الدقة والموثوقية. وأسهمت هذه المرحلة في تكوين قاعدة بيانات سليمة يمكن استخدامها في التحليل الإحصائي بثقة.

- ترميز البيانات وإدخالها إلى البرنامج الإحصائي

في هذه المرحلة تم ترميز جميع الاستجابات وتحويلها إلى قيم رقمية وفق مقياس ليكرت الخماسي، ثم إدخالها إلى أحد البرامج الإحصائية المتخصصة لتحليل البيانات. كما تمت مراجعة البيانات المدخلة أكثر من مرة للتأكد من عدم وجود أخطاء في الإدخال أو الترميز، وإجراء عمليات التنظيف الإحصائي للكشف عن القيم المتطرفة أو البيانات غير المنطقية، بما يضمن سلامة قاعدة البيانات قبل البدء في التحليل الإحصائي.

- التحقق من جودة البيانات

قبل الشروع في اختبار فرضيات الدراسة، تم إجراء مجموعة من الاختبارات الإحصائية للتأكد من جودة البيانات وصلاحيها للتحليل، وذلك من خلال التحقق من مستوى الثبات والصدق، ودراسة توزيع البيانات، ومدى توافقها مع متطلبات الاختبارات الإحصائية المستخدمة. وتعد هذه المرحلة ضرورية لضمان أن النتائج المستخلصة تعكس الواقع بصورة دقيقة، وأن العلاقات الإحصائية التي سيتم التوصل إليها ناتجة عن بيانات تتمتع بدرجة عالية من الموثوقية.

- تجهيز البيانات للتحليل الإحصائي

تمثل هذه المرحلة الخطوة الأخيرة في عملية جمع البيانات، حيث أصبحت البيانات جاهزة لإجراء التحليلات الإحصائية الوصفية والاستدلالية التي تهدف إلى اختبار فرضيات الدراسة وقياس أثر المتغيرات المستقلة في المتغير التابع. وتشمل هذه التحليلات حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، واختبارات الثبات والصدق، وتحليل الارتباط والانحدار وغيرها من الأساليب الإحصائية المناسبة لطبيعة الدراسة. ومن خلال هذه الإجراءات يصبح الباحث قادرًا على تفسير البيانات بصورة علمية دقيقة، والوصول إلى نتائج موضوعية يمكن الاستناد إليها في صياغة الاستنتاجات والتوصيات التي تسهم في تعزيز استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية.

حدود البحث

- الحدود البشرية

تقتصر حدود الدراسة البشرية على العاملين والمختصين في قطاع الطاقة بالمملكة العربية السعودية، سواء في الجهات الحكومية أو الشركات الخاصة التي تطبق تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة. ويشمل ذلك المهندسين والفنيين، والمخططين الطاقين، والمديرين التنفيذيين المسؤولين عن تشغيل الشبكات الكهربائية وإدارة استهلاك الطاقة. وقد تم تحديد هذه الفئة لأنها الأكثر قدرة على تقديم بيانات دقيقة وموضوعية حول استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، وأثارها الفعلية على كفاءة استهلاك الطاقة، مما يضمن موثوقية النتائج وتحقيق أهداف الدراسة بشكل علمي.

- الحدود الزمانية

تقتصر الدراسة على الفترة الزمنية الممتدة من عام 2020 وحتى عام 2025، وهي فترة مهمة في سياق التطورات التكنولوجية والتحول الرقمي في قطاع الطاقة بالمملكة. وتم اختيار هذه الفترة لأنها تتزامن مع زيادة الاستثمارات في الذكاء الاصطناعي وتوسع تطبيقاته في إدارة الطاقة، بالإضافة إلى متابعة تطور السياسات الوطنية للطاقة المستدامة ورؤية المملكة 2030. هذا التحديد الزمني يسمح بتحليل تأثيرات التطبيقات الذكية على الكفاءة الطاقية في فترة محددة، مع مراعاة التغيرات الاقتصادية والتقنية المرتبطة بها.

- الحدود المكانية

تقتصر الدراسة من الناحية المكانية على المملكة العربية السعودية، مع التركيز على المنشآت الصناعية والتجارية والحكومية التي تعتمد على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة. ويأتي هذا التحديد المكاني نظراً للخصوصية الاقتصادية والبيئية للسوق السعودي، ولأن البنية التحتية الطاقية والسياسات التنظيمية تختلف بين الدول، مما يجعل النتائج أكثر ملاءمة للتطبيق داخل المملكة. كما يتيح التركيز المكاني دراسة التحديات والفرص الوطنية المتعلقة بتوظيف الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة بشكل دقيق وعملي.

الفصل الرابع

نتائج الدراسة

المقدمة

يعد الفصل الرابع المرحلة التي تتحول فيها الجوانب النظرية والمنهجية إلى نتائج علمية قابلة للتفسير والاستفادة، حيث يمثل محور الدراسة الرئيس الذي يتم فيه عرض وتحليل البيانات بصورة منظمة، وصولاً إلى استخلاص النتائج التي تجيب عن أسئلة الدراسة وتحقق أهدافها. ويكتسب هذا الفصل أهمية خاصة لأنه يوضح مدى نجاح الدراسة في اختبار العلاقات بين متغيراتها، كما يكشف عن طبيعة التأثيرات التي تم التوصل إليها في البيئة التطبيقية، ويقدم الأدلة الإحصائية والعلمية التي تدعم الاستنتاجات النهائية.

ويهدف هذا الفصل إلى تقديم معالجة علمية شاملة للبيانات التي تم جمعها، من خلال توظيف الأساليب الإحصائية المناسبة لتحويل البيانات الأولية إلى معلومات يمكن تفسيرها والاستفادة منها في فهم الظاهرة محل الدراسة. ولا يقتصر دور هذا الفصل على عرض النتائج بصورة رقمية، وإنما يمتد إلى تفسيرها وربطها بالإطار النظري والأدبيات العلمية السابقة، بما يساعد في الوصول إلى فهم أعمق للعوامل المؤثرة في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة من خلال تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

كما يركز الفصل على مناقشة النتائج في ضوء ما توصلت إليه الدراسات السابقة، مع تحليل أوجه الاتفاق والاختلاف بينها، وبيان الأسباب المحتملة لهذه الفروق في ضوء طبيعة البيئة السعودية وخصائصها الاقتصادية والتنظيمية والتقنية. ويسهم هذا التحليل في تعزيز القيمة العلمية للدراسة، إذ لا يكتفي بعرض النتائج، بل يعمل على تفسيرها وربطها بالسياق العلمي والعملية، بما يثري المعرفة في مجال الذكاء الاصطناعي وإدارة الطاقة.

ويتناول الفصل كذلك استخلاص أهم الاستنتاجات التي تمثل الحصيلة النهائية للدراسة، مع توضيح دلالاتها العلمية والتطبيقية، وبيان مدى مساهمتها في تطوير المعرفة المتعلقة بموضوع البحث. كما يقدم مجموعة من المقترحات العملية التي يمكن أن تسهم في تعزيز توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي لرفع كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية، بالإضافة إلى تقديم توصيات للباحثين وصناع القرار تساعد في توجيه الجهود المستقبلية نحو تطوير هذا المجال الحيوي.

وفي ضوء ذلك، يمثل هذا الفصل خاتمة البناء العلمي للدراسة، إذ يجمع بين التحليل الإحصائي والتفسير العلمي والاستنتاجات التطبيقية في إطار متكامل، بما يعكس القيمة العلمية للبحث وقدرته على تقديم نتائج يمكن الاستفادة منها في دعم التحول الرقمي وتحقيق كفاءة استخدام الطاقة، بما يتوافق مع مستهدفات رؤية المملكة العربية السعودية 2030، ويسهم في دعم التنمية المستدامة وتعزيز الابتكار في قطاع الطاقة.

تحليل البيانات

• الوصف الإحصائي للبيانات

أسفرت نتائج الوصف الإحصائي للبيانات الديموغرافية والعبارات الأساسية عن تباين واضح في خصائص عينة الدراسة البالغ عددها 268 مفردة ؛ تشير قيم المتوسط الحسابي لمتغيرات العمر والجنس والدرجة العلمية إلى توزيعات محددة تحكم طبيعة المشاركين وتؤثر على وعيهم بموضوع البحث. يلاحظ أن الانحرافات المعيارية لمتغيرات الدراسة تظهر تشتتاً مقبولاً في الآراء؛ يعكس هذا التشتت تنوع الخلفيات العلمية والعملية للمستقصى منهم داخل المؤسسات. قيم الالتواء والتفرطح جاءت ضمن الحدود المقبولة إحصائياً؛ يؤكد ذلك اقتراب التوزيع من الاعتدالية وصلاحية البيانات للاختبارات المعلمية اللاحقة. إن ارتفاع المتوسطات الحسابية لغالبية العبارات فوق المحايد الفرضي يرجح وجود توجه إيجابي عام نحو تبني التقنيات الحديثة ؛ قد يسهم هذا القبول الإيجابي في تسريع وتيرة التحول الرقمي في قطاعات الطاقة المختلفة. ترتبط هذه الأرقام إحصائياً بمدى إدراك الموظفين لأهمية الأتمتة والتحليلات التنبؤية؛ يحتمل أن تنعكس هذه التصورات على كفاءة الأداء الفعلي وتقليل الهدر التشغيلي للموارد بشكل ملموس في بيئة العمل.

Statistics									
Std. Error of Kurtosis	Kurtosis	Std. Error of Skewness	Skewness	Std. Deviation	Median	Std. Error of Mean	Mean	N	
								Missing	Valid
.297	-1.233	.149	.099	1.391	3.00	.085	2.96	0	268
.297	-2.013	.149	.045	.501	1.00	.031	1.49	0	268
.297	-1.166	.149	-.293	1.351	3.50	.083	3.43	0	268
.297	-1.199	.149	-.431	1.423	4.00	.087	3.46	0	268
.297	-1.145	.149	-.553	1.459	4.00	.089	3.56	0	268
.297	-.994	.149	-.636	1.427	4.00	.087	3.65	0	268

268	0	3.52	.095	4.00	1.554	-.497	.149	-1.337	.297	تعزز تطبيقات الذكاء الاصطناعي كفاءة إدارة موارد الطاقة داخل المؤسسة.
268	0	3.56	.086	4.00	1.412	-.489	.149	-1.173	.297	توفر تقنيات الذكاء الاصطناعي تنبؤات دقيقة بالطلب المستقبلي على الطاقة.
268	0	3.69	.088	4.00	1.447	-.701	.149	-.964	.297	تساعد التحليلات التنبؤية في تحسين تخطيط استهلاك الطاقة.
268	0	3.56	.088	4.00	1.446	-.584	.149	-1.075	.297	تسهم البيانات التي يحللها الذكاء الاصطناعي في دعم قرارات إدارة الطاقة.
268	0	3.51	.098	4.00	1.597	-.529	.149	-1.356	.297	تؤدي دقة التنبؤ إلى تقليل الفاقد في استهلاك الطاقة.
268	0	3.69	.084	4.00	1.373	-.722	.149	-.775	.297	تسهم الأتمتة الذكية في تحسين تشغيل أنظمة الطاقة بكفاءة أعلى.
268	0	3.54	.090	4.00	1.467	-.497	.149	-1.223	.297	تساعد أنظمة الذكاء الاصطناعي على التحكم الآلي في استهلاك الطاقة وفق الاحتياج الفعلي.
268	0	3.43	.090	4.00	1.466	-.406	.149	-1.279	.297	تقلل تطبيقات الذكاء الاصطناعي من التدخل البشري في إدارة أنظمة الطاقة.
268	0	3.58	.093	4.00	1.518	-.561	.149	-1.254	.297	يسهم التشغيل الذكي لأنظمة الطاقة في رفع الكفاءة التشغيلية للمؤسسة.
268	0	3.61	.086	4.00	1.400	-.512	.149	-1.172	.297	أدى استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى خفض استهلاك الطاقة في المؤسسة.
268	0	3.54	.088	4.00	1.436	-.565	.149	-1.106	.297	أسهمت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استخدام الطاقة مقارنة بالأساليب التقليدية.

268	0	3.43	.092	4.00	1.506	-.393	.149	-1.350	.297	ساعدت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تقليل تكاليف استهلاك الطاقة.
268	0	3.46	.097	4.00	1.585	-.447	.149	-1.405	.297	أسهمت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز استدامة استخدام الطاقة داخل المؤسسة.
268	0	3.60	.087	4.00	1.430	-.541	.149	-1.111	.297	أرى أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تؤثر بشكل مباشر في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية.

جدول 1 : التحليلات الإحصائية

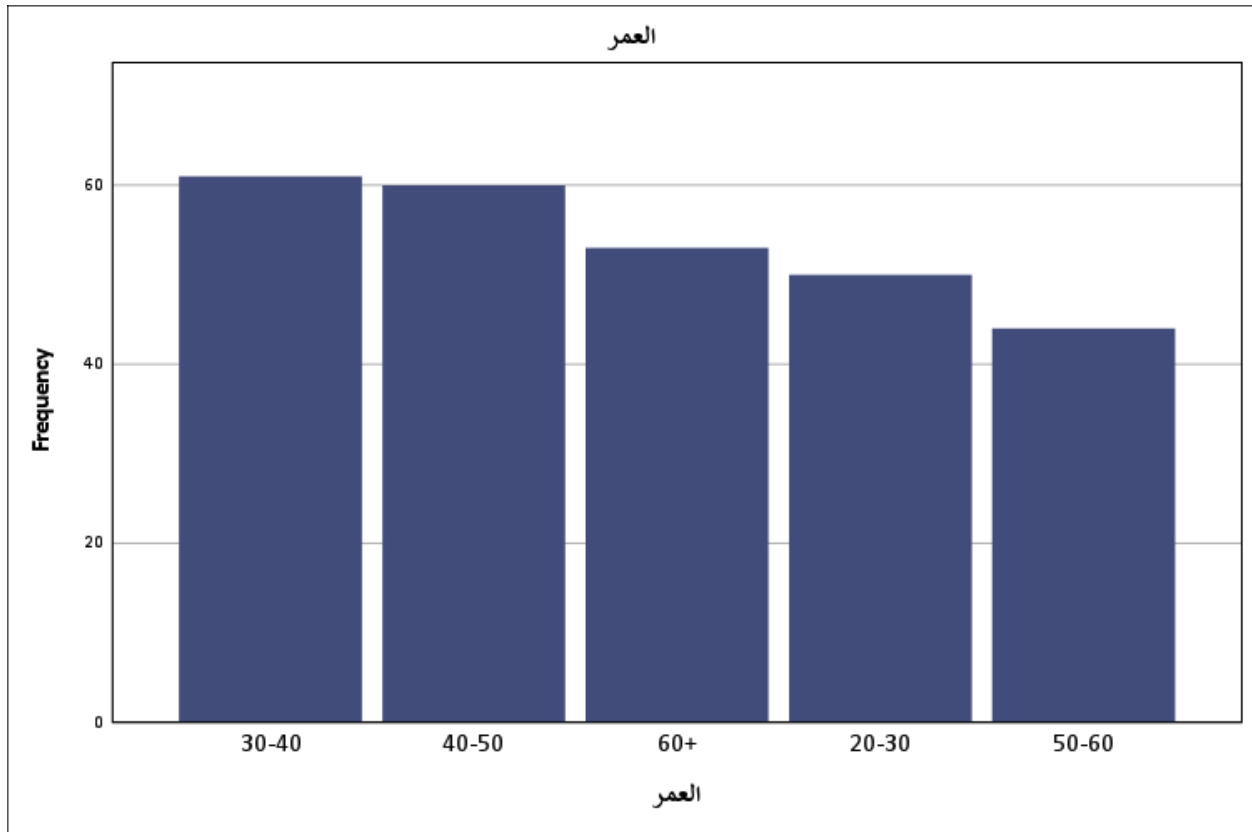
• عمر المشاركين في التجربة

أظهر التحليل الإحصائي لمتغير العمر توزيعاً متوازناً بين الفئات المختلفة للمشاركين في الدراسة ؛ سجلت الفئة العمرية من 30 إلى 40 عاماً التكرار الأعلى بواقع 61 فرداً ونسبة 22.8%. تلتها مباشرة الفئة من 40 إلى 50 عاماً بتكرار بلغ 60 فرداً ونسبة 22.4% من إجمالي العينة ؛ يبرز هذا التقارب بين الفئتين سيطرة الكوادر الشابة والناضجة على هيكل القوى العاملة. جاءت الفئة التي تزيد عن 60 عاماً في المرتبة الثالثة بنسبة 19.8% ؛ يضمن وجود هذه الفئة تمثيلاً لأصحاب الخبرات الطويلة القيادية في اتخاذ القرار. بلغت نسبة المشاركين في الفئة من 20 إلى 30 عاماً حوالي 18.7% ؛ بينما حلت الفئة من 50 إلى 60 عاماً في المرتبة الأخيرة بنسبة 16.4%. يشير هذا التنوع العمري الإجمالي إلى شمولية عينة الدراسة؛ ربما يثري هذا التمايز نتائج البحث نظراً لدمج تطلعات الشباب الرقمية مع حكمة القيادات المخضمة؛ قد ينعكس ذلك على فهم أعمق لآليات دمج تقنيات إدارة الطاقة الذكية.

العمر					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
30-40	61	22.8	22.8	22.8	Valid
40-50	60	22.4	22.4	45.1	

64.9	19.8	19.8	53	60+
83.6	18.7	18.7	50	20-30
100.0	16.4	16.4	44	50-60
	100.0	100.0	268	Total

جدول 2 : التحليل الإحصائي للعمر



شكل توضيحي 1 : التمثيل البياني للعمر

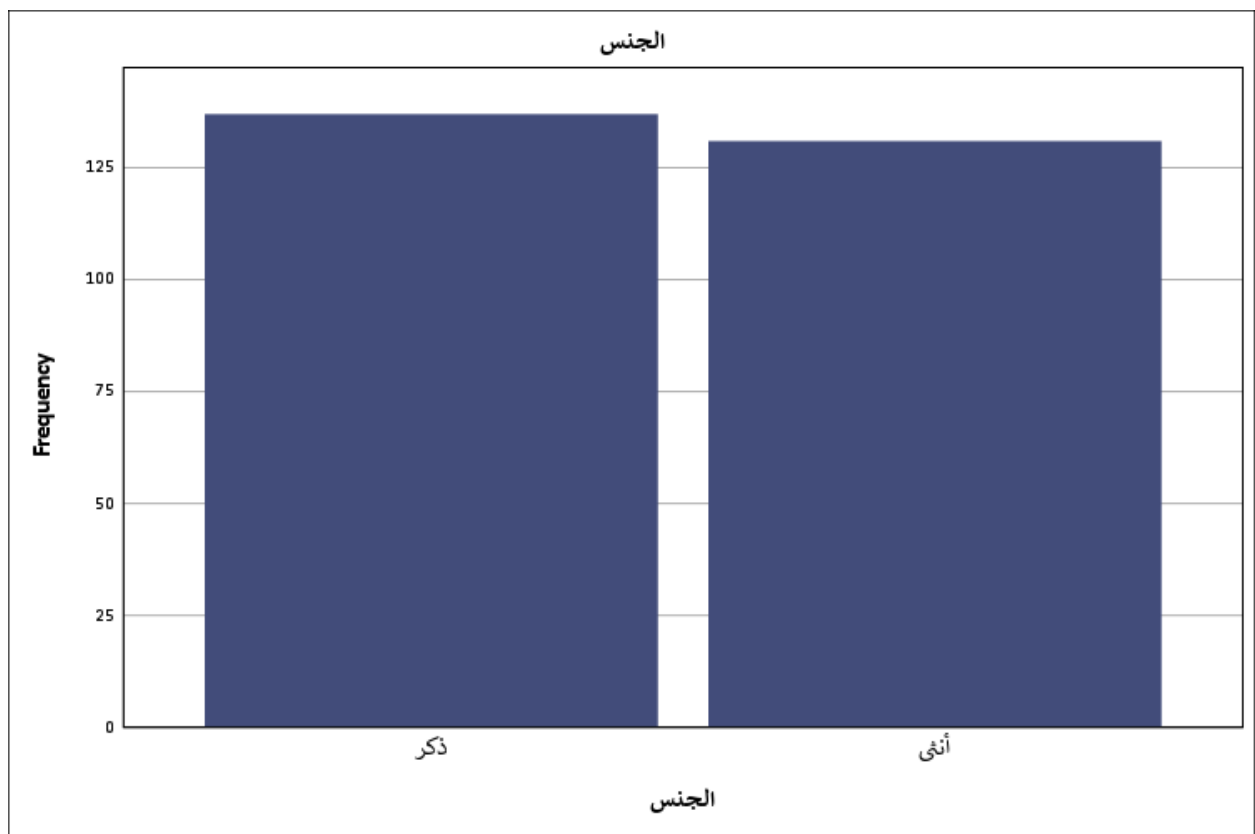
• جنس المشاركين في التجربة

كشفت نتائج التحليل الإحصائي لمتغير الجنس عن تقارب كبير في نسب التمثيل بين الذكور والإناث داخل عينة الدراسة ؛ سجل تكرار الذكور 137 فرداً ليشكلوا النسبة الأعلى بنحو 51.1% من القوام الإجمالي للمشاركين. تقاطعت هذه النتيجة مع تكرار الإناث الذي بلغ 131 فردة بنسبة تمثيل وصلت إلى 48.9% ؛ يسهم هذا التوازن العددي في تحديد أثر النوع الاجتماعي عند استقراء الآراء حول تطبيقات التكنولوجيا. يبدو أن تقارب النسب يعكس طبيعة البيئات المؤسسية الحديثة التي تتيح فرصاً

متكافئة للجنسين في قطاعات الإدارة والتشغيل والتحليل الفني؛ يحتمل أن يضيف هذا التساوي موثوقية أعلى على الاستجابات المحصلة. ترتبط هذه التوزيعات بفرص تفاعل كلا الجنسين مع أنظمة الذكاء الاصطناعي؛ قد تتلاقى رؤى الطرفين حول المزايا التشغيلية والبيئية لتلك التطبيقات الذكية؛ يقلل هذا الاستقرار في النسب من احتمالية الانحياز الإحصائي لصالح فئة دون أخرى.

الجنس					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
51.1	51.1	51.1	137	ذكر	Valid
100.0	48.9	48.9	131	أنثى	
	100.0	100.0	268	Total	

جدول 3: التحليل الإحصائي للجنس



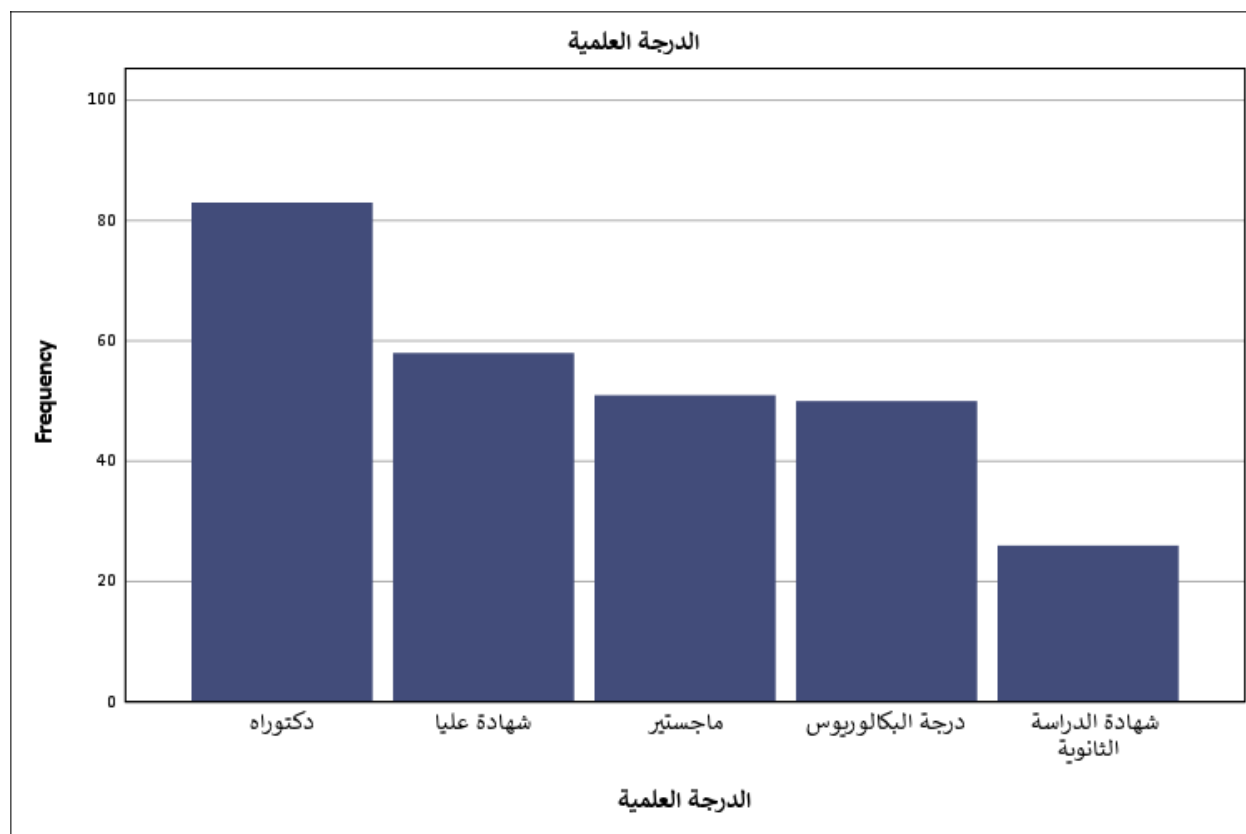
شكل توضيحي 2: التمثيل البياني للجنس

• الدرجة العلمية

بينت مؤشرات التحليل الإحصائي للدرجة العلمية ارتفاع المستويات الأكاديمية لأفراد عينة الدراسة بشكل ملحوظ ؛ استحوذ حاملو شهادة الدكتوراه على التكرار الأكبر بواقع 83 مشاركاً ونسبة بلغت 31.0%. جاءت فئة الشهادات العليا الأخرى في المرتبة الثانية بتكرار 58 فرداً ونسبة 21.6% ؛ تلاها حملة الماجستير بنسبة 19.0% متقاربين مع حملة البكالوريوس الذين سجلوا نسبة 18.7%. انخفض تمثيل حاملي شهادة الدراسة الثانوية ليتوقف عند 26 فرداً بنسبة 9.7% فقط من إجمالي العينة ؛ تؤكد هذه التوليفة الأكاديمية تمتع المشاركين بخلفيات معرفية متقدمة تؤهلهم لاستيعاب المفاهيم التقنية المعقدة. يرجح أن ينعكس هذا التأهيل العلمي العالي على دقة الإجابات وقدرة العينة على تقييم أثر الذكاء الاصطناعي موضوعياً؛ قد تدعم هذه النخبوية التعليمية تبني حلول استدامة الطاقة المبنية على أسس بحثية؛ يحتمل أن تسهم هذه الرؤى المتقدمة في صياغة استراتيجيات تطبيقية فعالة داخل المؤسسة.

الدرجة العلمية					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
31.0	31.0	31.0	83	دكتوراه	Valid
52.6	21.6	21.6	58	شهادة عليا	
71.6	19.0	19.0	51	ماجستير	
90.3	18.7	18.7	50	درجة البكالوريوس	
100.0	9.7	9.7	26	شهادة الدراسة الثانوية	
	100.0	100.0	268	Total	

جدول 4 : التحليل الإحصائي للدرجة العلمية



شكل توضيحي 3 : التمثيل البياني للدرجة العلمية

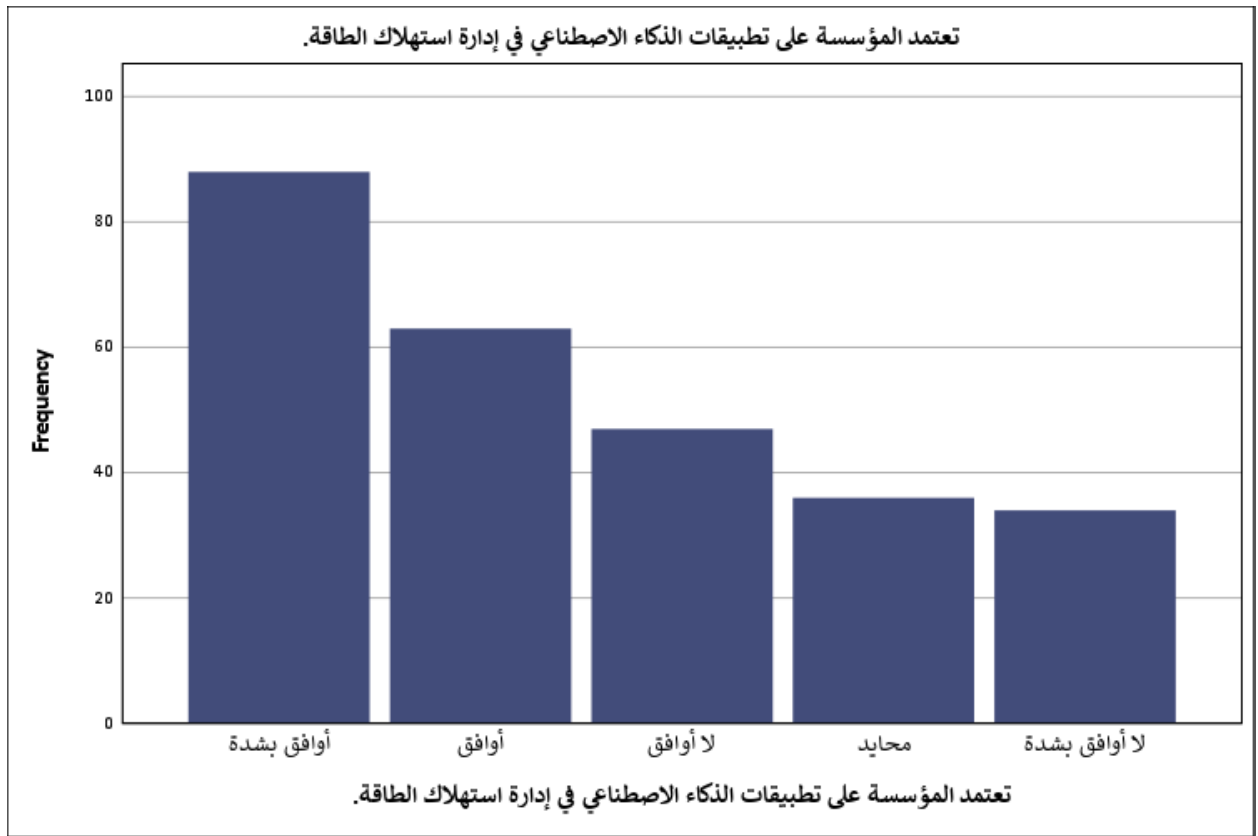
• تعتمد المؤسسة على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك الطاقة.

أعربت غالبية أفراد العينة عن تأييدها لاعتماد المؤسسة على التقنيات الذكية في توجيه واستهلاك الطاقة داخل أروقتها ؛ وافق بشدة 88 مشاركاً بنسبة بلغت 32.8%. انضم إليهم 63 مشاركاً أعلنوا موافقتهم بنسبة 23.5%؛ يجعل هذا المجموع الكلي للمؤيدين يتجاوز نصف العينة الفعالة. أظهر 47 فرداً عدم موافقتهم بنسبة 17.5% ؛ بينما اتخذ 36 فرداً موقفاً محايداً بنسبة 13.4%. وقفت الفئة الراضية بشدة في نهاية الترتيب بتكرار 34 ونسبة 12.7%. يشير هذا التباين الإيجابي العام إلى بدء تشكل وعي مؤسسي بأهمية البنية التحتية الذكية؛ يحتمل أن يرتبط التوجه الراض بضعف التدريب أو الخوف من التقنيات الجديدة؛ قد يؤثر هذا القبول المتنامي في تحسين مستويات الكفاءة إذا ما رافقه توفير الدعم الفني المستمر للموظفين في مواقع العمل.

تعتمد المؤسسة على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك الطاقة.					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
32.8	32.8	32.8	88	أوافق بشدة	Valid

56.3	23.5	23.5	63	أوافق
73.9	17.5	17.5	47	لا أوافق
87.3	13.4	13.4	36	محايد
100.0	12.7	12.7	34	لا أوافق بشدة
	100.0	100.0	268	Total

جدول 5: التحليل الإحصائي لاعتماد المؤسسة على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك الطاقة.



شكل توضيحي 4: التمثيل البياني لاعتماد المؤسسة على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك الطاقة.

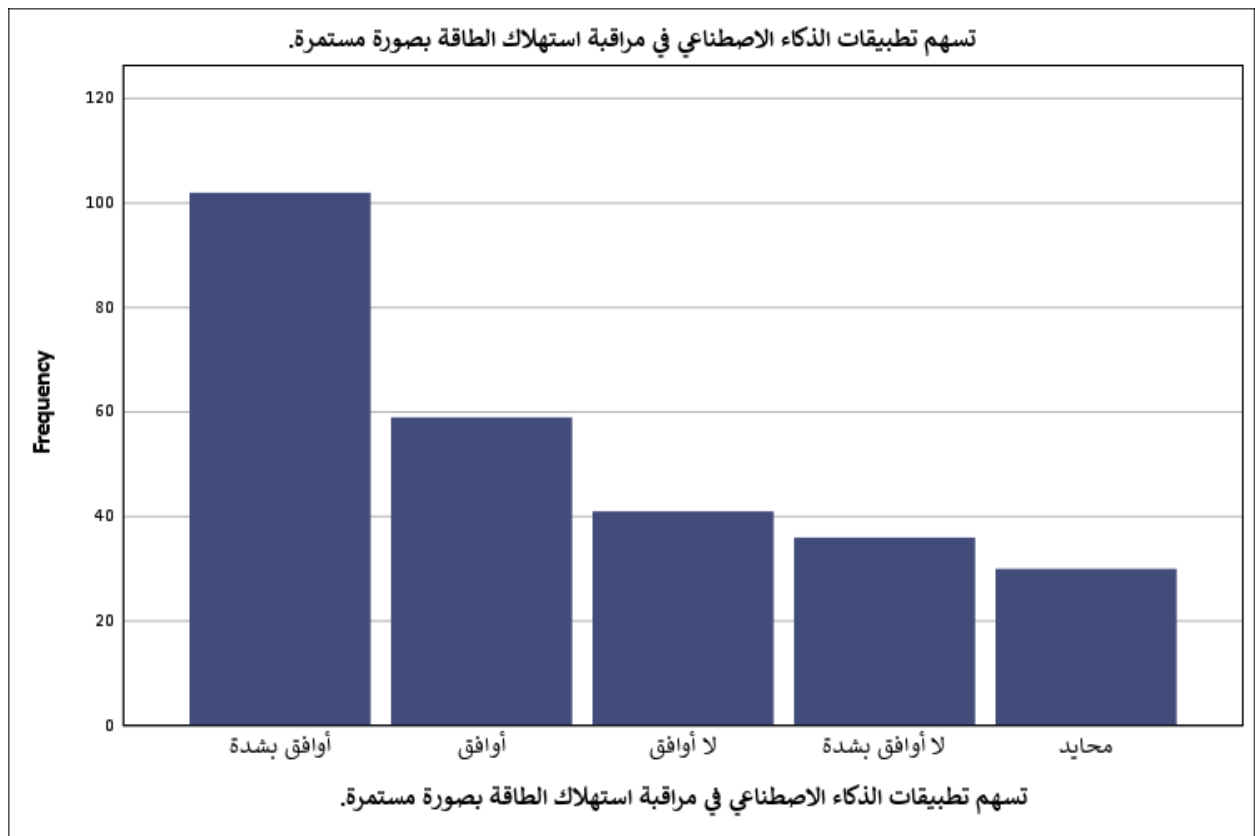
• تسهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مراقبة استهلاك الطاقة بصورة مستمرة.

حازت فرضية مساهمة الأنظمة الذكية في المراقبة الدائمة للاستهلاك على تأييد واسع النطاق من المشاركين ؛ أبدى 102 مشاركاً موافقتهم الشديدة بنسبة ارتفعت إلى 38.1%. أكد 59 فرداً موافقتهم العادية بنسبة 22.0% ؛ مما يعزز الثقة في قدرة الأدوات الرقمية على الرصد اللحظي للموارد. عارض هذه الرؤية 41 مبحوثاً بنسبة 15.3% ؛ في حين مال 36 فرداً للمخالفة الشديدة بنسبة 13.4%. بقيت فئة المحايدين الأقل عدداً بواقع 30 تكراراً ونسبة 11.2%. تدل هذه التوزيعات على إدراك العينة لقيمة

البيانات المستمرة في الوقت الفعلي؛ قد يكمن السبب وراء الرفض في عدم الاطلاع على آليات عمل المستشعرات الذكية؛ يبدو أن تطبيق هذا النمط الرقابي سيؤدي لتقليص الفجوات التشغيلية ومعالجة الانحرافات فور حدوثها.

تسهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مراقبة استهلاك الطاقة بصورة مستمرة.					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
38.1	38.1	38.1	102	أوافق بشدة	Valid
60.1	22.0	22.0	59	أوافق	
75.4	15.3	15.3	41	لا أوافق	
88.8	13.4	13.4	36	لا أوافق بشدة	
100.0	11.2	11.2	30	محايد	
	100.0	100.0	268	Total	

جدول 6: التحليل الإحصائي لمساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مراقبة استهلاك الطاقة بصورة مستمرة.



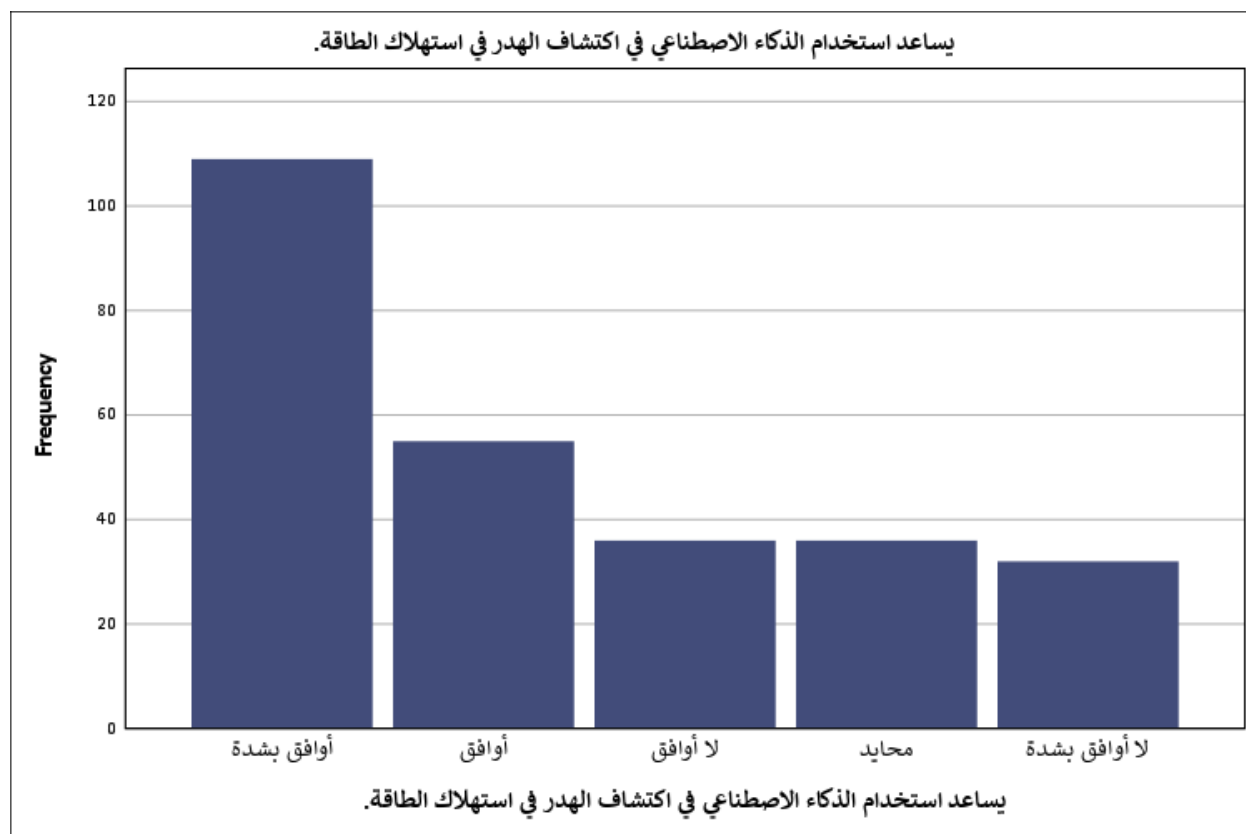
شكل توضيحي 5: التمثيل البياني لمساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مراقبة استهلاك الطاقة بصورة مستمرة.

- يساعد استخدام الذكاء الاصطناعي في اكتشاف الهدر في استهلاك الطاقة.

صبت استجابات المبحوثين في اتجاه تأكيد الدور الفاعل للذكاء الاصطناعي في تتبع نقاط الضياع وفقد الطاقة ؛ وافق بشدة 109 فرداً بنسبة بلغت 40.7% من عينة الدراسة. سجل خيار أوافق تكراراً قدره 55 مشاركاً بنسبة 20.5% ؛ يبرهن ذلك على القيمة المضافة للتحليلات الذكية في كشف الأنماط الاستهلاكية غير الكفؤة. تساوت فتتا غير الموافقين والمحايدين بتكرار 36 ونسبة 13.4% لكل منهما ؛ بينما انحصر الرفض الشديد في 32 فرداً بنسبة 11.9%. يرجح هذا الاتجاه الإيجابي إمكانية الاعتماد على الخوارزميات لتوفير النفقات المهدرة؛ يحتمل أن ترتبط الشكوك بمخاوف حول دقة خوارزميات الكشف نفسها؛ قد يقود التوظيف السليم لهذه التكنولوجيا إلى تحسين العوائد المالية للمؤسسات عبر سد ثغرات الهدر التشغيلي.

يساعد استخدام الذكاء الاصطناعي في اكتشاف الهدر في استهلاك الطاقة.					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
40.7	40.7	40.7	109	أوافق بشدة	Valid
61.2	20.5	20.5	55	أوافق	
74.6	13.4	13.4	36	لا أوافق	
88.1	13.4	13.4	36	محاييد	
100.0	11.9	11.9	32	لا أوافق بشدة	
	100.0	100.0	268	Total	

جدول 7: التحليل الإحصائي لمساعدة استخدام الذكاء الاصطناعي في اكتشاف الهدر في استهلاك الطاقة.



شكل توضيحي 6: التمثيل البياني لمساعدة استخدام الذكاء الاصطناعي في اكتشاف الهدر في استهلاك الطاقة.

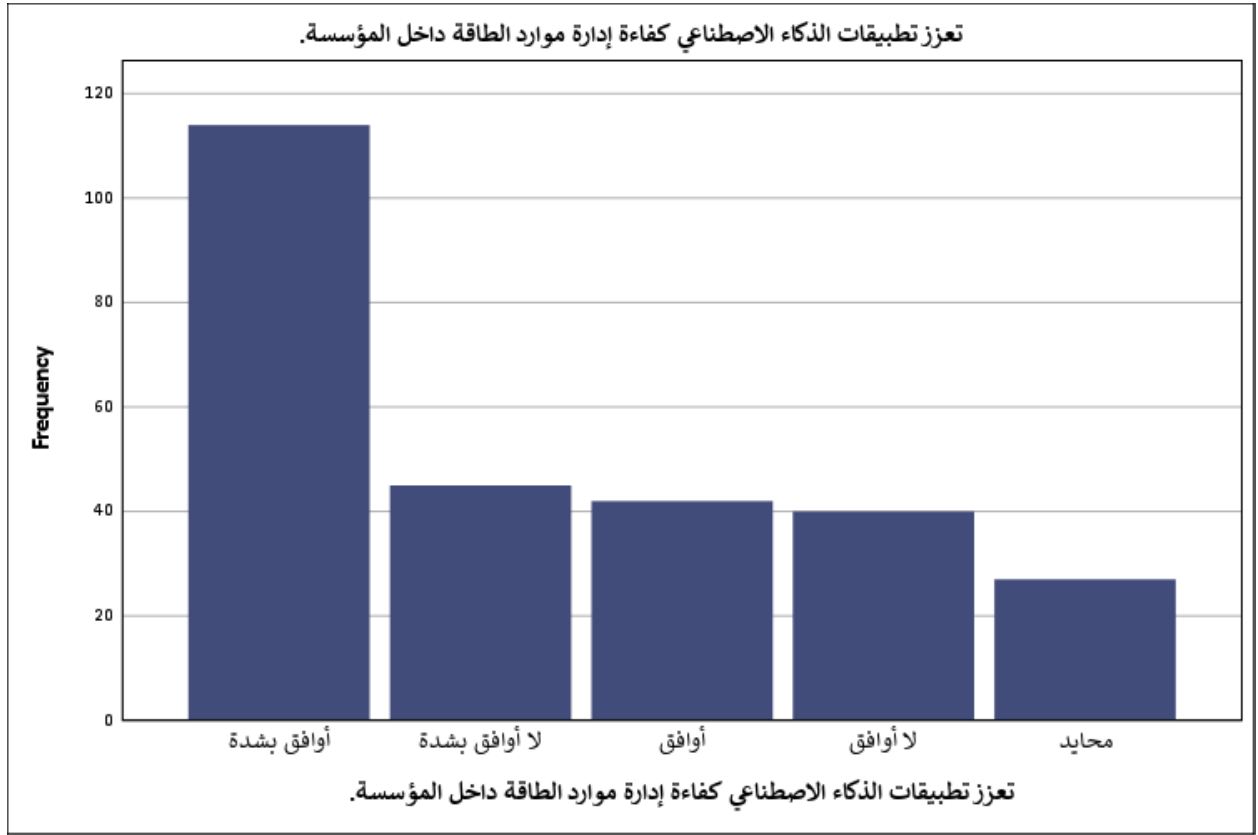
• تعزز تطبيقات الذكاء الاصطناعي كفاءة إدارة موارد الطاقة داخل المؤسسة.

أكدت المؤشرات التكرارية موافقة شريحة واسعة على دور التقنيات الذكية في ترقية كفاءة إدارة الموارد الداخلية؛ اختار أوافق بشدة 114 مبحوثاً بنسبة تصدرت الخيارات عند 42.5%. لفت الانتباه حلول خيار لا أوافق بشدة في المرتبة الثانية بواقع 45 فرداً ونسبة 16.8%؛ تلاه خيار أوافق بتكرار 42 ونسبة 15.7%. تقاربت فئة لا أوافق مع سابقتها مسجلة 40 تكراراً ونسبة 14.9%؛ بينما تذيّل المحايدون القائمة بـ 27 فرداً ونسبة 10.1%. يظهر الاستقطاب الواضح بين التأييد المرتفع والرفض الحاد انقساماً محتملاً حول آليات التطبيق الفعلي؛ قد يعود الرفض الشديد لتجارب سابقة غير ناجحة أو لعدم ملائمة الأنظمة المطبقة لطبيعة العمل؛ يبدو أن نجاح التعزيز يتوقف على تهيئة البيئة التنظيمية لاستيعاب الحلول الرقمية.

تعزز تطبيقات الذكاء الاصطناعي كفاءة إدارة موارد الطاقة داخل المؤسسة.					
	Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency	
Valid	42.5	42.5	42.5	114	أوافق بشدة

59.3	16.8	16.8	45	لا أوافق بشدة
75.0	15.7	15.7	42	أوافق
89.9	14.9	14.9	40	لا أوافق
100.0	10.1	10.1	27	محايد
	100.0	100.0	268	Total

جدول 8: التحليل الإحصائي لتعزيز تطبيقات الذكاء الاصطناعي كفاءة إدارة موارد الطاقة داخل المؤسسة.



شكل توضيحي 7: التمثيل البياني لتعزيز تطبيقات الذكاء الاصطناعي كفاءة إدارة موارد الطاقة داخل المؤسسة.

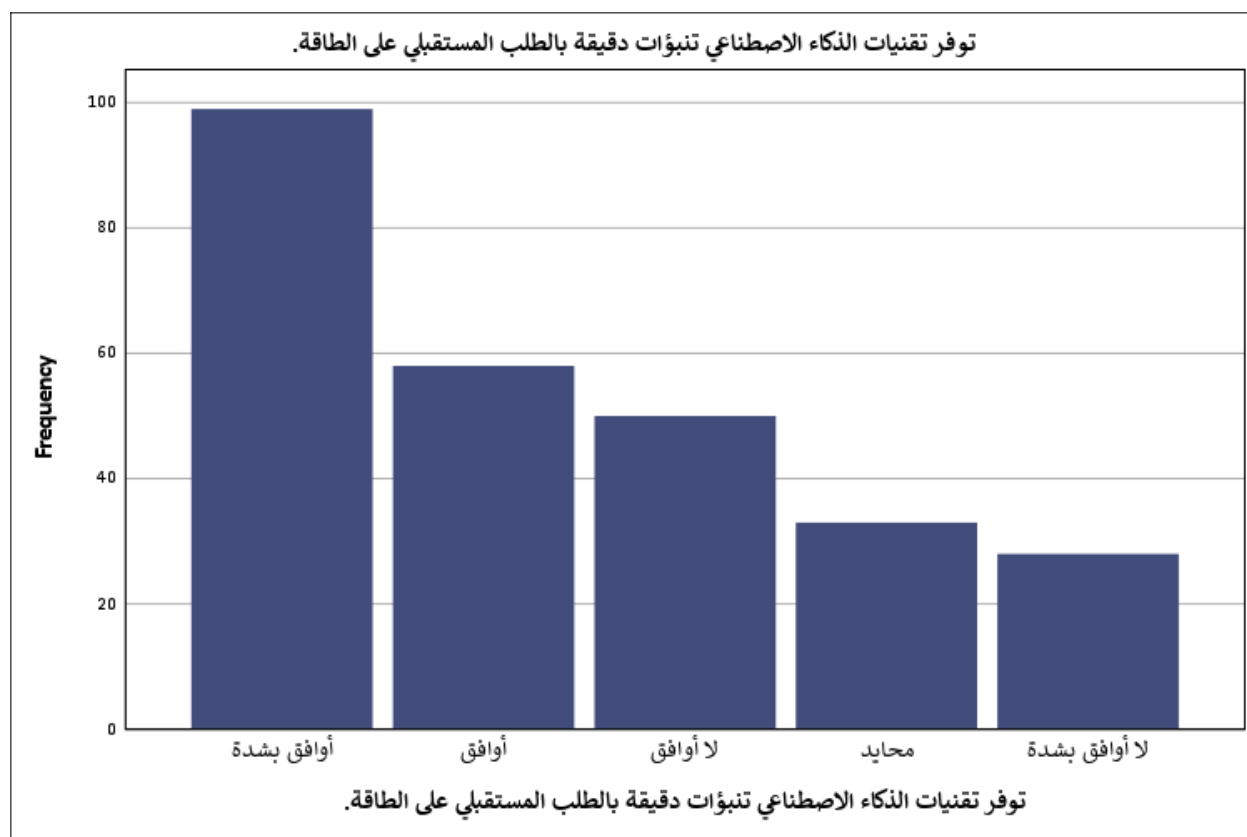
• توفر تقنيات الذكاء الاصطناعي تنبؤات دقيقة بالطلب المستقبلي على الطاقة.

أشارت نتائج استطلاع الآراء إلى ميل عينة الدراسة لتصديق قدرة الأنظمة الذكية على التنبؤ المستقبلي بدقة ؛ وافق بشدة 99 مشاركاً بنسبة شكلت 36.9% من المجموع الكلي. دعم خيار أوافق هذا التوجه بتكرار بلغ 58 ونسبة بلغت 21.6% ؛ مما يبرز الأهمية الاستراتيجية لنمذجة البيانات التاريخية. عارض هذا الرأي 50 فرداً بنسبة 18.7% ؛ في حين وقف 33 مبحوثاً في منطقة الحياد بنسبة 12.3%. تراجعت نسبة عدم الموافقين بشدة لتصل إلى 10.4% بواقع 28 تكراراً. يحتمل أن تعكس هذه البيانات

ثقة الكوادر في النماذج الرياضية الحديثة؛ ربما يرتبط التحفظ بمدى تقلب العوامل الخارجية المؤثرة على دقة التنبؤ؛ قد يتيح هذا الاستشراف المستقبلي للمؤسسة التخطيط الاستباقي لعمليات الشراء وتفاذي الأزمات المفاجئة في الإمدادات.

توفر تقنيات الذكاء الاصطناعي تنبؤات دقيقة بالطلب المستقبلي على الطاقة.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	99	36.9	36.9	36.9	Valid
أوافق	58	21.6	21.6	58.6	
لا أوافق	50	18.7	18.7	77.2	
محايد	33	12.3	12.3	89.6	
لا أوافق بشدة	28	10.4	10.4	100.0	
Total	268	100.0	100.0		

جدول 9: التحليل الإحصائي لتوفير تقنيات الذكاء الاصطناعي تنبؤات دقيقة بالطلب المستقبلي على الطاقة.



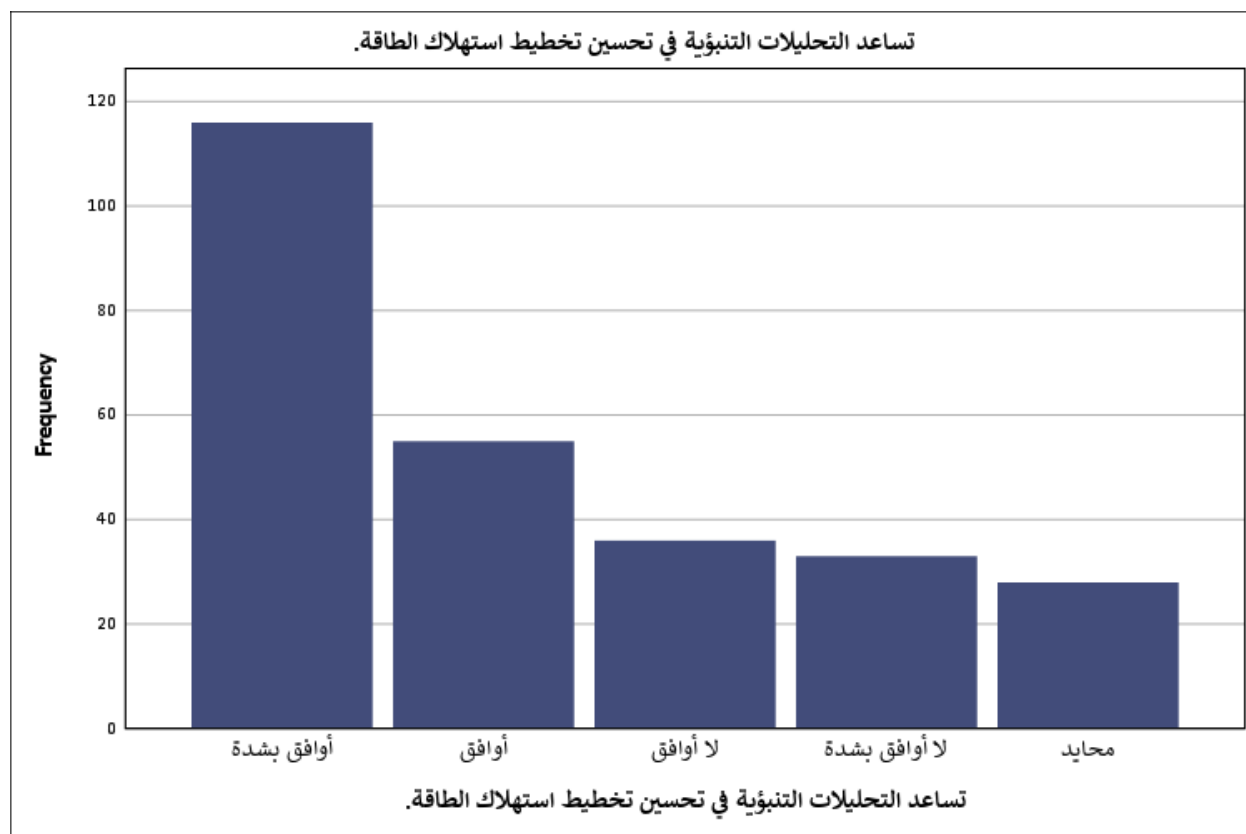
شكل توضيحي 8: التمثيل البياني لتوفير تقنيات الذكاء الاصطناعي تنبؤات دقيقة بالطلب المستقبلي على الطاقة.

• تساعد التحليلات التنبؤية في تحسين تخطيط استهلاك الطاقة.

أفادت استجابات المشاركين بوجود دعم قوي لأهمية أدوات التنبؤ في صياغة خطط استهلاكية أكثر فاعلية ؛ وافق بشدة 116 فرداً بنسبة بلغت 43.3% من القوام العام للعينة. سجلت فئة الموافقين تكراراً قدره 55 ونسبة بلغت 20.5% ؛ يرسخ ذلك القناعة بجدوى الانتقال من التخطيط التقليدي إلى التخطيط القائم على البيانات الذكية. عارض العبارة 36 مبحوثاً بنسبة 13.4% ؛ بينما رفضها بشدة 33 فرداً بنسبة 12.3%. انحصرت فئة الحياد في 28 مشاركاً بنسبة 10.4%. يعكس هذا التموضع الإحصائي رغبة الكوادر في الاعتماد على المنهجيات العلمية؛ قد ترجع الشكوك المحدودة إلى ضعف التكامل بين الإدارات المختلفة عند مشاركة البيانات التنبؤية؛ يبدو أن التخطيط المحسن سيقفل من الهدر المالي ويضمن توزيعاً أمثلاً للأحمال الكهربائية والتشغيلية.

تساعد التحليلات التنبؤية في تحسين تخطيط استهلاك الطاقة.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	116	43.3	43.3	43.3	Valid
أوافق	55	20.5	20.5	63.8	
لا أوافق	36	13.4	13.4	77.2	
لا أوافق بشدة	33	12.3	12.3	89.6	
محايد	28	10.4	10.4	100.0	
Total	268	100.0	100.0		

جدول 10 : التحليل الإحصائي لمساعدة التحليلات التنبؤية في تحسين تخطيط استهلاك الطاقة.



شكل توضيحي 9: التمثيل البياني لمساعدة التحليلات التنبؤية في تحسين تخطيط استهلاك الطاقة.

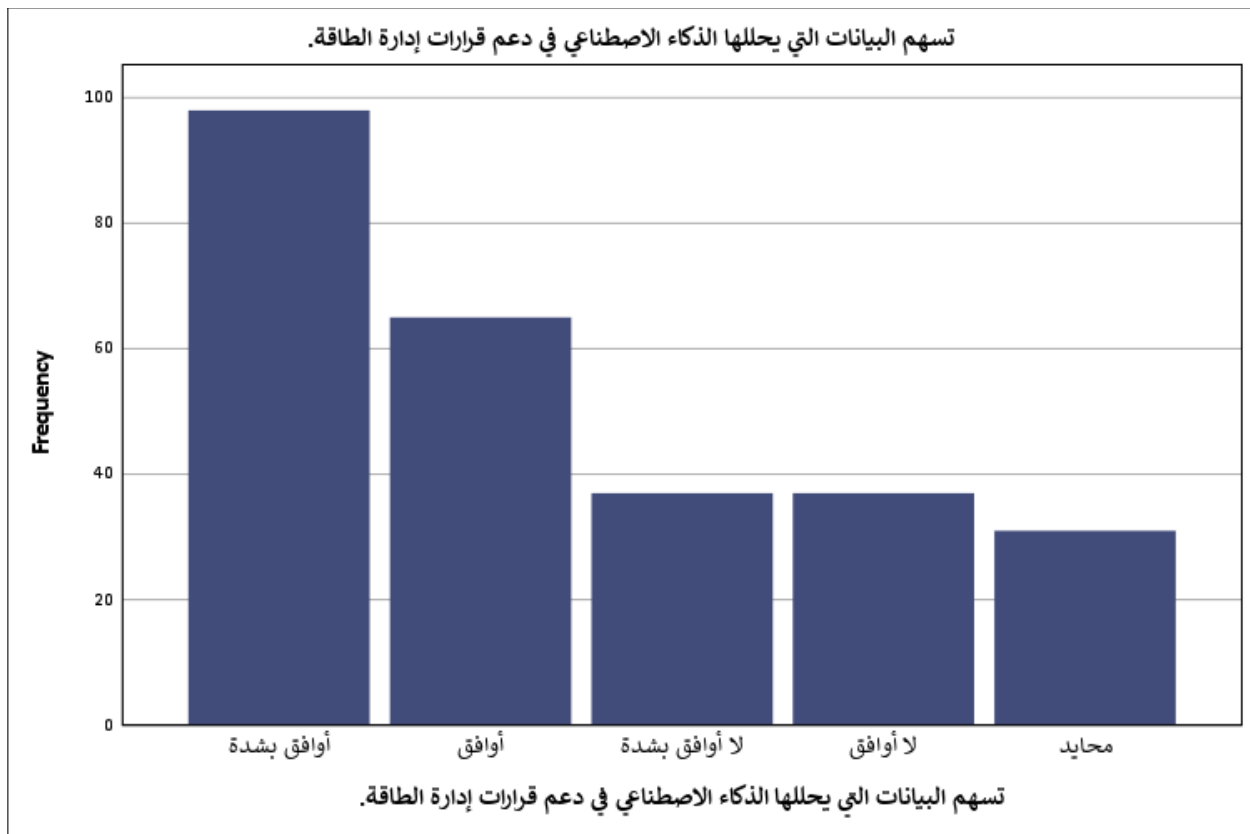
• تسهم البيانات التي يحللها الذكاء الاصطناعي في دعم قرارات إدارة الطاقة.

أفرزت التكرارات تأييداً واضحاً لدور البيانات المحللة رقمياً في ترشيد وصناعة القرارات الإدارية الخاصة بالطاقة ؛ وافق بشدة 98 فرداً بنسبة وصلت إلى 36.6%. ساند هذا التوجه 65 مشاركاً أبدوا موافقتهم بنسبة 24.3% ؛ يظهر ذلك القيمة التنافسية لتحويل البيانات الخام إلى معرفة قابلة للتطبيق الفوري. تساوت كفتا الرفض الشديد والرفض العادي بتكرار 37 ونسبة 13.8% لكل منهما ؛ بينما اختار 31 مشاركاً الموقف المحايد بنسبة 11.6%. ترتبط هذه النتائج بمدى اعتماد القيادات على التقارير الفنية الذكية؛ يحتمل أن يعزى التحفظ لوجود فجوة بين المحللين الفنيين وصناع القرار التقليديين؛ قد يؤدي تعزيز الاعتماد على هذه التحليلات إلى تسريع وتيرة اتخاذ القرارات الاستراتيجية بدقة وأمان أعلى.

تسهم البيانات التي يحللها الذكاء الاصطناعي في دعم قرارات إدارة الطاقة.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	98	36.6	36.6	36.6	Valid
أوافق	65	24.3	24.3	60.8	

74.6	13.8	13.8	37	لا أوافق بشدة
88.4	13.8	13.8	37	لا أوافق
100.0	11.6	11.6	31	محايد
	100.0	100.0	268	Total

جدول 11: التحليل الإحصائي لمساهمة البيانات التي يحللها الذكاء الاصطناعي في دعم قرارات إدارة الطاقة.



شكل توضيحي 10: التمثيل البياني لمساهمة البيانات التي يحللها الذكاء الاصطناعي في دعم قرارات إدارة الطاقة.

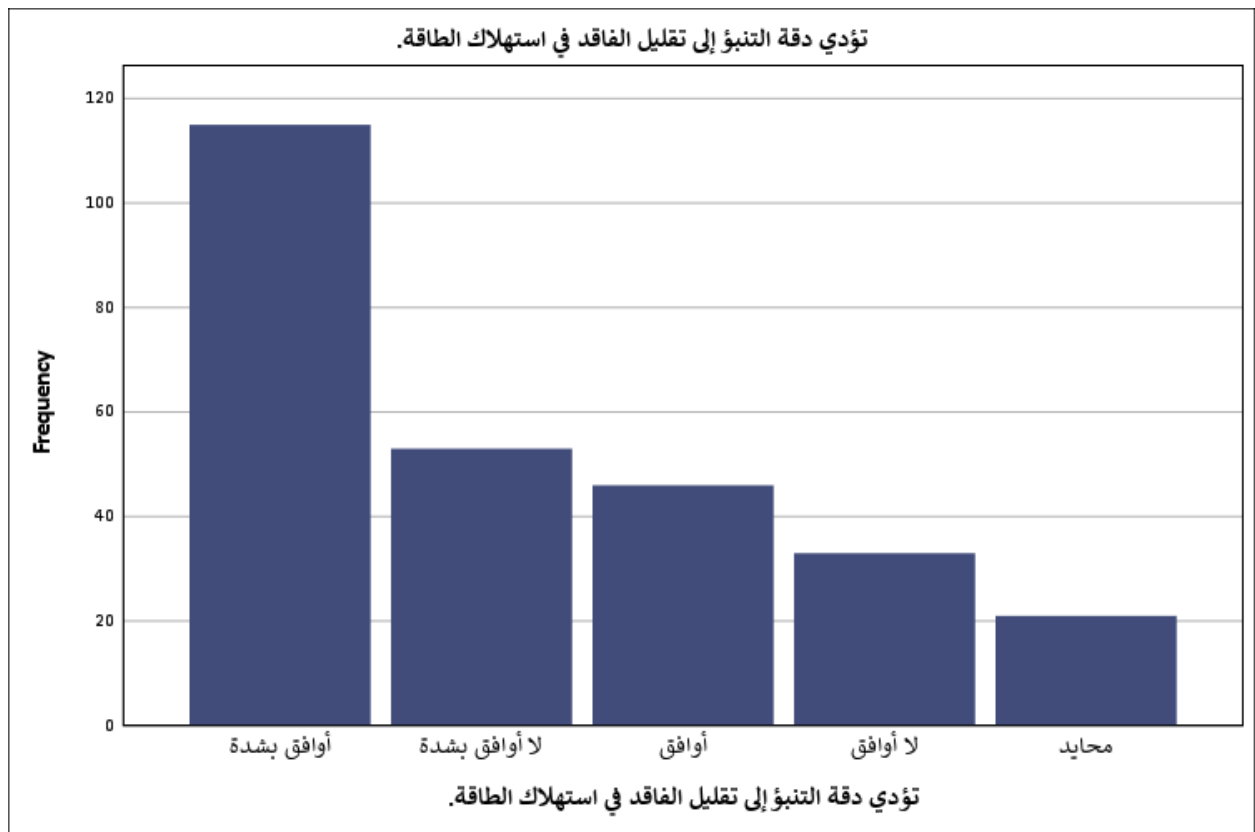
• تؤدي دقة التنبؤ إلى تقليل الفاقد في استهلاك الطاقة.

أظهرت التوزيعات النسبية توافقاً كبيراً حول الأثر المباشر لدقة التوقعات في خفض معدلات ضياع الموارد؛ وافق بشدة 115 مشاركاً بنسبة بلغت 42.9%. حلت فئة لا أوافق بشدة في المرتبة الثانية بتكرار 53 ونسبة 19.8%؛ بينما وافق 46 فرداً بنسبة 17.2%. عارض الفرضية 33 مبحوثاً بنسبة 12.3%؛ واقتصروا المحايدون على 21 فرداً بنسبة 7.8% فقط. يبرز الارتفاع في خيار الموافقة الشديدة والرفض الشديد وجود مدرستين داخل بيئة العمل؛ قد ترى الفئة الراضية أن تقليل الفاقد يرتبط بجودة الصيانة الميكانيكية أكثر من ارتباطه بالتنبؤ البرمجي؛ يحتمل أن يثبت الواقع العملي تكامل الجانبين؛ يبدو أن الربط بين التنبؤ

والتشغيل يضمن أعلى معدلات توفير ممكنة.

تؤدي دقة التنبؤ إلى تقليل الفاقد في استهلاك الطاقة.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
Valid	أوافق بشدة	42.9	42.9	42.9	115
	لا أوافق بشدة	19.8	19.8	62.7	53
	أوافق	17.2	17.2	79.9	46
	لا أوافق	12.3	12.3	92.2	33
	محايد	7.8	7.8	100.0	21
	Total	100.0	100.0		268

جدول 12 : التحليل الإحصائي لأداء دقة التنبؤ إلى تقليل الفاقد في استهلاك الطاقة.



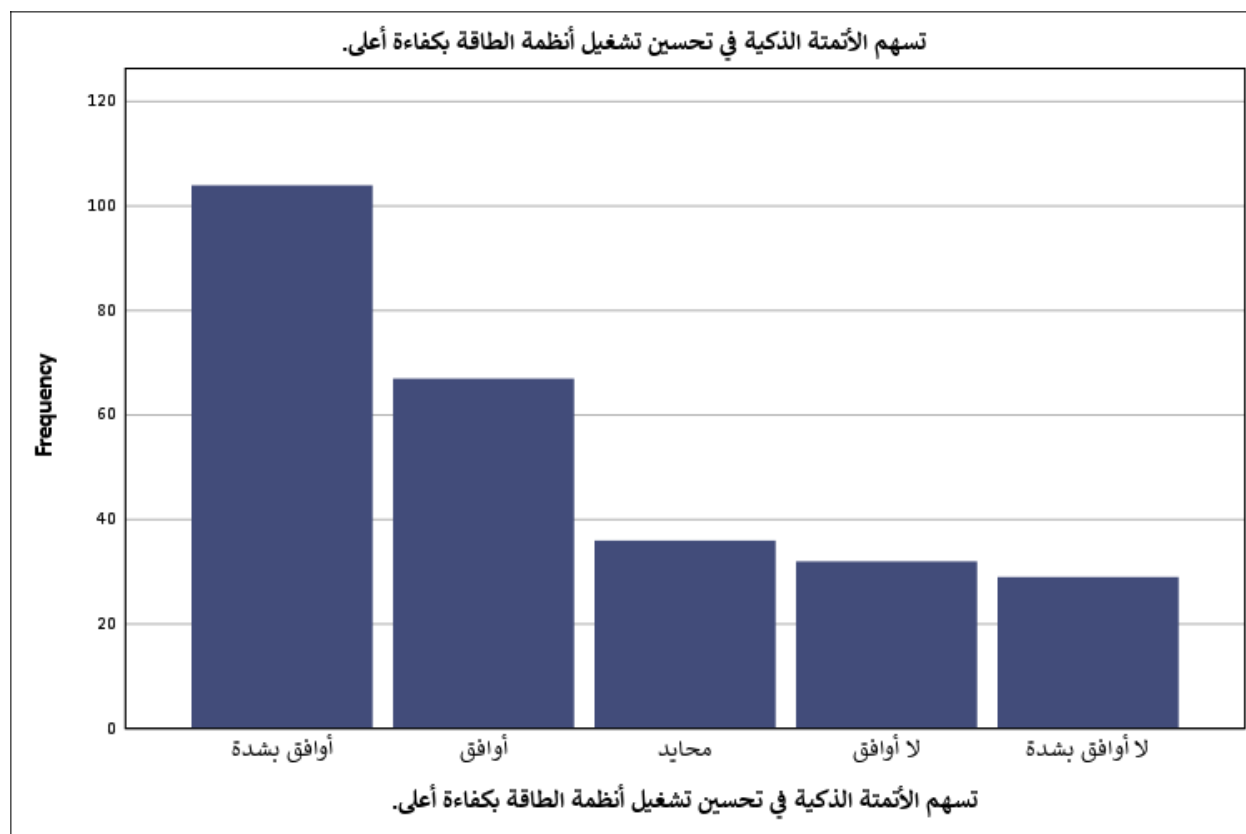
شكل توضيحي 11 : التمثيل البياني لأداء دقة التنبؤ إلى تقليل الفاقد في استهلاك الطاقة.

- تسهم الأتمتة الذكية في تحسين تشغيل أنظمة الطاقة بكفاءة أعلى.

صوتت كتلة وازنة من المشاركين لصالح قدرة الأنظمة المؤتمتة على رفع كفاءة التشغيل الميداني : أبدى 104 أفراد موافقتهم الشديدة بنسبة بلغت 38.8%. عزز هذا المنحى موافقة 67 مشاركاً بنسبة 25.0%؛ يكرس هذا الاندماج قناعة الموظفين بجدوى التخلي عن الأنظمة اليدوية التقليدية. اتخذ 36 فرداً موقف الحياد بنسبة 13.4%؛ في حين عارض العبارة 32 مبحوثاً بنسبة 11.9%. اختتم التوزيع بخيار لا أوافق بشدة بواقع 29 فرداً ونسبة 10.8%. يشير هذا التوجه العام نحو القبول إلى جاهزية الكوادر لاستيعاب تقنيات التحكم الذاتي؛ قد تعود أسباب عدم الموافقة إلى الخوف من استبدال العمالة البشرية بالأجهزة الذكية؛ يحتمل أن تؤدي الأتمتة إلى تحرير الطاقات البشرية للتركيز على المهام الرقابية الأكثر تعقيداً.

تسهم الأتمتة الذكية في تحسين تشغيل أنظمة الطاقة بكفاءة أعلى.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	104	38.8	38.8	38.8	Valid
أوافق	67	25.0	25.0	63.8	
محايد	36	13.4	13.4	77.2	
لا أوافق	32	11.9	11.9	89.2	
لا أوافق بشدة	29	10.8	10.8	100.0	
Total	268	100.0	100.0		

جدول 13 : التحليل الإحصائي لمساهمة الأتمتة الذكية في تحسين تشغيل أنظمة الطاقة بكفاءة أعلى.



شكل توضيحي 12 : التمثيل البياني لمساهمة الأتمتة الذكية في تحسين تشغيل أنظمة الطاقة بكفاءة أعلى.

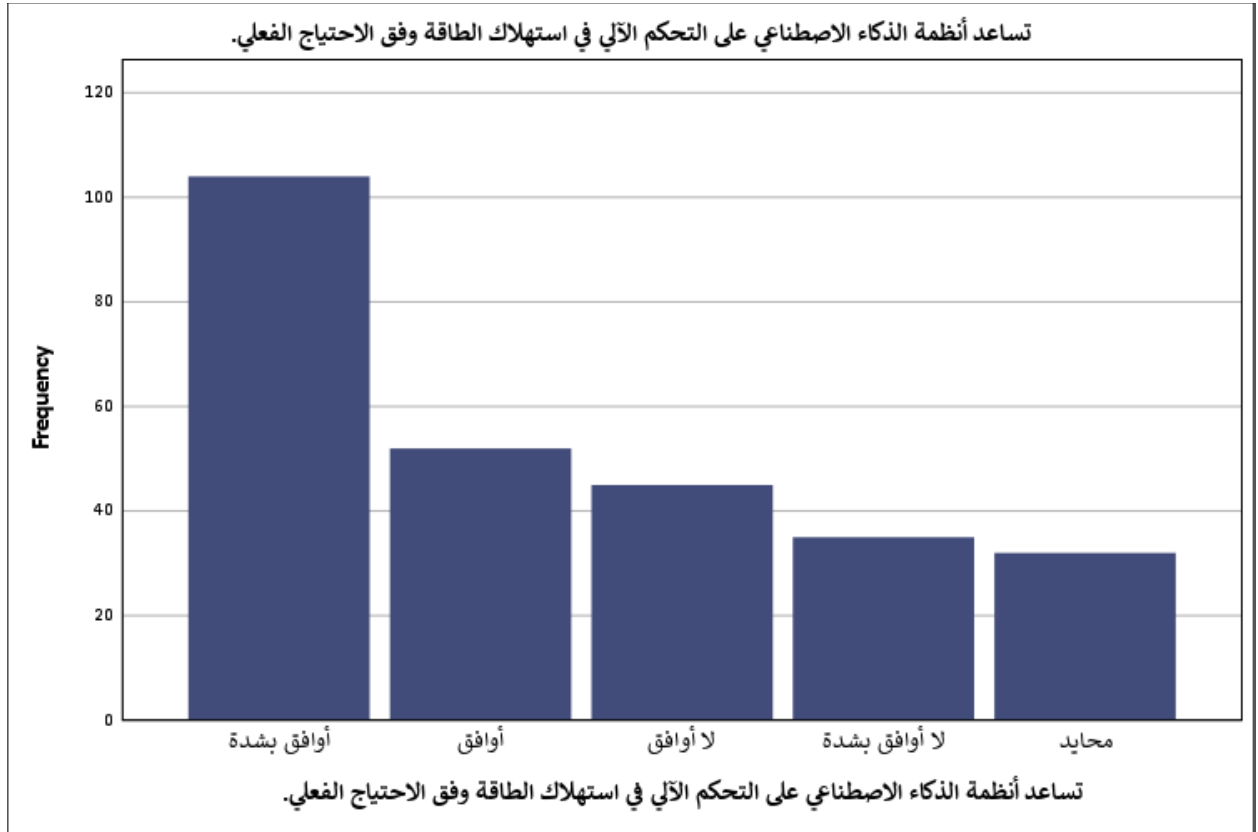
• تساعد أنظمة الذكاء الاصطناعي على التحكم الآلي في استهلاك الطاقة وفق الاحتياج الفعلي.

تطابقت وجهات نظر العديد من المستقصى منهم حول جدوى التحكم الآلي المرتبط بالطلب الحقيقي في الوقت التشغيلي ؛ وافق بشدة 104 مشاركاً بنسبة بلغت 38.8%. وافق 52 فرداً بنسبة 19.4% ؛ مما يدعم فكرة الاستجابة الديناميكية للأجهزة بناءً على التغيرات الحركية أو البيئية. سجل خيار لا أوافق 45 تكراراً بنسبة 16.8% ؛ بينما رفض العبارة بشدة 35 فرداً بنسبة 13.1%. مثل المحايدون الشريحة المتبقية بـ 32 تكراراً ونسبة 11.9%. يرجح هذا التوزيع إدراك العينة لفوائد الترشيد التلقائي؛ قد تنبع المخاوف من احتمالية حدوث أعطال برمجية تؤدي لانقطاع الخدمة أو اختلال التشغيل؛ يبدو أن دمج معايير الأمان والسلامة يضمن تبديد تلك الهواجس وتحقيق الفائدة المرجوة.

تساعد أنظمة الذكاء الاصطناعي على التحكم الآلي في استهلاك الطاقة وفق الاحتياج الفعلي.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	104	38.8	38.8	38.8	Valid
أوافق	52	19.4	19.4	58.2	

75.0	16.8	16.8	45	لا أوافق
88.1	13.1	13.1	35	لا أوافق بشدة
100.0	11.9	11.9	32	محايد
	100.0	100.0	268	Total

جدول 14 : التحليل الإحصائي لمساعدة أنظمة الذكاء الاصطناعي على التحكم الآلي في استهلاك الطاقة وفق الاحتياج الفعلي.



شكل توضيحي 13 : التمثيل البياني لمساعدة أنظمة الذكاء الاصطناعي على التحكم الآلي في استهلاك الطاقة وفق الاحتياج الفعلي.

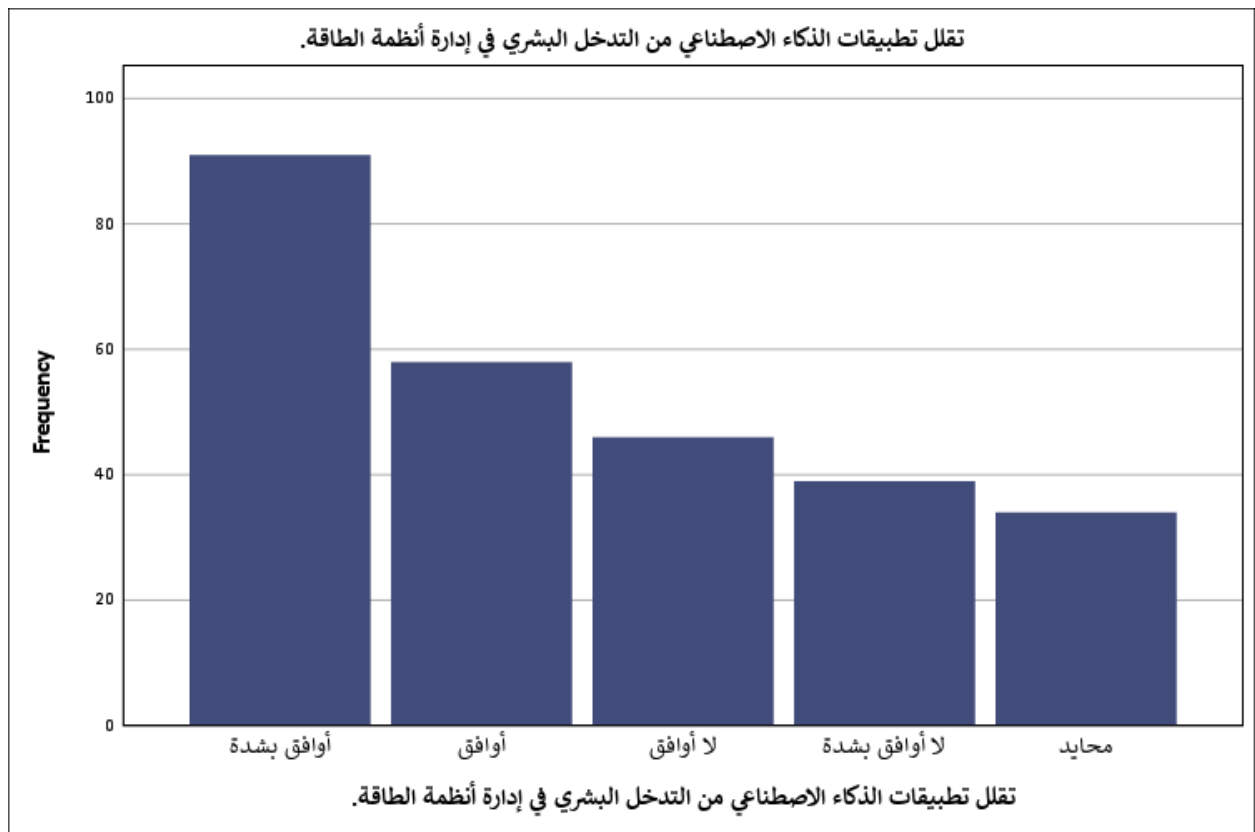
• تقليل تطبيقات الذكاء الاصطناعي من التدخل البشري في إدارة أنظمة الطاقة.

جاءت الاستجابات الإحصائية مؤيدة لفكرة تقليص الأدوار البشرية المباشرة في ضبط العمليات التشغيلية للطاقة ؛ وافق بشدة 91 مشاركاً بنسبة بلغت 34.0%. عبر 58 فرداً عن موافقتهم بنسبة 21.6% ؛ مما يوضح القناعة بقدرة الأنظمة الرقمية على إدارة العمليات المعقدة ذاتياً. عارض هذا المنظور 46 مبحوثاً بنسبة 17.2% ؛ ورفضه بشدة 39 مشاركاً بنسبة 14.6%. استقر 34 فرداً في مربع الحياد بنسبة 12.7%. يظهر هذا الانقسام النسبي حساسية موضوع إحلال الآلة محل الإنسان؛ قد يعزى الرفض إلى الاعتقاد الراسخ بأن الحس البشري والخبرة الميدانية لا يمكن تعويضهما بالكامل في الحالات الطارئة؛ يحتمل أن يكون التوجه

الأمثل هو التكامل بين الرقابة البشرية العليا والتنفيذ الآلي الذكي.

تقلل تطبيقات الذكاء الاصطناعي من التدخل البشري في إدارة أنظمة الطاقة.					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
34.0	34.0	34.0	91	أوافق بشدة	Valid
55.6	21.6	21.6	58	أوافق	
72.8	17.2	17.2	46	لا أوافق	
87.3	14.6	14.6	39	لا أوافق بشدة	
100.0	12.7	12.7	34	محايد	
	100.0	100.0	268	Total	

جدول 15: التحليل الإحصائي لتقليل تطبيقات الذكاء الاصطناعي من التدخل البشري في إدارة أنظمة الطاقة.



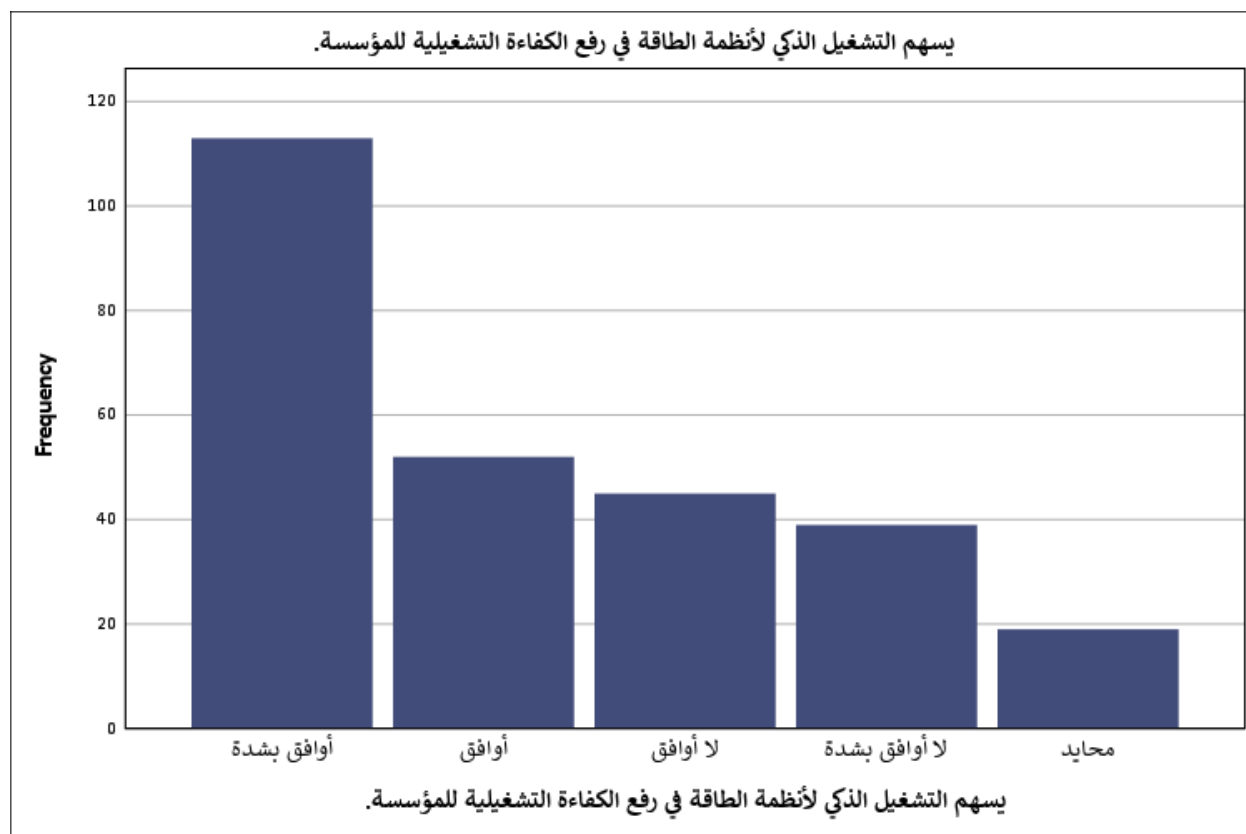
شكل توضيحي 14: التمثيل البياني لتقليل تطبيقات الذكاء الاصطناعي من التدخل البشري في إدارة أنظمة الطاقة.

- يسهم التشغيل الذكي لأنظمة الطاقة في رفع الكفاءة التشغيلية للمؤسسة.

سجلت البيانات دلالات قوية على ارتباط التشغيل الذكي بترقية الكفاءة الكلية للأداء المؤسسي ؛ وافق بشدة 113 فرداً بنسبة وصلت إلى 42.2% من عينة الدراسة. أيد العبارة 52 مشاركاً بنسبة 19.4% ؛ مما يعكس الوعي بالآثار الإيجابية الممتدة للتكنولوجيا خارج نطاق قسم الطاقة المباشر. عارض المقترح 45 فرداً بنسبة 16.8% ؛ في حين رفضه بشدة 39 مبحوثاً بنسبة 14.6%. التزم 19 مشاركاً فقط بالحياد بنسبة 7.1%. تبرهن النسبة المرتفعة للمؤيدين على وجود رؤية واضحة حول العوائد غير المباشرة للأتمتة؛ يحتمل أن يرجع التحفظ لصعوبة قياس الكفاءة التشغيلية بشكل دقيق في المدى القصير؛ يبدو أن تبني حلول الذكاء الاصطناعي يمثل ركيزة أساسية لتطوير الأداء التنظيمي الشامل.

يسهم التشغيل الذكي لأنظمة الطاقة في رفع الكفاءة التشغيلية للمؤسسة.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	113	42.2	42.2	42.2	Valid
أوافق	52	19.4	19.4	61.6	
لا أوافق	45	16.8	16.8	78.4	
لا أوافق بشدة	39	14.6	14.6	92.9	
محايد	19	7.1	7.1	100.0	
Total	268	100.0	100.0		

جدول 16: التحليل الإحصائي لمساهمة التشغيل الذكي لأنظمة الطاقة في رفع الكفاءة التشغيلية للمؤسسة.



شكل توضيحي 15: التمثيل البياني لمساهمة التشغيل الذكي لأنظمة الطاقة في رفع الكفاءة التشغيلية للمؤسسة.

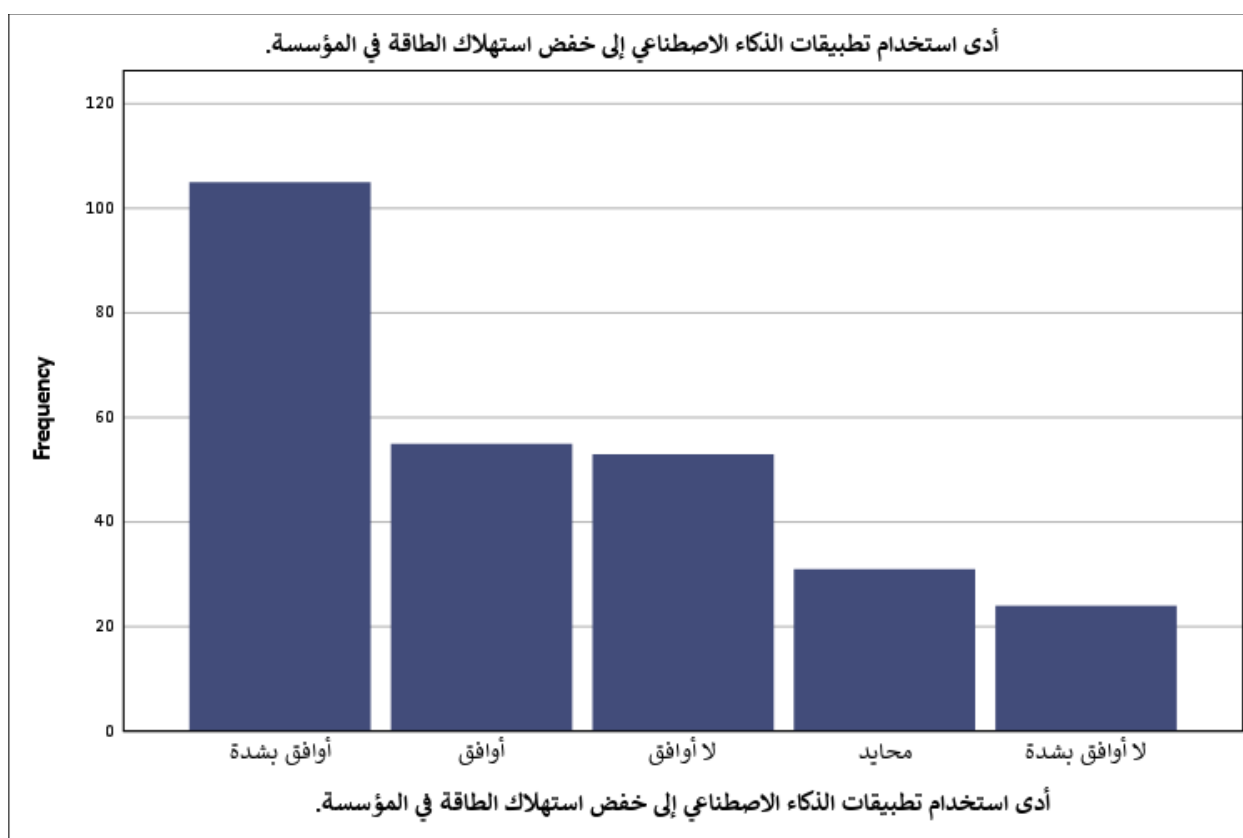
• أدى استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى خفض استهلاك الطاقة في المؤسسة.

أكدت التكرارات الميدانية حدوث انخفاض فعلي في الاستهلاك نتيجة إدخال التطبيقات الذكية في العمليات؛ وافق بشدة 105 مشاركاً بنسبة بلغت 39.2%. أقر بالموافقة 55 فرداً بنسبة 20.5%؛ مما يقدم دليلاً عملياً على جدوى الاستثمار في هذه النظم الرقمية. عارضت شريحة قوامها 53 فرداً هذه النتيجة بنسبة 19.8%؛ بينما اختار 31 مشاركاً الحياد بنسبة 11.6%. انخفض الرفض الشديد ليقصر على 24 فرداً بنسبة 9.0%. يشير هذا التوزيع الإيجابي إلى التماس المباشر للموظفين مع نتائج الترشيد؛ قد ترجع وجهة النظر المعارضة إلى عدم حدوث هبوط ملموس في الفواتير نتيجة زيادة الأنشطة الإنتاجية الأخرى؛ يبدو أن قياس الاستهلاك يحتاج لعزل المتغيرات الخارجية لبيان الأثر الحقيقي بدقة.

أدى استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى خفض استهلاك الطاقة في المؤسسة.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	105	39.2	39.2	39.2	Valid
أوافق	55	20.5	20.5	59.7	

79.5	19.8	19.8	53	لا أوافق
91.0	11.6	11.6	31	محايد
100.0	9.0	9.0	24	لا أوافق بشدة
	100.0	100.0	268	Total

جدول 17: التحليل الإحصائي لأداء استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى خفض استهلاك الطاقة في المؤسسة.



شكل توضيحي 16: التمثيل البياني لأداء استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى خفض استهلاك الطاقة في المؤسسة.

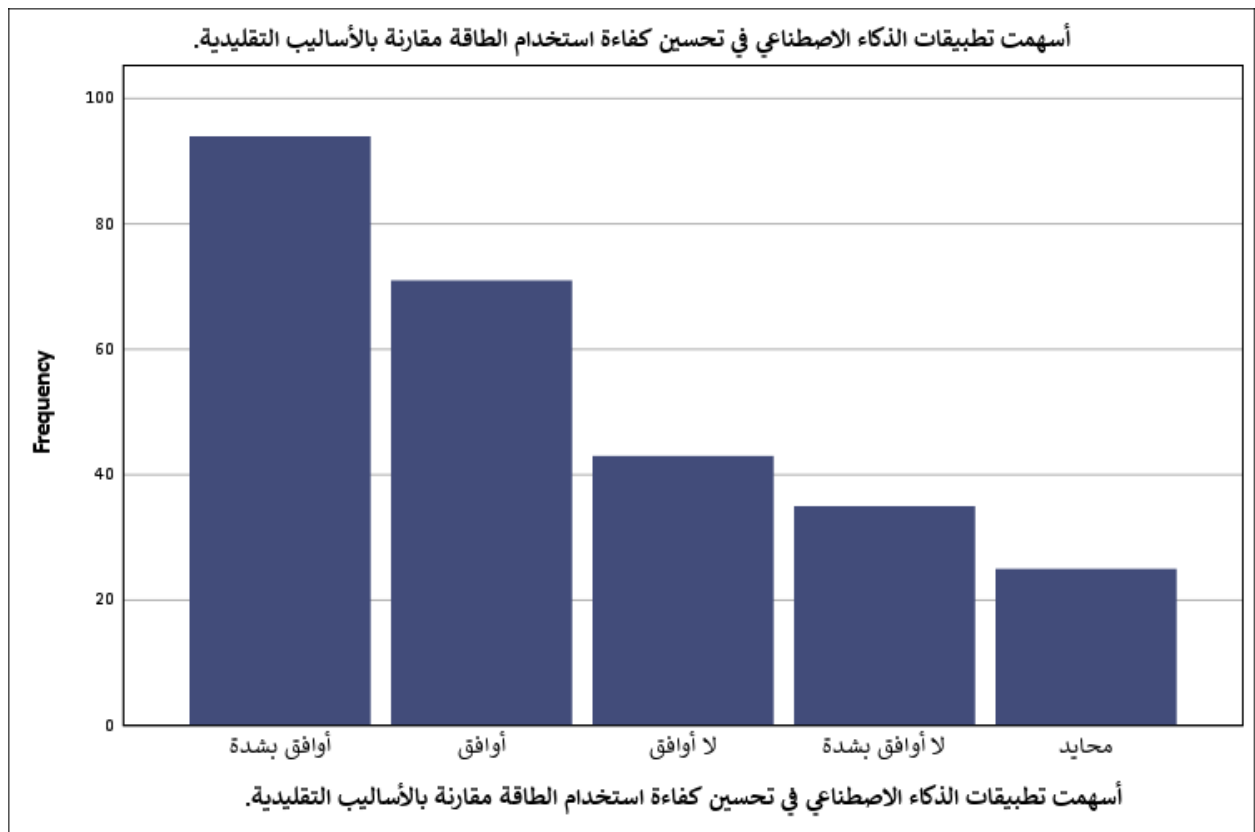
• أسهمت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استخدام الطاقة مقارنة بالأساليب التقليدية.

رجحت إجابات المبحوثين تفوق الأنظمة الذكية المستحدثة على المنهجيات الكلاسيكية في إدارة الطاقة ؛ وافق بشدة 94 فرداً بنسبة عادت 35.1% من العينة الإجمالية. وافق 71 مشاركاً بنسبة بلغت 26.5% ؛ مما يدعم فرضية التطور التكنولوجي كبديل حتي للممارسات القديمة. عارض المقارنة 43 فرداً بنسبة 16.0% ؛ ورفضها بشدة 35 مبحوثاً بنسبة 13.1%. استقر المحايدين عند 25 فرداً بنسبة 9.3%. تؤكد هذه الأرقام القناعة بضرورة التحديث المستمر للبنية الفنية؛ يحتمل أن يعود التمسك بالأساليب التقليدية من قبل البعض إلى سهولة التعامل معها وقلة تعقيدها التشغيلي؛ قد تسهم برامج التوعية المستمرة في

تقليص هذه الفجوة المعرفية وتسريع التحول الكامل.

أسهمت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استخدام الطاقة مقارنة بالأساليب التقليدية.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
Valid	94	35.1	35.1	35.1	أوافق بشدة
	71	26.5	26.5	61.6	أوافق
	43	16.0	16.0	77.6	لا أوافق
	35	13.1	13.1	90.7	لا أوافق بشدة
	25	9.3	9.3	100.0	محايد
	268	100.0	100.0		Total

جدول 18 : التحليل الإحصائي لمساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استخدام الطاقة مقارنة بالأساليب التقليدية.



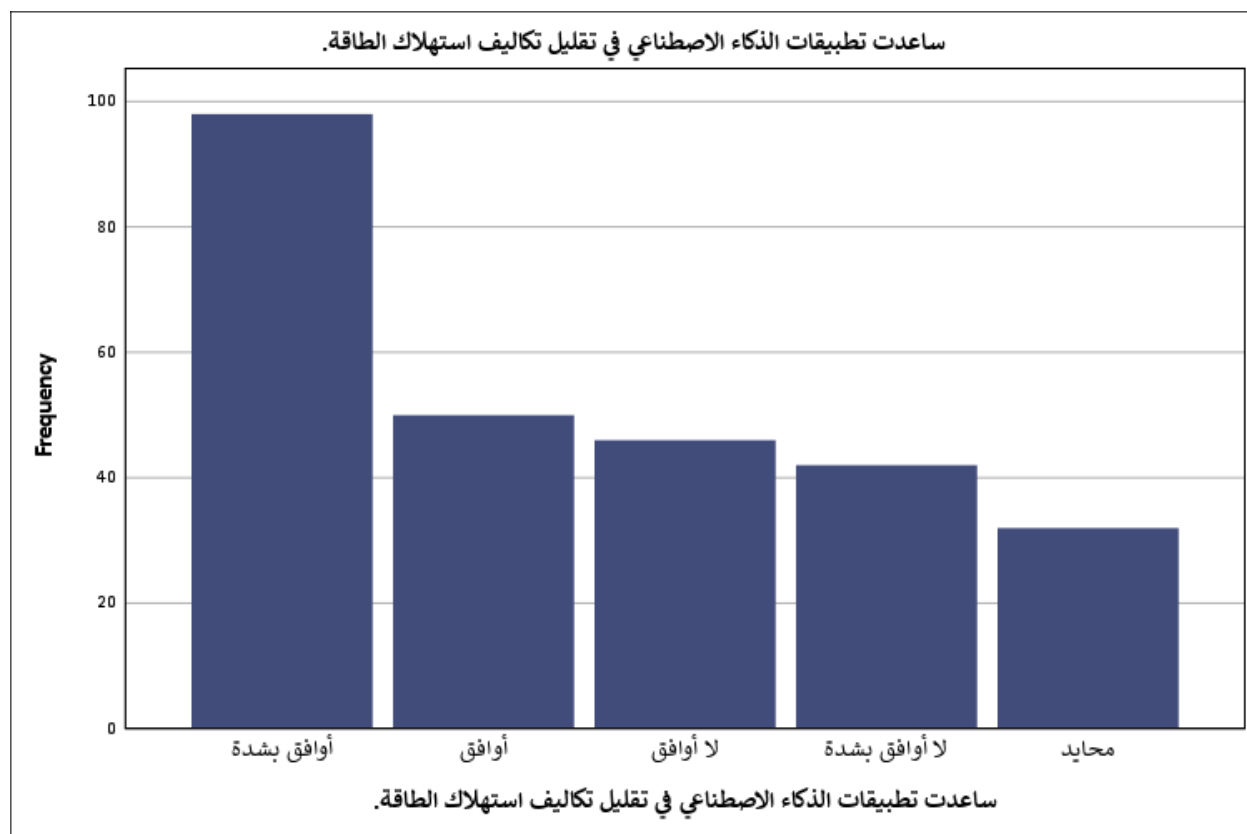
شكل توضيحي 17 : التمثيل البياني لمساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استخدام الطاقة مقارنة بالأساليب التقليدية.

- ساعدت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تقليل تكاليف استهلاك الطاقة.

أظهر التحليل الإحصائي ميلاً كبيراً لتأكيد الأثر المالي الإيجابي المتمثل في خفض المصروفات التشغيلية للطاقة : وافق بشدة 98 مبحوثاً بنسبة مثلت 36.6%. سجل خيار أوافق تكراراً بلغ 50 فرداً بنسبة 18.7% ؛ يوضح ذلك الجدوى الاقتصادية التي تجنيها المؤسسة من وراء التحول الرقمي. عارض هذا الطرح 46 مشاركاً بنسبة 17.2% ؛ بينما رفضه بشدة 42 فرداً بنسبة 15.7%. مثل المحايدون الشريحة المتبقية بـ 32 فرداً ونسبة 11.9%. ترتبط هذه النتائج بمدى وضوح التقارير المالية للموظفين؛ يحتمل أن ينبع عدم الرضا من ارتفاع التكاليف الرأسمالية الأولية لتركيب البرمجيات والمستشعرات؛ قد يتطلب الأمر مدى زمنياً أطول لتظهر عوائد التوفير وتغطي النفقات التأسيسية.

ساعدت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تقليل تكاليف استهلاك الطاقة.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
أوافق بشدة	98	36.6	36.6	36.6	Valid
أوافق	50	18.7	18.7	55.2	
لا أوافق	46	17.2	17.2	72.4	
لا أوافق بشدة	42	15.7	15.7	88.1	
محايد	32	11.9	11.9	100.0	
Total	268	100.0	100.0		

جدول 19 : التحليل الإحصائي لمساعدة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تقليل تكاليف استهلاك الطاقة.



شكل توضيحي 18 : التمثيل البياني لمساعدة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تقليل تكاليف استهلاك الطاقة.

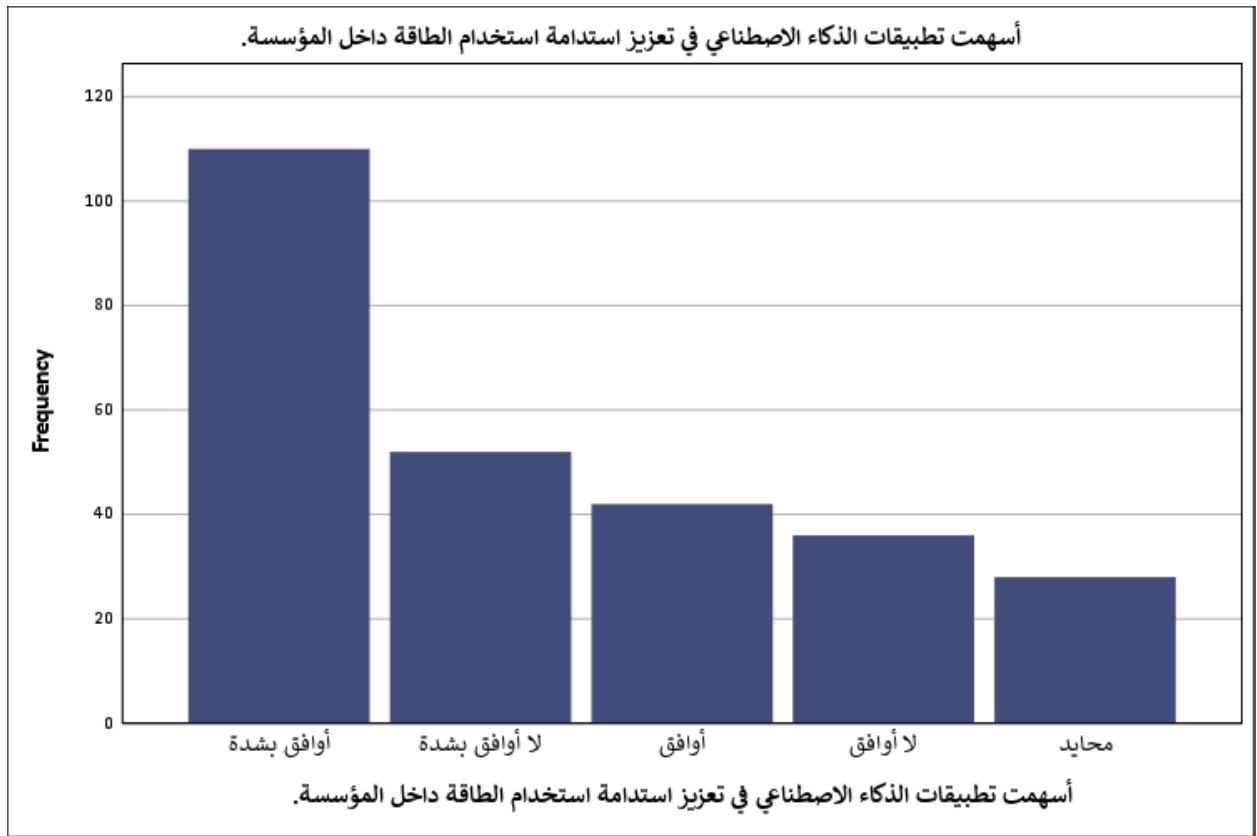
• أسهمت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز استدامة استخدام الطاقة داخل المؤسسة.

بينت المؤشرات الرقمية توافقاً واسعاً حول دور الذكاء الاصطناعي في دعم الأبعاد البيئية والاستدامة طويلة الأجل للمؤسسة ؛ وافق بشدة 110 مشاركاً بنسبة بلغت 41.0%. حلت فئة لا أوافق بشدة في الترتيب الثاني بواقع 52 فرداً ونسبة 19.4% ؛ تلاها خيار أوافق بـ 42 تكراراً ونسبة 15.7%. عارض العبارة 36 مبحوثاً بنسبة 13.4% ؛ والتمز بالحياد 28 فرداً بنسبة 10.4%. يعكس هذا التباين الحاد اهتماماً متنامياً بالمسؤولية المجتمعية والبيئية؛ قد يفسر الرفض الشديد من البعض بشكوكهم حول المدى الفعلي لصمود هذه الحلول التقنية دون تحديثات مكلفة؛ يبدو أن ربط الترشيح بالاستدامة يسهم في تحسين السمعة المؤسسية وجذب الاستثمارات الخضراء مستقبلاً.

أسهمت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز استدامة استخدام الطاقة داخل المؤسسة.					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
Valid	110	41.0	41.0	41.0	أوافق بشدة

60.4	19.4	19.4	52	لا أوافق بشدة
76.1	15.7	15.7	42	أوافق
89.6	13.4	13.4	36	لا أوافق
100.0	10.4	10.4	28	محايد
	100.0	100.0	268	Total

جدول 20 : التحليل الإحصائي لمساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز استدامة استخدام الطاقة داخل المؤسسة.



شكل توضيحي 19 : التمثيل البياني لمساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز استدامة استخدام الطاقة داخل المؤسسة.

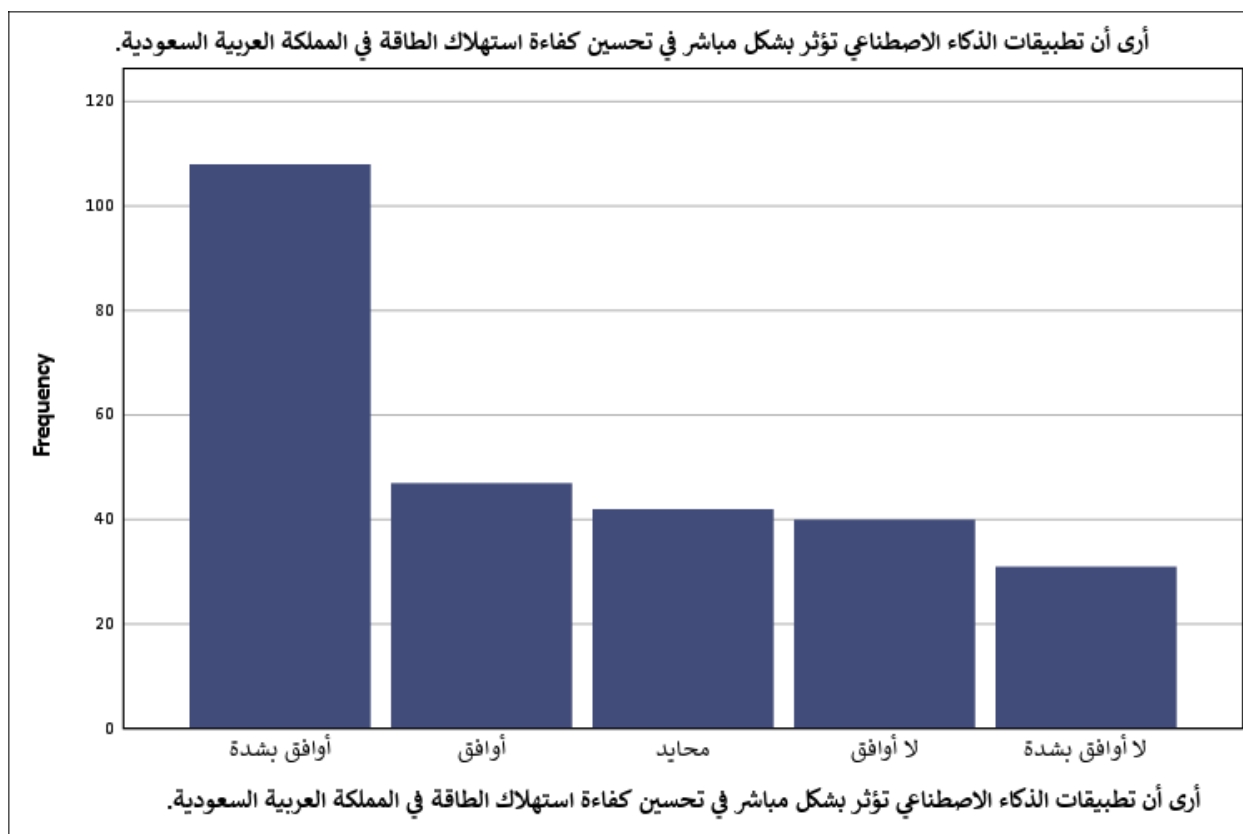
- أرى أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تؤثر بشكل مباشر في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية.

اتسقت آراء عينة الدراسة مع التوجهات الاستراتيجية العامة الداعمة لتوطين التقنيات الذكية محلياً؛ وافق بشدة 108 مشاركاً بنسبة تصدرت الاستجابات عند 40.3%. عبر 47 فرداً عن موافقتهم بنسبة 17.5%؛ مما يعكس التفاؤل بالبنية الرقمية الوطنية. اختار 42 مبحوثاً جانب الحياد بنسبة 15.7%؛ وتلاه خيار لا أوافق بتكرار 40 ونسبة 14.9%. وقفت فئة الرفض الشديد في نهاية

القائمة ب 31 فرداً ونسبة 11.6%. يربط هذا المنظور النتائج المحلية برؤية المملكة التنموية الشاملة؛ يحتمل أن يعزى التحفظ لعدم اكتمال البنية التحتية الذكية في بعض المناطق البعيدة عن المراكز الرئيسية؛ قد يسهم تعميم هذه التجارب الناجحة في تحقيق المستهدفات الوطنية لترشيد الطاقة.

أرى أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تؤثر بشكل مباشر في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية.					
Cumulative Percent	Valid Percent	Percent	Frequency		
40.3	40.3	40.3	108	أوافق بشدة	Valid
57.8	17.5	17.5	47	أوافق	
73.5	15.7	15.7	42	محايد	
88.4	14.9	14.9	40	لا أوافق	
100.0	11.6	11.6	31	لا أوافق بشدة	
	100.0	100.0	268	Total	

جدول 21 : التحليل الإحصائي للاعتقاد أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تؤثر بشكل مباشر في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية.



شكل توضيحي 20: التمثيل البياني للاعتقاد أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تؤثر بشكل مباشر في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية.

• اختبار المصادقية والموثوقية

أظهرت نتائج تحليل الثبات والاتساق الداخلي للبيانات مؤشرات قوية تعكس دقة وصلاحية أداة الدراسة ؛ بلغت قيمة معامل ألفا كرونباخ 0.921 لجميع متغيرات الدراسة البالغ عددها 20 عبارة. تشير هذه القيمة المرتفعة، القريبة جداً من الواحد الصحيح، إلى تمتع الاستبيان بدرجة متقدمة من الاستقرار والموثوقية؛ يؤكد ذلك إمكانية الاعتماد على هذه الأداة في التطبيقات الميدانية المستقبلية دون خوف من تقلب النتائج. تعكس النسب المسجلة في معالجة الحالات اكتمال البيانات بنسبة 100.0% مع انعدام القيم المفقودة ؛ يعزز هذا الخلو من الشوائب الإحصائية جودة المخرجات وصلاحياتها لتعميم النتائج. يرجح أن يكون هذا الاتساق ناتجاً عن الصياغة الدقيقة للعبارات ووضوحها التام أمام المشاركين؛ قد تسهم هذه الموثوقية العالية في دعم القرارات الإدارية المبنية على هذه الدراسة.

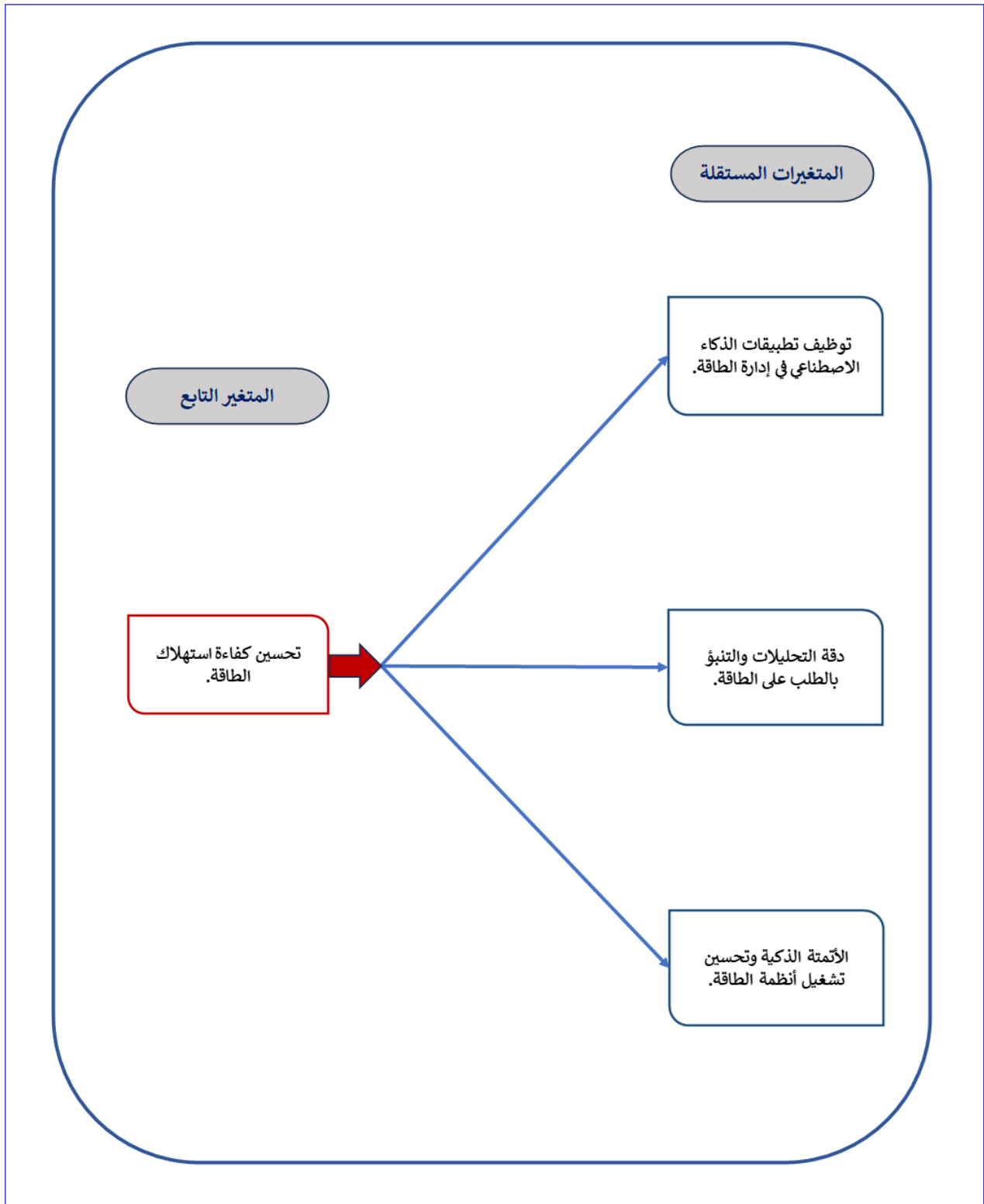
Case Processing Summary			
%	N		
100.0	268	Valid	Cases

.0	0	Excluded ^a	
100.0	268	Total	
a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.			

جدول 22 : ملخص التحليلات الإحصائية

Reliability Statistics	
N of Items	Cronbach's Alpha
20	.921

جدول 23 : اختبار الثبات والموثوقية



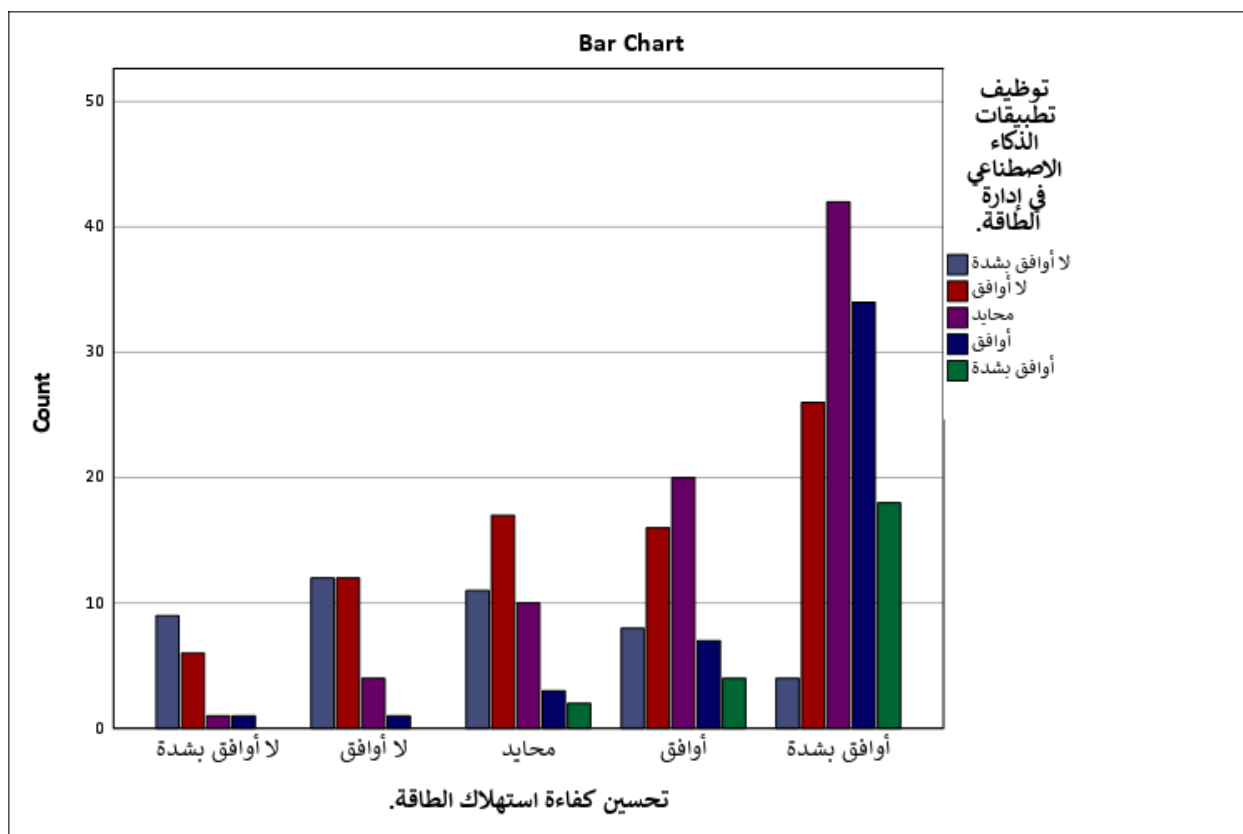
• تحليل الجداول المتقاطعة لمتغيرات الدراسة:

- اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين تحسين كفاءة استهلاك الطاقة. وتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة.

أُفرزت نتائج الجداول المتقاطعة واختبار مربع كاي دلالات إحصائية قوية تؤكد وجود علاقة ارتباطية حقيقية بين المتغيرين ؛ سجلت قيمة بيرسون لكاي اسكوير 79.277 عند مستوى دلالة 0.000 ودرجات حرية 16. تكشف هذه النتيجة الصفرية لمستوى الدلالة عن رفض الفرضية العدمية وقبول الفرضية البديلة؛ يبرهن ذلك على أن التحسن في كفاءة الطاقة ليس وليد الصدفة وإنما يرتبط بركيزة التوظيف التقني الذكي. يلاحظ أن قيمة نسبة الاحتمالية بلغت 84.148 بمستوى دلالة مماثل ؛ مما يدعم قوة الترابط بين أبعاد التوظيف الإداري والنتائج البيئية الملموسة. يحتمل أن ترتبط الخلايا ذات التكرار المتوقع الأقل من 5 بطبيعة التوزيع الميداني الحاد للاستجابات ؛ يبدو أن التركيز على دمج الآليات الذكية في بنية الإدارة يضمن تصاعد مؤشرات الأداء الكفاء بشكل مستدام.

Chi-Square Tests			
Asymptotic Significance (2-sided)	df	Value	
.000	16	79.277 ^a	Pearson Chi-Square
.000	16	84.148	Likelihood Ratio
.000	1	65.281	Linear-by-Linear Association
		268	N of Valid Cases
a. 10 cells (40.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.52.			

جدول 24 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين تحسين كفاءة استهلاك الطاقة. وتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة.



شكل توضيحي 21 : المقاييس المتمثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين تحسين كفاءة استهلاك الطاقة. وتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة.

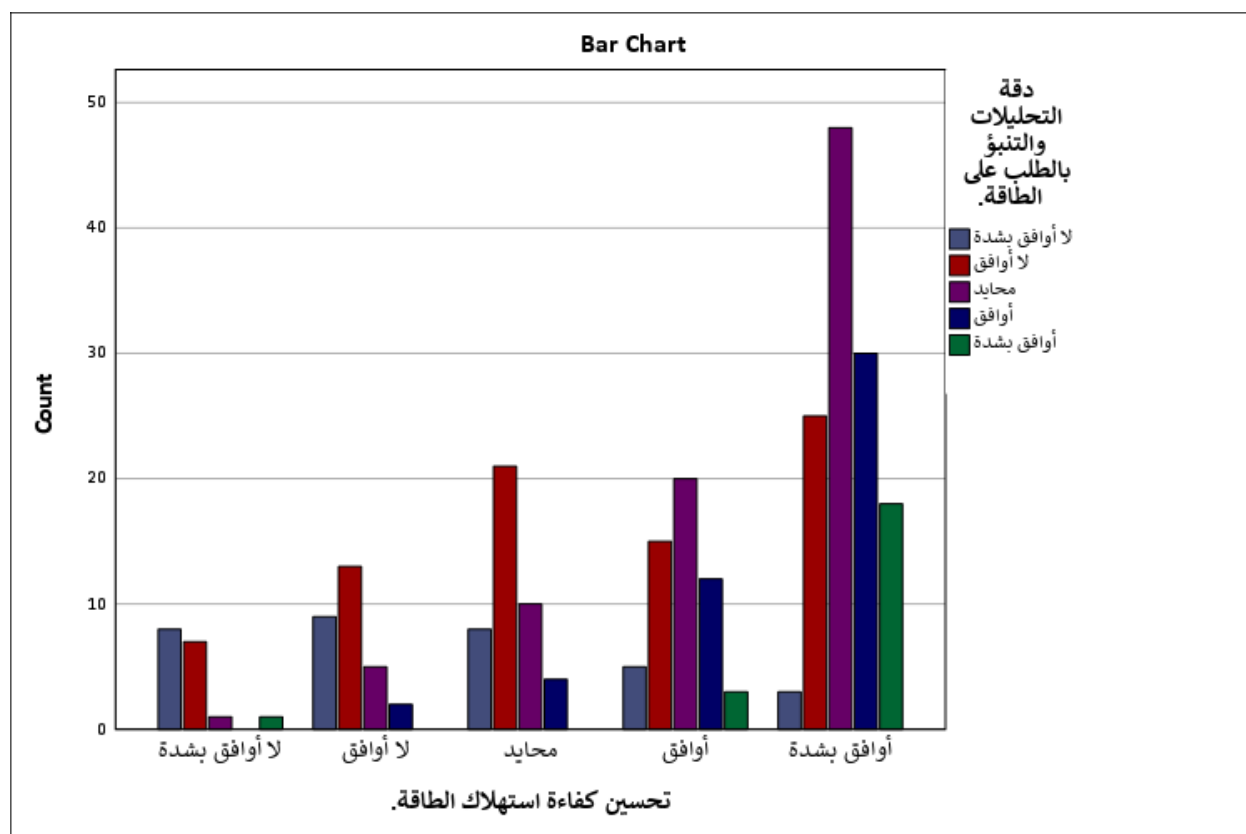
- اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين تحسين كفاءة استهلاك الطاقة. ودقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة.

أثبتت المؤشرات الإحصائية للاختبار المتقاطع وجود أثر ذي دلالة معنوية واضحة لدقة النماذج التنبؤية في ترقية الكفاءة الكلية ؛ بلغت قيمة اختبار بيرسون 79.961 عند مستوى معنوية 0.000. يعزز هذا الترابط الوثيق القناعة بأن استشراف الأحوال المستقبلية يسهم في اتخاذ تدابير استباقية تمنع الفقد التشغيلي قبل وقوعه. أظهرت قيمة الرابط الخطي بالخطى 61.307 دلالة تامة ؛ مما يؤكد اطراد العلاقة الطردية بين زيادة دقة التنبؤ وتنامي معدلات الكفاءة المحققة. قد يفسر وجود بعض الخلايا ذات التكرار المتوقع المنخفض بتركيز المبحوثين على فئات إجابة محددة دون غيرها ؛ يرجح أن يسهم التوسع في استخدام خوارزميات التعلم الآلي للتنبؤ بالطلب في تحصين المؤسسة ضد تقلبات أسعار الطاقة وضمان استقرار الإمدادات.

Chi-Square Tests			
Asymptotic Significance (2-sided)	df	Value	
.000	16	79.961 ^a	Pearson Chi-Square
.000	16	85.341	Likelihood Ratio

0.000	1	61.307	Linear-by-Linear Association
		268	N of Valid Cases
a. 7 cells (28.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.40.			

جدول 25 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين تحسين كفاءة استهلاك الطاقة . ودقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة.



شكل توضيحي 22 : المقابيس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين تحسين كفاءة استهلاك الطاقة . ودقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة.

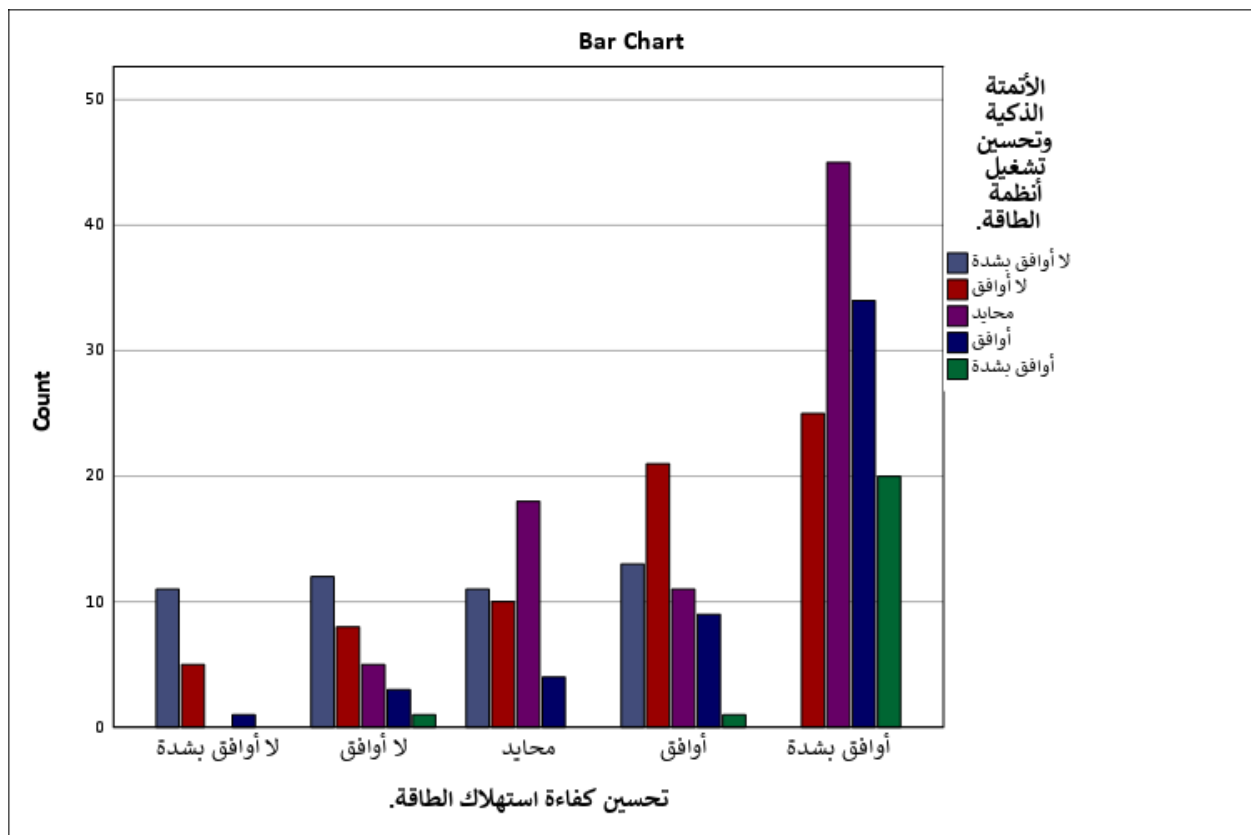
- اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين تحسين كفاءة استهلاك الطاقة . والأتمتة الذكية وتحسين تشغيل أنظمة الطاقة .

أفصحت مخرجات التحليل الرياضي عن ارتباط وثيق وجوهري بين إدخال الأتمتة الذكية في العمليات التشغيلية وبين مستويات الكفاءة المحصلة ؛ سجل اختبار كاي اسكوير القيمة الأعلى بين الاختبارات الثنائية بواقع 100.413 . جاء مستوى الدلالة المصاحب 0.000 ليعلن بشكل حاسم معنوية هذه العلاقة التبادلية وثباتها الإحصائي . بلغت قيمة نسبة الاحتمالية 120.211 ؛ مما يرسخ فكرة أن التشغيل الذاتي غير الخاضع للتقلبات البشرية يضمن استقراراً أعلى في أداء الشبكات والأنظمة الحرارية أو الكهربائية . يحتمل أن تعود النسبة المحدودة للخلايا ذات التكرارات المتوقعة الصغيرة إلى التباين الطبيعي في حجم الإدارات

المستهدفة بالدراسة : يبدو أن الاعتماد على الأتمتة الكاملة يمثل المسار الأكثر ضماناً لتحقيق قفزات نوعية في مؤشرات الترشيد والاستغلال الأمثل للموارد.

Chi-Square Tests			
Asymptotic Significance (2-sided)	df	Value	
.000	16	100.413 ^a	Pearson Chi-Square
.000	16	120.211	Likelihood Ratio
.000	1	66.352	Linear-by-Linear Association
		268	N of Valid Cases
a. 7 cells (28.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.40.			

جدول 26 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين تحسين كفاءة استهلاك الطاقة . والأتمتة الذكية وتحسين تشغيل أنظمة الطاقة.



شكل توضيحي 23 : المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين تحسين كفاءة استهلاك الطاقة . والأتمتة الذكية وتحسين تشغيل أنظمة الطاقة.

• اختبار الانحدار المتعدد لمتغيرات الدراسة

أظهرت نتائج تحليل الانحدار المتعدد قدرة تفسيرية متميزة للمتغيرات المستقلة المجتمعة في تفسير التغير الحادث في المتغير التابع ؛ بلغت قيمة معامل الارتباط المتعدد 0.690. سجل معامل التحديد التعديلي قيمة قدرها 0.470 ؛ يعني ذلك أن التوظيف، ودقة التنبؤ، والأتمتة الذكية تفسر مجتمعة ما نسبته 47.0% من التباين في كفاءة استهلاك الطاقة. أكد تحليل التباين معنوية النموذج ككل؛ حيث بلغت قيمة F المحسوبة 79.895 عند مستوى دلالة 0.000. كشفت معاملات الانحدار عن تقارب نسب المساهمة؛ سجلت الأتمتة القيمة الأعلى لمعامل بيتا المعياري بـ 0.330 وتلاها التنبؤ بـ 0.321 ثم التوظيف بـ 0.319. جاءت قيم ت الدلالية لجميع المتغيرات مستقلة فوق الحد الحر وبمستوى معنوية تام 0.000 ؛ يؤكد ذلك أن كل عنصر يمثل ركيزة مستقلة لا غنى عنها لنجاح المنظومة كاملة.

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.690 ^a	.476	.470	.927
a. Predictors: (Constant), بالطلب على الطاقة، توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة.				
b. Dependent Variable: تحسين كفاءة استهلاك الطاقة.				

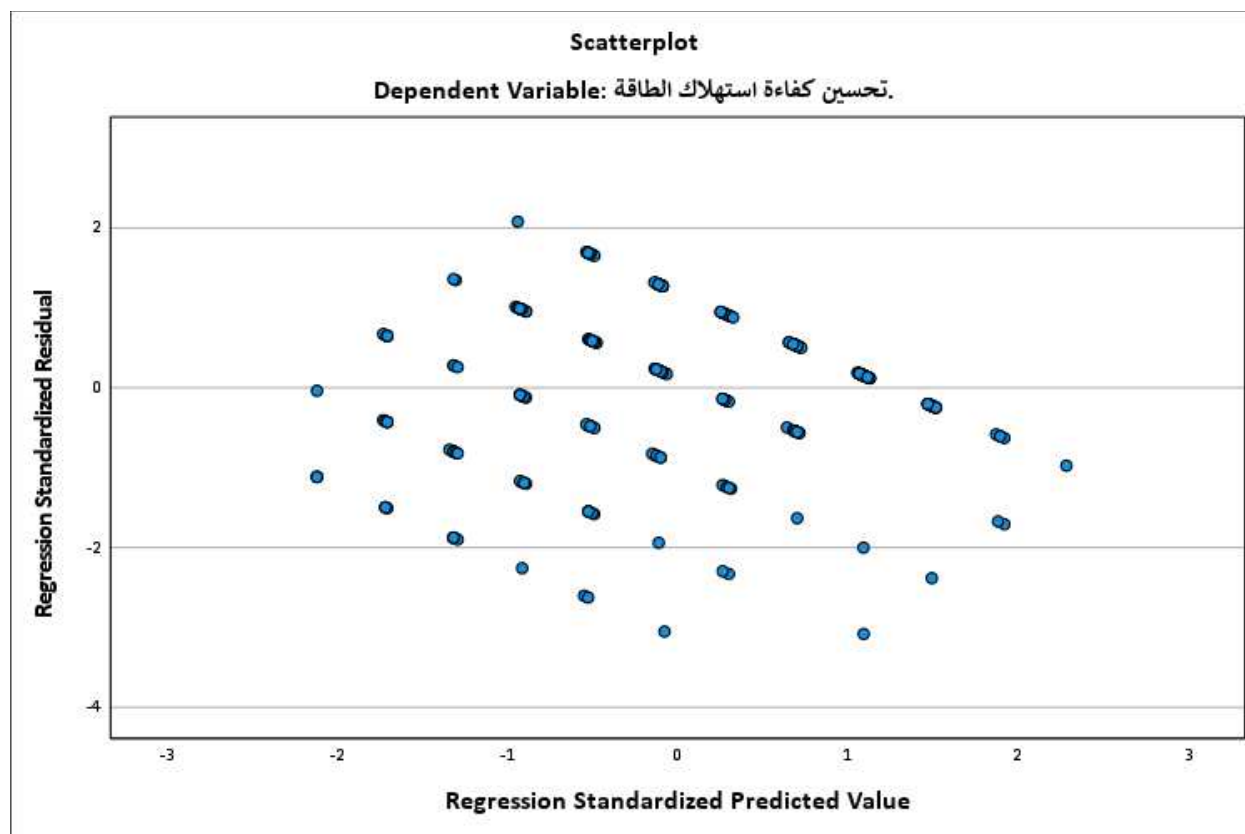
جدول 27 : ملخص النموذج

ANOVA ^a						
Sig.	F	Mean Square	df	Sum of Squares	Model	
.000 ^b	79.895	68.695	3	206.084	Regression	1
		.860	264	226.990	Residual	
			267	433.075	Total	
a. Dependent Variable: تحسين كفاءة استهلاك الطاقة.						
b. Predictors: (Constant), الأتمتة الذكية وتحسين تشغيل أنظمة الطاقة, دقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة, توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة.						

جدول 28 : تحليل التباين

Coefficients ^a						
Sig.	t	Standardized Coefficients	Unstandardized Coefficients		Model	
		Beta	Std. Error	B		
.000	4.942		.197	.976	(Constant)	1
.000	6.714	.319	.051	.342	توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة.	
.000	6.855	.321	.053	.363	دقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة.	
.000	6.982	.330	.051	.353	الأتمتة الذكية وتحسين تشغيل أنظمة الطاقة.	
a. Dependent Variable: تحسين كفاءة استهلاك الطاقة.						

جدول 29 : معاملات تحليل الانحدار المتعدد



شكل توضيحي 24 : شكل الانتشار للبقايا

تحسين كفاءة استهلاك الطاقة.			
توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة.			
دقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة.			
الأنظمة الذكية وتحسين تشغيل أنظمة الطاقة.			
	تحسين كفاءة استهلاك الطاقة.	توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة.	دقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة.

شكل توضيحي 25 : مصفوفة شكل الانتشار

• اختبار التباين الأحادي لمتغيرات الدراسة

أكدت معطيات اختبار التباين الأحادي الصلاحية الهيكلية لنموذج الدراسة وقدرته على رصد الفروق الجوهرية بين المتغيرات ؛ بلغت قيمة ف الإجمالية للنموذج 24.476 عند مستوى دلالة معنوية 0.000. يبرهن هذا المستوى الصفري للدلالة على وجود اختلافات حقيقية ومعنوية في الأثر التشغيلي لكل متغير مستقل على حدة عند تقاطعها مع مستويات تحسين الكفاءة؛ ينفي ذلك احتمالية حدوث هذه الفروق نتيجة الصدفة أو التحيز في المعاينة. ترتبط هذه المخرجات بمدى دقة التقسيم التجريبي لأبعاد الذكاء الاصطناعي داخل الدراسة؛ يحتمل أن يعزى هذا التباين المقبول إلى التفاوت في درجة تطبيق كل تقنية داخل الإدارات المختلفة؛ يبدو أن هندسة هذه العلاقات وتكاملها يمثل المفتاح الأساسي لتعزيز الاستفادة من الاستثمارات التكنولوجية داخل المؤسسات الحديثة.

أسفرت مؤشرات تحليل نموذج معامل بايز عن دعم إحصائي قاطع لرجحان النموذج الفرضي المقترح مقارنة بالنموذج الصخري أو البديل ؛ سجل معامل بايز قيمة فلكية مرتفعة جداً تجاوزت الحدود القياسية التقليدية. استقر معامل الارتباط المتعدد في

هذا التحليل عند 0.732 ؛ بينما بلغت قيمة معامل التحديد المعدل 0.513. يوضح هذا الارتفاع الملحوظ في القدرة التفسيرية للنموذج تحت المنهجية البايزية متانة الروابط السببية بين توظيف الأدوات الذكية والأتمتة وتحسين كفاءة الموارد. يرجع أن يعود هذا التفوق الرياضي إلى قدرة التحليل البايزي على التعامل الكفاء مع التوزيعات والاحتمالات السابقة؛ يحتمل أن تدعم هذه المؤشرات اليقينية توجه متخذي القرار نحو الاعتماد الكامل على النظم البرمجية؛ يسهم ذلك في صياغة رؤية مستقبلية متكاملة ومأمونة المخاطر لإدارة الطاقة.

ANOVA ^{a,b}					
Sig.	F	Mean Square	df	Sum of Squares	Source
.000	24.476	19.318	12	231.814	Regression
		.789	255	201.260	Residual
			267	433.075	Total
a. Dependent Variable: تحسين كفاءة استهلاك الطاقة.					
b. Model: (Intercept), توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة, الأتمتة الذكية وتحسين تشغيل أنظمة الطاقة, دقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة.					

جدول 30 : اختبار التباين الأحادي

Bayes Factor Model Summary ^{a,b}				
Std. Error of the Estimate	Adjusted R Square	R Square	R	Bayes Factor ^c
.89	.513	.535	.732	52675348434448835000000000000000.000
a. Method: JZS				
b. Model: (Intercept), توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة, الأتمتة الذكية وتحسين تشغيل أنظمة الطاقة, دقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة.				
c. Bayes factor: Testing model versus null model (Intercept).				

جدول 31 : ملخص نموذج معامل بايز

أظهرت نتائج الدراسة وجود تأثير إيجابي ذي دلالة إحصائية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية، وهو ما يعكس الدور المتنامي للتقنيات الذكية في تطوير قطاع الطاقة وتحسين كفاءة إدارة الموارد. وتشير النتائج إلى أن المؤسسات التي توسعت في استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي استطاعت تحقيق مستويات أعلى من الكفاءة التشغيلية مقارنة بالمؤسسات التي لا تزال تعتمد على الأساليب التقليدية، الأمر الذي يؤكد أن الذكاء الاصطناعي أصبح أحد العوامل الاستراتيجية الداعمة للتحويل الرقمي والاستدامة. ويمكن تفسير هذه النتائج في ضوء قدرة تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحليل البيانات التشغيلية بصورة لحظية، وتوفير معلومات دقيقة تساعد في اتخاذ قرارات أكثر كفاءة فيما يتعلق بإدارة الطاقة، وهو ما ينعكس بصورة مباشرة على تقليل معدلات الهدر ورفع كفاءة الاستخدام.

كما أوضحت النتائج أن توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة يمثل أحد أكثر العوامل تأثيراً في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة، حيث أسهمت الأنظمة الذكية في تعزيز عمليات المراقبة المستمرة، وتحليل البيانات الضخمة، وإدارة الأحمال الكهربائية، وتحسين توزيع الموارد الطاقية. ويمكن تفسير ذلك بأن الذكاء الاصطناعي يوفر بيئة تشغيلية تعتمد على التحليل المستمر للبيانات بدلاً من الاعتماد على التقديرات التقليدية، مما يزيد من كفاءة القرارات التشغيلية ويقلل من الأخطاء البشرية. كما تتوافق هذه النتيجة مع الاتجاهات العالمية التي تؤكد أن التحويل نحو الإدارة الذكية للطاقة أصبح ضرورة لتحقيق الاستدامة الاقتصادية والبيئية.

وأظهرت النتائج أيضاً أن دقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة كان لها تأثير إيجابي واضح في رفع كفاءة استهلاك الطاقة، إذ ساعدت النماذج الذكية في التنبؤ بمستويات الطلب المستقبلية، والاستعداد لفترات الذروة، وتحسين التخطيط للإنتاج والتوزيع. ويعكس ذلك الأهمية الكبيرة للتحليلات التنبؤية في تقليل الفاقد الناتج عن سوء تقدير الطلب، وتحقيق الاستخدام الأمثل للموارد، ورفع مستوى استقرار الشبكات الكهربائية. كما تؤكد هذه النتيجة أن جودة البيانات ودقة النماذج التحليلية تمثلان عنصراً أساسياً في نجاح تطبيقات الذكاء الاصطناعي داخل قطاع الطاقة.

وفيما يتعلق بالأتمتة الذكية، بينت النتائج أنها أسهمت بصورة ملموسة في تحسين تشغيل أنظمة الطاقة من خلال تقليل التدخل البشري، وتسريع اكتشاف الأعطال، وتحسين كفاءة عمليات التشغيل والصيانة. ويعود ذلك إلى قدرة الأنظمة المؤتمتة على الاستجابة الفورية للمتغيرات التشغيلية وتنفيذ الإجراءات المناسبة بصورة آلية، وهو ما يؤدي إلى تقليل زمن التوقف، ورفع

الاعتمادية التشغيلية، وتحسين استغلال الموارد الطاقية. كما تؤكد هذه النتائج أن الأتمتة الذكية أصبحت أحد المكونات الرئيسة للشبكات الكهربائية الحديثة، خاصة في ظل التوسع في مشاريع المدن الذكية والبنية التحتية الرقمية بالمملكة.

وتشير النتائج بصورة عامة إلى أن العلاقة بين أبعاد الذكاء الاصطناعي وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة ليست علاقة منفصلة، وإنما علاقة تكاملية، حيث يعزز كل بعد من الأبعاد أثر الأبعاد الأخرى، فتوفير البيانات الدقيقة يدعم التحليلات الذكية، والتحليلات الدقيقة تعزز كفاءة الأتمتة، بينما تسهم الأتمتة في تنفيذ القرارات بصورة أكثر سرعة وكفاءة. ويؤكد هذا التكامل أهمية تبني استراتيجية شاملة لتطبيقات الذكاء الاصطناعي داخل قطاع الطاقة، بدلاً من التركيز على تطبيقات منفردة، بما يحقق أقصى استفادة ممكنة من التقنيات الحديثة ويعزز تحقيق مستهدفات رؤية المملكة العربية السعودية 2030 في مجالات التحول الرقمي والاستدامة وكفاءة الطاقة.

الخاتمة

تناولت هذه الدراسة أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية، انطلاقاً من الأهمية المتزايدة التي يكتسبها الذكاء الاصطناعي باعتباره أحد أهم التقنيات الداعمة للتحويل الرقمي والاستدامة في مختلف القطاعات الاقتصادية. وقد سعت الدراسة إلى تحليل طبيعة العلاقة بين توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الطاقة، ودقة التحليلات والتنبؤ بالطلب على الطاقة، والأتمتة الذكية وتحسين تشغيل أنظمة الطاقة، وبين مستوى تحسين كفاءة استهلاك الطاقة، وذلك من خلال دراسة ميدانية اعتمدت على المنهج الكمي واستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة لاختبار فرضيات الدراسة.

وقد بينت نتائج الدراسة أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تمثل عاملاً رئيساً في رفع كفاءة استهلاك الطاقة، لما توفره من إمكانيات متقدمة في تحليل البيانات، وتحسين دقة التنبؤ، وإدارة الموارد الطاقية، وتعزيز كفاءة العمليات التشغيلية. كما أثبتت النتائج أن المؤسسات التي تعتمد بصورة أكبر على الحلول الذكية تحقق مستويات أعلى من الكفاءة التشغيلية، وانخفاضاً في معدلات الهدر، وتحسناً في جودة القرارات المتعلقة بإدارة الطاقة، الأمر الذي يؤكد أهمية الاستثمار في هذه التقنيات لتحقيق التنمية المستدامة وتعزيز القدرة التنافسية.

كما أظهرت الدراسة أن نجاح تطبيقات الذكاء الاصطناعي لا يعتمد على التكنولوجيا وحدها، بل يرتبط كذلك بتوافر البنية التحتية الرقمية، وجودة البيانات، وتأهيل الموارد البشرية، والدعم المؤسسي، والتشريعات التنظيمية التي تهيئ بيئة مناسبة للتحويل الرقمي. ويشير ذلك إلى أن تحقيق أقصى استفادة من الذكاء الاصطناعي يتطلب تبني رؤية استراتيجية متكاملة تجمع بين التطوير التقني، والاستثمار في رأس المال البشري، وتعزيز الشراكات بين الجهات الحكومية والقطاع الخاص والمؤسسات الأكاديمية.

وتؤكد الدراسة أن مستقبل إدارة الطاقة في المملكة العربية السعودية يرتبط بصورة وثيقة بالتوسع في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، لما لها من دور محوري في دعم كفاءة الطاقة، وتحسين استدامة الموارد، والمساهمة في تحقيق مستهدفات رؤية المملكة 2030. كما تمثل نتائج الدراسة إضافة علمية يمكن أن يستفيد منها الباحثون وصناع القرار والمؤسسات العاملة في قطاع الطاقة عند وضع الخطط والسياسات المستقبلية المتعلقة بتطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي، بما يساهم في بناء منظومة طاقة أكثر ذكاءً وكفاءة واستدامة.

التوصيات

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة، والتي أظهرت وجود أثر إيجابي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي بأبعادها المختلفة في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية، توصي الدراسة بما يأتي:

1. التوسع في توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي داخل مؤسسات قطاع الطاقة، من خلال دمج التقنيات الذكية في عمليات التخطيط والتشغيل والمراقبة، بما يسهم في رفع كفاءة استخدام الطاقة وتقليل معدلات الهدر.
2. تعزيز الاستثمار في البنية التحتية الرقمية اللازمة لدعم تطبيقات الذكاء الاصطناعي، بما يشمل شبكات الاتصالات، والحوسبة السحابية، وإنترنت الأشياء، ومنصات البيانات الضخمة، لضمان كفاءة تشغيل الأنظمة الذكية.
3. تطوير أنظمة التنبؤ الذكية بالطلب على الطاقة باستخدام تقنيات التعلم الآلي والتحليلات التنبؤية، بما يساعد على تحسين إدارة الأحمال الكهربائية، وتقليل الفجوة بين الإنتاج والاستهلاك، ورفع كفاءة التخطيط التشغيلي.
4. توسيع تطبيقات الأتمتة الذكية في تشغيل شبكات الطاقة والمنشآت الصناعية والمرافق الحكومية، بما يسهم في تقليل التدخل البشري، والحد من الأخطاء التشغيلية، وتحسين سرعة الاستجابة للأعطال والمتغيرات التشغيلية.
5. تنمية القدرات البشرية من خلال تنفيذ برامج تدريبية متخصصة للعاملين في قطاع الطاقة، بهدف تطوير مهاراتهم في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات وإدارة الأنظمة الذكية.
6. تعزيز التعاون بين الجامعات ومراكز البحث العلمي وقطاع الطاقة لتطوير حلول مبتكرة تعتمد على الذكاء الاصطناعي، بما يسهم في نقل المعرفة التقنية وتطوير التطبيقات التي تتلاءم مع احتياجات البيئة السعودية.
7. دعم صناع القرار من خلال بناء قواعد بيانات متكاملة ومنصات تحليل ذكية توفر معلومات دقيقة وفورية تساعد في اتخاذ قرارات أكثر كفاءة فيما يتعلق بإدارة الطاقة وترشيد استهلاكها.
8. تشجيع المؤسسات على تبني الصيانة التنبؤية القائمة على الذكاء الاصطناعي، بما يقلل من الأعطال المفاجئة، ويرفع العمر التشغيلي للمعدات، ويخفض تكاليف الصيانة والتشغيل.
9. وضع سياسات وتشريعات تنظيمية تدعم الاستخدام الآمن والمسؤول لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة، مع مراعاة متطلبات أمن المعلومات وحوكمة البيانات وحماية الخصوصية.
10. إجراء المزيد من الدراسات المستقبلية التي تتناول أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي الحديثة، مثل الذكاء الاصطناعي التوليدي والتوأم الرقمي، في تعزيز كفاءة الطاقة والاستدامة البيئية في مختلف القطاعات الاقتصادية بالمملكة العربية السعودية.

المراجع

- المراجع العربية:

العزاوي, أ. ن. (2025). دور الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة شبكات الطاقة الذكية . Retrieved from

<https://platforminnovationhub.com/%D8%AF%D9%88%D8%B1-%D8%A7%D9%84%D8%B0%D9%83%D8%A7%D8%A1-%D8%A7%D9%84%D8%A7%D8%B5%D8%B7%D9%86%D8%A7%D8%B9%D9%8A-%D9%81%D9%8A-%D8%AA%D8%AD%D8%B3%D9%8A%D9%86-%D9%83%D9%81%D8%A7%D8%A1%D8%A9-%D8%B4%D8%A8/>

القزيري, خ. غ. (2025). تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة الطاقة في المباني الذكية . Retrieved from

<https://journals.mejsp.com/researches/%D8%AA%D8%B7%D8%A8%D9%8A%D9%82%D8%A7%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D8%B0%D9%83%D8%A7%D8%A1-%D8%A7%D9%84%D8%A7%D8%B5%D8%B7%D9%86%D8%A7%D8%B9%D9%8A-%D9%81%D9%8A-%D8%AA%D8%AD%D8%B3%D9%8A%D9%86-%D9%83%D9%81%D8%A7%D8%A1%D8%A9-%D8%A7%D8%A1%D8%A9-%D8%B4%D8%A8/>

- المراجع الأجنبية:

Alharbi, A. (2025). AI in the Energy Sector: Optimizing Oil and Gas Production and Exploring Renewable Energy Solutions in Saudi Arabia. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/388576165_AI_in_the_Energy_Sector_Optimizing_Oil_and_Gas_Production_and_Exploring_Renewable_Energy_Solutions_in_Saudi_Arabia

Alnemeiri, K. A. (2025). Measuring the impacts of Saudi Arabia's energy diversification strategy: A review.

Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X2500094X>

Alqublan, L. F. (2024). The Adoption of Technologies in the Kingdom of Saudi Arabia's Sovereign Wealth Fund in Propelling its Attainment of Vision 2030 Goals. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/377670618_The_Adoption_of_Technologies_in_the_Kingdom_of_Saudi_Arabia's_Sovereign_Wealth_Fund_in_Propelling_its_Attainment_of_Vision_2030_Goals

Al-Ruwailiy, W. R. (2024). Optimal Energy Management in Photovoltaic Systems: Using Artificial Intelligence to Improve the Quality of PV system. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/388708339_Optimal_Energy_Management_in_Photovoltaic_Systems_Using_Artificial_Intelligence_to_Improve_the_Quality_of_PV_system

Ashkbous, M. (2026). Artificial intelligence for eco-design: a systematic review. Retrieved from

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034625008821>

Gyau, E. B. (2026). Exploring the impact of AI technology innovation on energy intensity: The role of ICT development and renewable energy integration. Retrieved from

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666759226000016>

Husein, M. (2024). The Role of Artificial Intelligence in Improving the Efficiency of the Company's Supply Chain. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/385100747_The_Role_of_Artificial_Intelligence_in_Improving_the_Efficiency_of_the_Company's_Supply_Chain

- jawad, B. F. (2024). The role of artificial intelligence in achieving sustainable development. Retrieved from <https://al-haqjournal.ly/index.php/alhaq/article/view/239>
- Mariani, p. M. (2023). Artificial intelligence in innovation research: A systematic review, conceptual framework, and future research directions. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497222001705>
- Mekhlaf, M. A. (2024). The Role Of Artificial Intelligence In Raising The Efficiency Of Accounting Systems In Saudi Industrial Companies And Its Impact On Sustainable Development Within Saudi Arabia's Vision 2030. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/387457628_The_Role_Of_Artificial_Intelligence_In_Raising_The_Efficiency_Of_Accounting_Systems_In_Saudi_Industrial_Companies_And_Its_Impact_On_Sustainable_Development_Within_Saudi_Arabia's_Vision_2030
- Mgammal, M. H. (2024). The influence of artificial intelligence as a tool for future economies on accounting procedures: empirical evidence from Saudi Arabia. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s10791-024-09452-7>
- Mhlanga, D. (2023). Artificial Intelligence and Machine Learning for Energy Consumption and Production in Emerging Markets. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/367660137_Artificial_Intelligence_and_Machine_Learning_for_Energy_Consumption_and_Production_in_Emerging_Markets
- Selim, p. M. (2025). Trends and opportunities in renewable energy investment in Saudi Arabia: Insights for achieving vision 2030 and enhancing environmental sustainability. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016824012742>
- Shobanke, M. (2025). Advancements and future outlook of Artificial Intelligence in energy and climate change modeling. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666792425000058>
- Temizöz, K. A. (2025). AI and Sustainability: Investigating the role of artificial intelligence in energy management and carbon reduction strategies within German industries. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/396359912_AI_and_Sustainability_Investigating_the_role_of_artificial_intelligence_in_energy_management_and_carbon_reduction_strategies_within_German_industries
- Xie, H. (2025). Artificial Intelligence Technology Applications and Energy Utilization Efficiency: Empirical Evidence from China. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/14/6463>
- Yuan, C. (2024). The Impact of Artificial Intelligence on Economic Development: A Systematic Review: The impact of artificial intelligence on economic development. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/385589896_The_Impact_of_Artificial_Intelligence_on_Economic_Development_A_Systematic_Review_The_impact_of_artificial_intelligence_on_economic_development
- Yussuf, R. (2024). Applications of artificial intelligence for energy efficiency throughout the building lifecycle: An overview. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/377341194_Applications_of_artificial_intelligence_for_energy_efficiency_throughout_the_building_lifecycle_An_overview

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 الأعمال، وأعمل حالياً على بحث بعنوان "أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية: دراسة تحليلية"، وذلك كجزء من متطلبات درجة الماجستير في إدارة الأعمال.

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..

اسم الباحث

طالب ماجستير إدارة أعمال

كلية الإدارة، جامعة ميدأوشن

الاستبيان

بسم الله الرحمن الرحيم

السيد/..... المحترم،

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته،

أود إبلاغكم بأنني طالب في جامعة ميدأوشن - كلية الإدارة - تخصص ماجستير في إدارة أعمال، وأعمل حالياً على بحث بعنوان "أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية: دراسة تحليلية"، كجزء من متطلبات درجة الماجستير في إدارة الأعمال. 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

اسم الباحث

طالب ماجستير إدارة أعمال

كلية الإدارة جامعة ميدأوشن

المشرفين

أ.د. الفيصل عبد الحميد محمد

أ.د. فايز علي جراد

كلية الإدارة، جامعة ميدأوشن

الاستبانة

الإجابة					الأسئلة
					1- الأسئلة 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 الاستبيان					
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تعتمد المؤسسة على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة استهلاك الطاقة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مراقبة استهلاك الطاقة بصورة مستمرة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	يساعد استخدام الذكاء الاصطناعي في اكتشاف الهدر في استهلاك الطاقة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تعزز تطبيقات الذكاء الاصطناعي كفاءة إدارة موارد الطاقة داخل المؤسسة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	توفر تقنيات الذكاء الاصطناعي تنبؤات دقيقة بالطلب المستقبلي على الطاقة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تساعد التحليلات التنبؤية في تحسين تخطيط استهلاك الطاقة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم البيانات التي يحللها الذكاء الاصطناعي في دعم قرارات إدارة الطاقة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تؤدي دقة التنبؤ إلى تقليل الفاقد في استهلاك الطاقة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تسهم الأتمتة الذكية في تحسين تشغيل أنظمة الطاقة بكفاءة أعلى.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تساعد أنظمة الذكاء الاصطناعي على التحكم الآلي في استهلاك الطاقة وفق الاحتياج الفعلي.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	تقلل تطبيقات الذكاء الاصطناعي من التدخل البشري في إدارة أنظمة الطاقة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	يسهم التشغيل الذكي لأنظمة الطاقة في رفع الكفاءة التشغيلية للمؤسسة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	أدى استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى خفض استهلاك الطاقة في المؤسسة.

أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	أسهمت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة استخدام الطاقة مقارنة بالأساليب التقليدية.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	ساعدت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تقليل تكاليف استهلاك الطاقة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	أسهمت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز استدامة استخدام الطاقة داخل المؤسسة.
أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة	أرى أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تؤثر بشكل مباشر في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في المملكة العربية السعودية.

<https://forms.gle/URFt9qrJbHshtugK9>

Abstract

This study aimed to identify the impact of artificial intelligence applications on improving energy efficiency in the Kingdom of Saudi Arabia. It examined the effect of three main dimensions: employing AI applications in energy management, accurate analysis and forecasting of energy demand, and smart automation and improved operation of energy systems, on enhancing energy efficiency. The study adopted a quantitative approach, using a questionnaire as the primary data collection tool. The questionnaire was distributed to a sample of 268 employees and specialists in entities related to the energy sector and digital transformation in the Kingdom of Saudi Arabia. The data were analyzed using appropriate statistical methods to test the study's hypotheses and analyze the relationships between its variables. The results showed a statistically significant positive impact of AI applications on improving energy efficiency. Furthermore, the study demonstrated that employing AI applications in energy management, accurate analysis and forecasting of demand, and smart automation all contribute to increasing operational efficiency, reducing waste, and improving energy resource management. The study recommended expanding the adoption of artificial intelligence (AI) applications in the energy sector, enhancing investment in digital infrastructure, developing predictive analytics systems, supporting training and development programs for employees, strengthening research partnerships, and establishing regulatory policies that support the effective and safe use of AI technologies to achieve the goals of Saudi Arabia's Vision 2030.

Keywords: Artificial intelligence, energy efficiency, energy management, predictive analytics, smart automation, digital transformation, Saudi Arabia.

Midocean University

College of Management

Master of Business Administration

**The Impact of Artificial Intelligence Applications on Improving Energy Efficiency in the Kingdom of
Saudi Arabia: An Analytical Study**

Prepared by the student/

Mohammed Hassan Alsadat

University ID/

253001206

Supervisor/

Dr. Asma Abuanzeh

Year

2026

