

**استخدام تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات لتعزيز
الكفاءة التشغيلية والاستدامة: دراسة تطبيقية على شركة stc في
منطقة المدينة المنورة**

إعداد:

محمد يحيى محمد الصبحي

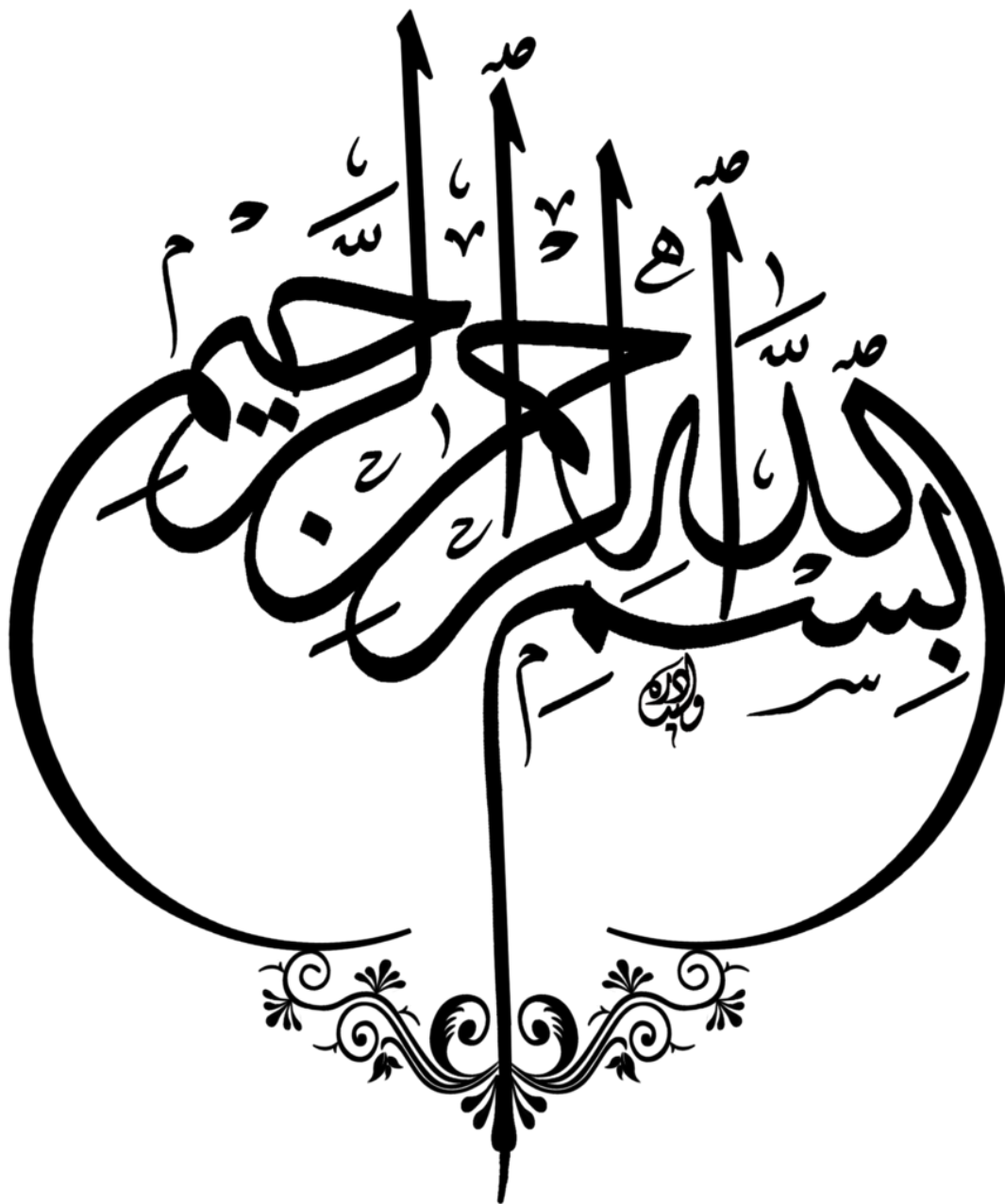
إشراف:

د. الفيصل عبد الحميد

د. فايز جراد

العام الدراسي:

2025



الإهداء

إلى من كان حضوره في حياتي معنى للقوة والثبات، إلى أبي العزيز، الذي تعلّمت منه أن السعي الصادق لا يضيع، وأن الطريق مهما طال ينتهي بالوصول لمن يصدق العزم ويصبر على المشقة. أهديك هذا العمل، عرفانًا بما قدمته من دعم، وما غرسته في نفسي من قيم أعتز بها ما حييت.

إلى أُمي الغالية، صاحبة القلب الكبير، والفضل الذي لا يحده وصف، إلى من كانت دعواتها ترافقني في كل مرحلة، وتمنحني من الطمأنينة ما يعينني على مواصلة الطريق، إليك أهدي ثمرة هذا الجهد، تقديرًا لما منحتني من حب وصبر واحتواء.

إلى إخوتي وأخواتي، الذين كانوا لي مصدر أنس وقوة، وإلى كل قريب وصديق وقف إلى جانبي بكلمة طيبة أو مساندة صادقة، فكان له أثر في تخفيف التعب وتيسير الطريق، أهديكم هذا الإنجاز، وأنتم جزء من فرحته.

إلى أساتذتي الأفاضل، الذين كان لعلمهم وتوجيههم أثر واضح في مسيرتي، وإلى كل من أسهم في دعمي ومساندتي خلال هذه الرحلة، أضع بين أيديكم هذا العمل، راجيًا أن يكون خطوة مباركة في طريق العلم والعمل.

الشكر والتقدير

أتقدم بخالص الشكر وعظيم الامتنان لله سبحانه وتعالى على ما وهبني من توفيق وعون، ويسر لي إتمام

هذا العمل، وأمدني بالصبر والقدرة على مواصلة الطريق حتى نهايته.

كما أتوجه بصادق الشكر والتقدير إلى سعادة الدكتور الفیصل عبدالحمید حسن، وسعادة الدكتور فايز

علي جراد، على ما قدماه من توجيه علمي سديد، ومتابعة دقيقة، وملاحظات قيمة كان لها الأثر الكبير

في تطوير هذا العمل وإخراجه بصورة أفضل.

وأعبر عن بالغ تقديري لأسرتي الكريمة، التي كانت لي خير معين بعد الله، بما أحاطتني به من دعم

وتشجيع واهتمام طوال مراحل الدراسة. كما أقدم شكري لكل من قدّم لي نصحاً أو مساعدة أو كلمة محفزة

أسهمت في إنجاز هذا العمل، من أساتذة وزملاء وأصدقاء، سائلاً الله أن يجزي الجميع خير الجزاء.

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تحليل أثر استخدام تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات في تعزيز الكفاءة التشغيلية وتحقيق الاستدامة المؤسسية، من خلال دراسة تطبيقية على شركة الاتصالات السعودية (Stc) في منطقة المدينة المنورة. وانطلقت الدراسة من أهمية التحول نحو مصادر الطاقة النظيفة في قطاع الاتصالات، ولا سيما في ظل ارتفاع تكاليف الطاقة التقليدية والحاجة إلى تحسين كفاءة التشغيل وتقليل الأثر البيئي. كما سعت إلى بيان دور ممارسات إدارة المشاريع، مثل الجودة وإدارة المخاطر والجدولة الزمنية، في دعم نجاح تطبيق الطاقة المتجددة داخل المشاريع التشغيلية.

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، واستخدمت الاستبانة أداة رئيسة لجمع البيانات من عينة بلغت (60) مفردة من العاملين في المجالات المرتبطة بالتشغيل والمشاريع والطاقة. وأظهرت النتائج أن مستوى تبني تقنيات الطاقة المتجددة جاء ضمن المستوى المتوسط المائل إلى الارتفاع، كما تبين أن أنظمة الطاقة الشمسية تسهم في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة، وأن تكامل الطاقة المتجددة مع ممارسات إدارة المشاريع يساعد في خفض التكاليف التشغيلية. كذلك ظهر أن الجودة، وإدارة المخاطر، والالتزام بالجدولة الزمنية تمثل عوامل داعمة لنجاح التطبيق واستدامة المشاريع.

وخلصت الدراسة إلى أهمية التوسع في استخدام تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات، ودمجها ضمن التخطيط الإداري للمشاريع، مع تعزيز التدريب والتأهيل وتطوير الممارسات التنظيمية المرتبطة بها.

الكلمات المفتاحية: الطاقة المتجددة، مشاريع الاتصالات، الكفاءة التشغيلية، الاستدامة المؤسسية.

Abstract

This study aimed to examine the impact of renewable energy technologies on enhancing operational efficiency and achieving institutional sustainability in telecommunications projects, through an applied study on Saudi Telecom Company (stc) in the Madinah region. The study is grounded in the growing importance of transitioning to clean energy sources in the telecommunications sector, particularly in light of rising conventional energy costs and the need to improve operational performance while reducing environmental impact. It also explored the role of project management practices, such as quality management, risk management, and scheduling, in supporting the successful implementation of renewable energy within operational projects.

The study adopted a descriptive analytical approach and utilized a questionnaire as the primary data collection tool, targeting a sample of 60 employees working in operations, projects, and energy-related fields. The findings indicated that the level of renewable energy adoption was moderate to high. Solar energy systems were found to improve energy efficiency, while integrating renewable energy with project management practices contributed to reducing operational costs. Furthermore, quality management, risk management, and adherence to scheduling were identified as key factors supporting successful implementation and project sustainability.

The study concluded that expanding the use of renewable energy technologies, integrating them into project planning, and enhancing training and organizational practices are essential for improving efficiency and sustainability in telecommunications projects.

Keywords: Renewable energy, telecommunications projects, operational efficiency, institutional sustainability.

قائمة الجداول

رقم الصفحة	العنوان
47	الجدول (1) توزيع أفراد العينة حسب النوع
48	الجدول (2) توزيع أفراد العينة حسب الفئة العمرية
49	الجدول (3) توزيع أفراد العينة حسب المؤهل العلمي
50	الجدول (4) توزيع أفراد العينة حسب عدد سنوات الخبرة
52	الجدول (5) المتوسطات والانحرافات المعيارية لفقرات المحور الأول
53	الجدول (6) المتوسطات والانحرافات المعيارية لفقرات المحور الثاني
55	الجدول (7) ملخص نموذج الانحدار الخطي البسيط
55	الجدول (8) نتائج تحليل التباين (ANOVA)
56	الجدول (9) معاملات الانحدار (Coefficients)
56	الجدول (10) ملخص نموذج الانحدار الخطي البسيط
57	الجدول (11) نتائج تحليل التباين (ANOVA)
57	الجدول (12) معاملات الانحدار (Coefficients)
58	الجدول (13) ملخص نموذج الانحدار الخطي البسيط
58	الجدول (14) نتائج تحليل التباين (ANOVA)
59	الجدول (15) معاملات الانحدار (Coefficients)
59	الجدول (16) ملخص نموذج الانحدار الخطي البسيط
60	الجدول (17) نتائج تحليل التباين (ANOVA)
60	الجدول (18) معاملات الانحدار (Coefficients)
61	الجدول (19) معامل كرونباخ ألفا لمحاو الاستبيان

قائمة الأشكال

رقم الصفحة	العنوان
47	شكل (1) المشاركين حسب النوع
48	شكل (2) توزيع المشاركين حسب العمر
49	شكل (3) توزيع المشاركين حسب المؤهل العلمي
50	شكل (4) توزيع المشاركين حسب عدد سنوات الخبرة

الفهرس

الإهداء	ب
الشكر والتقدير	ج
الملخص	د
قائمة الجداول	و
الفهرس	ز
الفصل الأول: الإطار العام للدراسة	1
المقدمة	2
مشكلة الدراسة	3
أهمية الدراسة	4
أهداف الدراسة	5
تساؤلات الدراسة	6
فروض الدراسة	6
الدراسات السابقة	7
المنطلقات النظرية للدراسة	22
المنهجية وطرق البحث	24
الفصل الثاني: الإطار النظري	27
المبحث الأول: إدارة المشاريع التشغيلية في قطاع الاتصالات	28
المطلب الأول: مفهوم إدارة المشاريع التشغيلية وخصائصها	28
المطلب الثاني: مراحل إدارة المشاريع التشغيلية ومجالاتها	30
المطلب الثالث: دور إدارة المشاريع التشغيلية في رفع الكفاءة داخل قطاع الاتصالات	31
المبحث الثاني: تقنيات الطاقة المتجددة وتطبيقاتها في مشاريع الاتصالات	33
المطلب الأول: مفهوم تقنيات الطاقة المتجددة وأنواعها	33
المطلب الثاني: تطبيقات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات	36

المطلب الثالث: أهمية توظيف تقنيات الطاقة المتجددة في تحسين الأداء التشغيلي.....	38
المبحث الثالث: الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية في شركات الاتصالات.....	40
المطلب الأول: مفهوم الكفاءة التشغيلية ومؤشراتها.....	40
المطلب الثاني: مفهوم الاستدامة المؤسسية وأبعادها.....	42
المطلب الثالث: العلاقة بين إدارة المشاريع التشغيلية وتقنيات الطاقة المتجددة والكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية.....	44
الفصل الثالث: الدراسة التطبيقية.....	46
التحليل الإحصائي.....	47
أولاً: البيانات الديموغرافية.....	47
ثانياً: المتوسطات والانحرافات المعيارية.....	51
ثالثاً: اختبار الفرضيات.....	55
الفصل الرابع: مناقشة النتائج والتوصيات.....	62
نتائج التحليل الإحصائي للمتوسطات والانحرافات المعيارية.....	63
أولاً: المتوسطات والانحرافات المعيارية:.....	63
ثانياً: تحليل الفرضيات.....	63
الخاتمة.....	65
المراجع والمصادر.....	67

الفصل الأول: الإطار العام للدراسة

المقدمة

يشهد قطاع الاتصالات في المملكة العربية السعودية تطورًا متسارعًا مدفوعًا بالتحول الرقمي والمشاريع الوطنية العملاقة، مما يجعل كفاءة التشغيل والاستدامة البيئية من أبرز أولويات المرحلة الحالية. ومع ازدياد الطلب على خدمات الاتصالات وتوسع البنية التحتية للشبكات في المناطق الحضرية والريفية، تبرز الحاجة إلى حلول مبتكرة في إدارة المشاريع تسهم في تقليل التكاليف التشغيلية وتحسين الأداء البيئي دون التأثير على جودة الخدمات المقدمة. ومن بين أبرز هذه الحلول، يبرز دمج تقنيات الطاقة المتجددة كمحور استراتيجي يمكن أن يعيد تشكيل الطريقة التي تُدار بها مشاريع الاتصالات الحديثة.

ففي ظل التحديات المرتبطة بارتفاع تكاليف الطاقة التقليدية وزيادة الانبعاثات الكربونية، أصبح من الضروري تبني أنظمة طاقة بديلة تعتمد على الموارد الطبيعية المستدامة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. هذه التقنيات لا تقتصر أهميتها على البعد البيئي فحسب، بل تمتد إلى تحقيق كفاءة تشغيلية أعلى، إذ تسهم في خفض استهلاك الوقود وتكاليف الصيانة، وتوفّر استقرارًا أكبر في إمدادات الطاقة، خاصة للمواقع البعيدة عن الشبكات الكهربائية الرئيسية.

وتتراد أهمية هذه التحولات عند ربطها بمنهجيات إدارة المشاريع، التي تُعدّ الإطار الإداري الذي يضمن التخطيط الفعّال، والتنفيذ المنضبط، والمتابعة الدقيقة لتحقيق الأهداف المنشودة. فدمج الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات لا يمكن أن ينجح إلا من خلال إدارة واعية للعناصر الأساسية للمشروع، مثل الجدول الزمني، والجودة، والتكلفة، والمخاطر، والتكامل بين فرق العمل. ومن هنا تتضح العلاقة التكاملية بين كفاءة إدارة المشاريع وبين تطبيقات الطاقة المتجددة بوصفها أداة لتعزيز الاستدامة المؤسسية والاقتصادية.

وتأتي شركة الاتصالات السعودية (stc) في مقدمة الشركات الوطنية التي تمثل نموذجًا لتوجه المملكة نحو الاقتصاد الأخضر، من خلال سعيها إلى تبني أنظمة تشغيلية مستدامة في مواقعها المختلفة. لذا، فإن دراسة تجربة الشركة في منطقة المدينة المنورة تمثل مدخلًا علميًا لفهم كيف يمكن لتقنيات الطاقة المتجددة

أن تساهم في تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف على المدى الطويل، مع دعم أهداف رؤية المملكة 2030 في مجالات الابتكار والطاقة النظيفة.

وبناءً على ما تقدم، تستهدف هذه الدراسة تحليل دور دمج تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات من منظور إداري واستراتيجي، والكشف عن أثرها في تعزيز الكفاءة التشغيلية وتحقيق الاستدامة. كما تسعى إلى تقديم إطار تطبيقي يوضح كيف يمكن لممارسات إدارة المشاريع الحديثة أن تواكب التحول نحو الطاقة النظيفة، بما يسهم في بناء قطاع اتصالات أكثر كفاءة وقدرة على مواجهة تحديات المستقبل.

مشكلة الدراسة

على الرغم من التطور الكبير الذي يشهده قطاع الاتصالات في المملكة العربية السعودية، وما حققه من توسع في البنية التحتية الرقمية وتطبيقات التحول الرقمي، إلا أن هذا القطاع لا يزال يواجه تحديات تشغيلية متعلقة بارتفاع تكاليف الطاقة، واعتماده الكبير على المصادر التقليدية لتشغيل الأبراج والمحطات القاعدية. هذا الاعتماد يؤدي إلى زيادة المصروفات التشغيلية، وارتفاع معدلات الانبعاثات الكربونية، وتراجع كفاءة استغلال الموارد، مما يضعف من قدرة الشركات على تحقيق أهداف الاستدامة والابتكار التي تنادي بها رؤية المملكة 2030.

وعلى الرغم من وجود توجه متزايد نحو إدماج تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات، إلا أن عملية الدمج تواجه عقبات متعددة تتعلق بضعف التخطيط الإداري لتلك المشاريع، وعدم وضوح الآليات التي تضمن الموازنة بين الجدوى الاقتصادية والفاعلية التشغيلية. كما تعاني بعض المؤسسات من نقص في إدارة المخاطر والتكامل بين فرق العمل، مما يحدّ من نجاح مشاريع الطاقة المتجددة في تحقيق الأثر المطلوب على الأداء التشغيلي.

من هذا المنطلق، تبرز مشكلة الدراسة في عدم وضوح الكيفية التي يمكن من خلالها توظيف تقنيات الطاقة المتجددة ضمن مشاريع الاتصالات بما يعزز الكفاءة التشغيلية ويحقق الاستدامة المؤسسية. كما تطرح

تسأولاً رئيسياً حول مدى فاعلية تطبيق ممارسات إدارة المشاريع في نجاح عمليات الدمج هذه داخل بيئة شركة الاتصالات السعودية (Stc) في منطقة المدينة المنورة، ومدى انعكاس ذلك على تحسين الأداء التشغيلي وتقليل النفقات الطاقوية.

وبناءً على ذلك، تتمثل مشكلة الدراسة في الإجابة عن التساؤل الرئيس الآتي:

كيف يسهم دمج تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات في تعزيز الكفاءة التشغيلية وتحقيق الاستدامة المؤسسية في شركة stc بمنطقة المدينة المنورة؟

أهمية الدراسة

أولاً: الأهمية العلمية

1. تسهم الدراسة في إثراء المعرفة الأكاديمية في مجال إدارة المشاريع، من خلال تناولها العلاقة بين الكفاءة التشغيلية والاستدامة البيئية عند دمج تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات، وهو مجال لا يزال محدود الطرح في الأدبيات العربية.

2. تقدم الدراسة إطاراً نظرياً يربط بين مفاهيم إدارة المشاريع (كالجدولة، التكلفة، المخاطر، الجودة) وبين تطبيقات الطاقة المتجددة، مما يعزز من فهم الباحثين لكيفية تحقيق التكامل بين الأبعاد الإدارية والتقنية في بيئات العمل الحديثة.

3. تفتح الدراسة المجال أمام دراسات مستقبلية تتناول تقييم الأداء المؤسسي في ضوء تبني حلول الطاقة النظيفة، بما يسهم في تطوير نماذج قياس جديدة للكفاءة التشغيلية والاستدامة.

ثانياً: الأهمية العملية

1. تقدم الدراسة تحليلاً واقعياً لتجربة شركة الاتصالات السعودية (Stc) في منطقة المدينة المنورة، بما يتيح للشركات المشابهة الاستفادة من نتائجها في تحسين إدارة مشاريع الطاقة المتجددة.

2. تساعد نتائج الدراسة متخذي القرار في قطاع الاتصالات على تبني سياسات تشغيلية أكثر كفاءة واستدامة من خلال دمج مصادر الطاقة المتجددة ضمن مشاريع البنية التحتية الاتصالية.
3. تساهم في خفض النفقات التشغيلية وتحسين موثوقية الخدمات في المناطق البعيدة، عبر تقديم نموذج إداري يمكن تطبيقه في بيئات تشغيلية مختلفة داخل المملكة وخارجها.
4. تدعم الجهود الوطنية في تحقيق الاستقلال الطاقوي وتقليل البصمة الكربونية في قطاع حيوي يُعد من أكثر القطاعات استهلاكًا للطاقة.

أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل أثر دمج تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات على تعزيز الكفاءة التشغيلية وتحقيق الاستدامة المؤسسية، من خلال دراسة تطبيقية على شركة الاتصالات السعودية (Stc) في منطقة المدينة المنورة.

وانطلاقًا من هذا الهدف الرئيس، تتفرع عنه الأهداف الفرعية الآتية:

1. تحليل واقع إدارة مشاريع الاتصالات في شركة Stc ومدى تبنيها لمفاهيم وممارسات الاستدامة التشغيلية.
2. التعرف على مستوى تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة (كالطاقة الشمسية وأنظمة التشغيل الهجينة) في مشاريع الشركة ودورها في خفض التكاليف التشغيلية.
3. قياس أثر ممارسات إدارة المشاريع الحديثة (إدارة الجدول الزمني، التكلفة، المخاطر، الجودة، والاتصالات) على نجاح مشاريع الطاقة المتجددة داخل الشركة.
4. تحديد العوامل الإدارية والتنظيمية التي تعزز أو تعيق دمج تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات.

5. اقتراح إطار إداري تطبيقي يُمكن شركات الاتصالات من تعزيز الكفاءة التشغيلية والاستدامة البيئية من خلال إدارة فعالة لمشاريع الطاقة المتجددة.

تساؤلات الدراسة

1. ما مستوى تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات التابعة لشركة stc بمنطقة المدينة المنورة؟
2. ما دور ممارسات إدارة المشاريع الحديثة في إنجاح مشاريع الطاقة المتجددة داخل الشركة؟
3. ما العلاقة بين تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة ومستوى الكفاءة التشغيلية في مشاريع الاتصالات؟
4. كيف يسهم دمج الطاقة المتجددة في تحسين استدامة المشاريع من الناحية البيئية والاقتصادية؟
5. ما أبرز التحديات الإدارية والتنظيمية التي تواجه تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة في قطاع الاتصالات، وكيف يمكن معالجتها؟

فروض الدراسة

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لدمج تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات على تعزيز الكفاءة التشغيلية وتحقيق الاستدامة المؤسسية في شركة الاتصالات السعودية (stc) بمنطقة المدينة المنورة.

الفروض الفرعية

1. يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتبني أنظمة الطاقة الشمسية على تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في مشاريع الاتصالات.
2. يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتكامل أنظمة الطاقة المتجددة مع إدارة المشاريع على خفض التكاليف التشغيلية في شركة stc.

3. يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لممارسات إدارة الجودة في المشاريع على فاعلية تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة.

4. يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لإدارة المخاطر والجدولة الزمنية على استدامة مشاريع الاتصالات التي تعتمد على الطاقة المتجددة.

الدراسات السابقة

تناولت دراسة **Chaichan وآخرون (2016)** موضوعًا ذا أهمية متنامية في مجال إدارة مشروعات البنية التحتية للطاقة، تمثل في تحسين أنظمة الطاقة الهجينة (الطاقة الشمسية والديزل) لتغذية أبراج الاتصالات في المناطق النائية. هدفت الدراسة إلى تصميم نموذج اقتصادي وتقني يحقق التوازن بين كفاءة التشغيل وتكلفة الإنتاج في تشغيل أبراج الاتصالات في مدينة البريمي بسلطنة عُمان، وهي منطقة تشهد مستويات مرتفعة من الإشعاع الشمسي وتُعد بيئة مثالية لتطبيقات الطاقة المتجددة.

اعتمد الباحثون المنهج الوصفي التحليلي مدعومًا بالتحليل الكمي، حيث استخدموا برنامج HOMER لمحاكاة الأداء الاقتصادي والفني للنظام المقترح، بهدف تحديد البديل الأمثل لتغذية برج اتصالات بقدرة 10 كيلوواط عبر نظام هجين يجمع بين الطاقة الشمسية والديزل. شمل التصميم ثلاثة أنظمة مقارنة: نظام هجين (شمسي-ديزل)، ونظام يعمل بالديزل فقط، وآخر يعتمد على الطاقة الشمسية فقط.

كشفت النتائج أن النظام الهجين (Solar PV/Diesel) يمثل الحل الأكثر كفاءة من حيث التكلفة والموثوقية، إذ بلغ متوسط تكلفة الطاقة المنتجة (0.29 دولار/ك.و.س) مقارنة بـ (0.58 دولار/ك.و.س) لنظام الديزل المنفرد، و (0.34 دولار/ك.و.س) للنظام الشمسي المنفصل. كما أظهرت النتائج أن دمج مصادر الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات يسهم في تقليل الانبعاثات الكربونية وتحسين استقرار الإمداد الكهربائي، خاصة في المناطق البعيدة عن الشبكات الوطنية.

خلصت الدراسة إلى أن اعتماد الأنظمة الهجينة في إدارة مشاريع الطاقة بالقطاع الاتصالي يُعد خيارًا استراتيجيًا طويل الأمد لتحقيق الكفاءة التشغيلية والاستدامة المالية، إذ يضمن استمرار الخدمة مع تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري. وأوصت الدراسة بضرورة دمج منهجيات إدارة المشاريع الحديثة في مراحل التخطيط والتنفيذ لأنظمة الطاقة المتجددة داخل مؤسسات الاتصالات، لما لذلك من دور مباشر في تحسين الأداء التشغيلي وتقليل النفقات على المدى الطويل.

دراسة Baidas وآخرون (2021) درست موضوع متخصصًا في إدارة مشاريع الطاقة المتجددة في قطاع الاتصالات، تمثل في تحليل الأداء الفني والاقتصادي لمحطات القاعدة الخلوية التي تعمل بالطاقة الشمسية في دولة الكويت، في إطار السعي نحو تعزيز كفاءة التشغيل وتقليل الانبعاثات الكربونية في البنية التحتية للاتصالات.

جاءت الدراسة في ظل تزايد الطلب على الطاقة الكهربائية نتيجة للتوسع في شبكات الاتصالات، وما يرافقه من تحديات تتعلق بتكلفة التشغيل والاعتماد على الوقود الأحفوري، خصوصًا في المناطق ذات الأحمال المتغيرة والمناخ الصحراوي القاسي.

هدفت الدراسة إلى تقييم الجدوى الاقتصادية والبيئية لتحويل محطات الاتصالات التقليدية إلى أنظمة تعمل بالطاقة الشمسية، من خلال تصميم نماذج تشغيل مختلفة تعتمد على الألواح الكهروضوئية وتخزين الطاقة عبر البطاريات. استخدم الباحثون المنهج التحليلي التطبيقي مستندين إلى بيانات تشغيل فعلية من عدد من الأبراج في مناطق مختلفة من الكويت، مع تحليل استهلاك الطاقة والانبعاثات وتكلفة التشغيل على مدار عام كامل.

أظهرت النتائج أن التحول إلى الطاقة الشمسية يسهم في خفض التكاليف التشغيلية بنسبة تتراوح بين 40% و55% مقارنة بالنظام التقليدي المعتمد على الديزل، كما أدى إلى تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

بنسبة تجاوزت 60 %. وأوضحت الدراسة أن العائد الاستثماري المتوقع لمشاريع الأبراج الشمسية يمكن تحقيقه خلال فترة تتراوح بين 3 إلى 5 سنوات، مما يجعل المشروع ذا جدوى اقتصادية عالية على المدى المتوسط.

واختتمت الدراسة بالتأكيد على أن دمج تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات يُعد خطوة استراتيجية نحو تحقيق الكفاءة التشغيلية والاستدامة البيئية في المنطقة الخليجية. كما أوصت بضرورة تضمين مبادئ إدارة المشاريع في عمليات التخطيط والتنفيذ لهذه الأنظمة لضمان نجاحها، خاصة فيما يتعلق بتحليل المخاطر، وتقدير التكاليف، وإدارة الصيانة الدورية.

قدّم الباحثون Al Haj Hassan، Nuaymi، و Pelov (2013) معالجة شاملة لقضية الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة في شبكات الاتصالات الخلوية، وذلك في إطار سعي الصناعة العالمية نحو تقليل الانبعاثات الكربونية وتحقيق الكفاءة الطاقوية في ظل النمو المتسارع لاستهلاك الطاقة في محطات القاعدة (Base Stations). جاءت الدراسة كمسح علمي موسّع جمع بين التحليل النظري والنمذجة المفاهيمية، بهدف بناء تصور متكامل حول كيفية توظيف الطاقة الشمسية والرياح لتغذية الشبكات المتنقلة مع الحفاظ على موثوقية الخدمة واستمرارية التشغيل.

ركز الباحثون على صياغة نموذج مرجعي لمحطة قاعدة تعمل بالطاقة المتجددة (Renewable Energy Base Station – REBS)، يدمج بين مصادر طاقة متنوعة تشمل الشبكة الكهربائية، والطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، إلى جانب أنظمة التخزين وإدارة الأحمال. وقد تناول النموذج المكونات الأساسية للمحطة مثل وحدة التحكم بالطاقة، وآليات إدارة التخزين، وسياسات التوزيع بين المصادر البديلة والشبكة الرئيسية. كما ناقشت الدراسة تأثير دمج الطاقة المتجددة على تصميم الشبكات الخلوية متعددة الطبقات

(Heterogeneous Networks)، وبيّنت أن هذا الدمج لا يُعد حلاً بيئياً فقط، بل خياراً اقتصادياً يقلل من تكاليف التشغيل ويخلق نماذج أعمال جديدة في قطاع الاتصالات.

اعتمدت الورقة على مراجعة مقارنة لأكثر من ثلاثين دراسة تطبيقية من أنحاء مختلفة من العالم، وخلصت إلى أن نحو 75-80 ٪ من إجمالي استهلاك الطاقة في شبكات G3 و LTE يتركز في محطات القاعدة، مما يجعلها العنصر الأكثر تأثيراً في استراتيجيات التحول الأخضر. كما أوضحت أن تحسين تصميم المحطات المعتمدة على الطاقة المتجددة يؤدي إلى خفض استهلاك الوقود بنسبة تتجاوز 40 ٪ في بعض الحالات، مع تقليص تكاليف الصيانة التشغيلية بصورة ملحوظة.

ومن النتائج المهمة التي خرجت بها الدراسة أن تحقيق الكفاءة الطاقوية لا يتوقف على الجانب التقني فقط، بل يرتبط أيضاً بتطبيق منهجيات إدارة المشاريع في مراحل التخطيط والتشغيل والصيانة. فالتكامل بين الإدارة الرشيدة للطاقة وإدارة المشروع ككل هو ما يضمن استدامة الحلول المتجددة واستمراريتها ضمن بيئة تشغيلية معقدة مثل شبكات الاتصالات. كما أشارت الورقة إلى ضرورة تطوير خوارزميات ذكية لإدارة الطاقة تتنبأ بالاستهلاك بناءً على البيانات المناخية وأنماط الاستخدام، مما يساهم في تعزيز موثوقية الخدمة وتقليل الأعطال الناتجة عن انقطاع الإمداد.

واختتم الباحثون دراستهم بالتأكيد على أن الانتقال إلى محطات القاعدة العاملة بالطاقة المتجددة يمثل تحولاً استراتيجياً في إدارة مشاريع الاتصالات عالمياً، وأن دمج هذه التقنيات ضمن الخطط المؤسسية يساهم في تحقيق أهداف الاستدامة الاقتصادية والبيئية في آن واحد. كما دعوا إلى توسيع الأبحاث التطبيقية في هذا المجال لدراسة جدوى دمج الطاقة المتجددة في البيئات الصحراوية والمناطق ذات الأحمال العالية، بما يدعم بناء شبكات خضراء أكثر كفاءة واستدامة.

تناولت دراسة Babu وآخرون (2022) قضية التحول نحو الطاقة المستدامة في قطاع الاتصالات من منظور تطبيقي وإداري، حيث ركزت على تصميم وتحليل أنظمة هجينة للطاقة (شمسية-رياح-ديزل-بطاريات) لتغذية محطات الاتصالات في المناطق النائية، بهدف تحقيق التوازن بين الكفاءة التشغيلية والجدوى الاقتصادية وتقليل الأثر البيئي الناتج عن الاعتماد على الوقود الأحفوري. جاءت الدراسة ضمن سياق عالمي متزايد للاهتمام بخفض انبعاثات الكربون وتحسين كفاءة إدارة مشاريع البنية التحتية الحيوية.

اعتمد الباحثون منهجًا وصفيًا تحليليًا مدعومًا بالمحاكاة التقنية باستخدام برنامج HOMER Pro لتقييم الأداء التشغيلي والتكلفة الكلية للأنظمة المختلفة، حيث قارنوا بين نموذج تقليدي يعمل بالديزل فقط، وآخر يعتمد على الطاقة المتجددة بشكل كامل، وثالث يجمع بين المصادر الثلاثة. شمل التحليل متغيرات متعددة مثل كمية استهلاك الوقود، معدل الانبعاثات، تكلفة الطاقة المنتجة، ودرجة استقرار الإمداد الكهربائي.

أظهرت نتائج الدراسة أن النظام الهجين الذي يجمع بين الطاقة الشمسية والرياح والديزل حقق أعلى مستوى من الكفاءة التشغيلية مع خفض استهلاك الوقود بنسبة تجاوزت 60% مقارنة بالنظام التقليدي، وانخفاض الانبعاثات الكربونية بنسبة تقارب 70%. كما بيّنت النتائج أن التكلفة الأولية الأعلى للاستثمار في الأنظمة المتجددة تُعوّض خلال فترة تشغيل لا تتجاوز خمس سنوات، بفضل انخفاض النفقات التشغيلية والصيانة طويلة الأجل.

من الناحية الإدارية، أكدت الدراسة أن نجاح مشاريع الطاقة المتجددة في قطاع الاتصالات لا يعتمد فقط على الجانب التقني، بل يتطلب تطبيقًا دقيقًا لمبادئ إدارة المشاريع في مجالات التخطيط، وإدارة المخاطر، وضبط الجودة، والتكامل بين فرق العمل. فعملية الدمج الفعالة للطاقة المتجددة تحتاج إلى تنسيق مؤسسي محكم وإدارة مستمرة للأداء لضمان تحقيق الأهداف التشغيلية والبيئية في آنٍ واحد.

واختتم الباحثون دراستهم بالتأكيد على أن تبني الأنظمة الهجينة في مشاريع الاتصالات يمثل اتجاهًا استراتيجيًا يعزز من استدامة الخدمات ويقلل من تقلبات تكاليف التشغيل على المدى الطويل. كما أوصوا بضرورة بناء سياسات وطنية تشجع على الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة ضمن قطاع الاتصالات، مع تبني آليات دعم مالي وإداري تضمن نجاح هذه المبادرات وتحقيق عوائد اقتصادية وبيئية مستدامة.

استهدفت دراسة **El-Amin و Rahman (2015)** تحليل الجدوى الفنية والاقتصادية لاستخدام منظومة طاقة هجينة تعتمد على الطاقة الشمسية وطاقة الرياح ومولدات الديزل لتغذية المناطق النائية في شمال المملكة العربية السعودية، وبالتحديد في منطقة قريبة من مدينة عرعر. جاءت هذه الدراسة في ظل التوجه العالمي نحو تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وضمن الجهود الرامية إلى تحسين كفاءة تشغيل مشاريع البنية التحتية في المناطق البعيدة عن الشبكات الكهربائية الرئيسية.

ركز الباحثان على بناء نموذج محاكاة عملي يتيح مقارنة البدائل الممكنة لتغذية الأحمال الكهربائية باستخدام مصادر متعددة للطاقة، بهدف تحديد النظام الأمثل من حيث الكلفة التشغيلية والاستدامة البيئية. استخدم الباحثان منهجًا تحليليًا يعتمد على البيانات المناخية الواقعية الخاصة بمعدل الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح، إلى جانب أنماط استهلاك الطاقة السنوي، مع توظيف أدوات محاكاة رقمية لقياس أداء النظام في سيناريوهات مختلفة.

كشفت نتائج الدراسة أن النظام الهجين (شمسي-ديزل) هو الأكثر كفاءة من الناحية التشغيلية مقارنة بالأنظمة الأحادية، إذ يحقق توازنًا بين التكلفة والاستقرار في الإمداد الكهربائي. فقد بلغ متوسط تكلفة الطاقة المنتجة 0.038 دولار لكل كيلوواط/ساعة، مع انخفاض استهلاك الوقود بنسبة كبيرة مقارنة بالنظام المعتمد على الديزل فقط. كما أظهرت النتائج أن إضافة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح أسهمت في تقليل

الانبعاثات الكربونية بنسبة تصل إلى 15%، فضلاً عن تحسين موثوقية التغذية الكهربائية وتقليل الأعطال الناتجة عن التقلبات المناخية.

بيّنت الدراسة أيضاً أن دمج مصادر الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات والمناطق النائية لا يُعد قراراً تقنياً بحثاً، بل يتطلب إدارة محكمة للمشروعات من حيث التخطيط والتكامل بين الموارد، وتقدير المخاطر، وتوزيع الأحمال التشغيلية. وأكدت أن نجاح الأنظمة الهجينة يعتمد على اتباع نهج إداري منظم يراعي الجدوى الاقتصادية إلى جانب الاعتبارات البيئية.

قدّم صالح، الفورتي، وزغب (2010) بحثاً ميدانياً تطبيقياً يُعد من أوائل الدراسات العربية التي تناولت استخدام منظومات الخلايا الشمسية في دعم شبكات الاتصالات في البيئات الصحراوية ذات الأحمال متفاوتة، وذلك من خلال دراسة تجربة شركة المدار للهاتف النقال في ليبيا. جاءت الدراسة في سياق تزايد الحاجة لتوسيع نطاق تغطية الاتصالات في المناطق النائية التي يصعب ربطها بالشبكة الكهربائية العامة، ما استدعى البحث عن بدائل طاقة مستدامة تحقق التشغيل المستمر بتكاليف منخفضة.

اعتمد الباحثون المنهج التطبيقي التحليلي لتقييم أداء عدد من المواقع الميدانية التي تعمل بأنظمة الخلايا الشمسية المستقلة خلال الفترة بين عامي 2002 و2010، وتم تحليل البيانات الفنية المتعلقة بمعدلات الإشعاع الشمسي، وساعات التشغيل اليومية، وكفاءة الوحدات الكهروضوئية، إلى جانب قياس مؤشرات الأداء مثل معامل الاستخدام، ومعدل الطاقة المنتجة، والخسائر النظامية. وأجريت الدراسة على منظومات تتراوح قدراتها بين 11 و187 كيلوواط ذروة (kWp) تغذي محطات اتصالات موزعة على عدة مناطق ريفية.

أظهرت النتائج أن الأنظمة الكهروضوئية المستقلة نجحت في توفير إمداد كهربائي مستقر ومستمر لمواقع الاتصالات دون الحاجة إلى مولدات ديزل احتياطية في معظم الحالات، مع تحقيق معدل أداء مرتفع

تجاوز 75% في المتوسط. كما بينت الدراسة أن استخدام الطاقة الشمسية في هذا النوع من المشاريع أدى إلى تخفيض كبير في تكاليف التشغيل والصيانة، وتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة، إضافةً إلى تعزيز موثوقية الشبكة في المناطق التي تعاني من ضعف البنية التحتية الكهربائية.

خلص الباحثون إلى أن الطاقة الشمسية تمثل حلاً استراتيجياً لتوسيع قاعدة الاتصالات في الدول العربية التي تتميز بسطوع شمسي مرتفع، وأوصوا بضرورة إدراج هذا التوجه ضمن خطط إدارة المشاريع الوطنية في قطاع الاتصالات، من خلال توفير أطر تمويل وتشغيل تضمن استدامة هذه الأنظمة على المدى الطويل. كما دعوا إلى تطبيق منهجيات إدارة المشاريع الحديثة في مراحل تصميم وتشغيل وصيانة المنظومات الشمسية، بما يعزز التكامل بين الجوانب التقنية والإدارية لتحقيق أعلى درجات الكفاءة التشغيلية والاستدامة البيئية.

Almutairi وآخرون (2021) دراسة تحليلية رائدة هدفت إلى تقييم الجدوى الفنية والاقتصادية والبيئية لاستخدام نظام طاقة هجين (رياح-شمس-دیزل-بطاريات) لتزويد المباني بالطاقة في المناطق الريفية النائية التي تفتقر إلى شبكة كهربائية، وذلك من خلال تطبيق عملي في قرية بوستغان بمحافظة هرمزغان جنوب إيران. جاءت هذه الدراسة استجابةً لزيادة الضغوط البيئية الناتجة عن الاعتماد المفرط على الوقود الأحفوري، وما يرتبط به من تحديات بيئية واقتصادية تهدد الاستدامة طويلة الأمد.

اعتمد الباحثون منهجاً تحليلياً تكاملياً جمع بين أدوات المحاكاة الرقمية باستخدام برنامج HOMER وأساليب اتخاذ القرار متعدد المعايير (SWARA وWASPAS)، وذلك لتحديد التكوين الأمثل لعناصر النظام من حيث السعة، التكلفة، ونسبة الطاقة المتجددة. اشتملت الدراسة على تحليل الحساسية لعددٍ من المتغيرات الرئيسية مثل أسعار الوقود، وتذبذب سرعة الرياح، وشدة الإشعاع الشمسي، بهدف اختبار استقرار الأداء الاقتصادي للنظام المقترح في ظل ظروف بيئية وسوقية متغيرة. أظهرت النتائج أن التوليفة المثلى للنظام

تتكوّن من ألواح شمسية بقدرة 10 كيلوواط، وتوربينات رياح بقدرة 20 كيلوواط، ومولد ديزل احتياطي بقدرة 20 كيلوواط، إلى جانب 20 بطارية ووحدة محوّل بقدرة 10 كيلوواط. بلغ متوسط تكلفة إنتاج الكهرباء في هذا النظام نحو 1.058 دولار/ك.و.س مع نسبة اعتماد على الطاقة المتجددة بلغت 64%، وهي أعلى كفاءة مقارنةً بالأنظمة الأخرى التي تعتمد على مصدر طاقة واحد. كما بيّنت الدراسة أن هذا التكوين يحقق توازنًا مثاليًا بين الاستدامة البيئية والجوى التشغيلية، إذ يقلل استهلاك الوقود وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة كبيرة مع ضمان استمرارية الإمداد الكهربائي في المناطق البعيدة.

وأبرزت الدراسة بعدًا إداريًا مهمًا، حيث أكدت أن نجاح تطبيق الأنظمة الهجينة في مشاريع الطاقة والاتصالات يتطلب إدارة مشاريع احترافية تراعي تحليل المخاطر، والتكامل بين مكونات النظام، والتقييم المستمر للأداء. وأشارت إلى أن عملية الدمج بين مصادر الطاقة المختلفة تستلزم تنسيقًا مؤسسيًا طويل الأمد لضمان استدامة التشغيل وتحقيق الأهداف الاقتصادية والبيئية.

واختتمت الدراسة بالتوصية بضرورة توجيه الاستثمارات الحكومية نحو نظم الطاقة المتجددة الهجينة في المناطق الريفية والنائية، وتبني سياسات تشجع على إنتاج الهيدروجين الأخضر من فائض الطاقة المتجددة كخيار استراتيجي لزيادة العائد على الاستثمار وتقليل المخاطر التشغيلية. كما أوصت بدمج تقنيات التحليل الحساس والتخطيط متعدد المعايير في إدارة مشاريع الطاقة المستقبلية بما يعزز الكفاءة التشغيلية ويسهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

دراسة المزروع، الفوز، البقمي، وحسن (2024) إلى تحليل أثر استخدام تقنيات إدارة المشاريع في تطوير أداء المشاريع لدى شركات القطاع الخاص في المنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية، وذلك في ظل التوجهات الحديثة لرفع كفاءة التشغيل وتعزيز استدامة المشاريع ضمن بيئة تنافسية متسارعة النمو. جاءت

الدراسة في إطار تزايد إدراك المؤسسات السعودية لأهمية التقنيات الإدارية الحديثة في تحسين جودة الأداء وضبط الوقت والتكلفة ضمن رؤية المملكة 2030.

اعتمد الباحثون المنهج الوصفي التحليلي كأساس للدراسة، حيث تم تصميم استبانة ميدانية لجمع البيانات من عينة بلغ حجمها (138) مفردة من العاملين في شركات القطاع الخاص بالمنطقة الشرقية، شملت فئات إدارية وفنية متعددة. وتم تحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS لاختبار العلاقة بين تطبيق تقنيات إدارة المشاريع (كالمخططات الزمنية، وإدارة الموارد، وتحليل المخاطر، وضبط الجودة والتكلفة) وبين مؤشرات تطوير المشاريع.

أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط إيجابية ذات دلالة إحصائية بين استخدام تقنيات إدارة المشاريع وتطوير أداء المشاريع، إذ تبين أن توظيف أدوات مثل تقنية جانت (Gantt Chart)، وأسلوب المسار الحرج (CPM)، وطريقة تقييم ومراجعة البرامج (PERT)، يسهم بفعالية في تحسين جدولة المشاريع، وضبط الموارد المالية والبشرية، وتقليل الانحرافات الزمنية. كما أوضحت النتائج أن الشركات التي تطبق هذه التقنيات بصورة منهجية تحقق معدلات أعلى من الكفاءة التشغيلية والجودة التنظيمية مقارنةً بتلك التي تعتمد على أساليب تقليدية في الإدارة.

وأكدت الدراسة أن نجاح استخدام تقنيات إدارة المشاريع يرتبط بمدى وعي القيادات الإدارية بأهمية التدريب المستمر وتحديث المهارات الإدارية للعاملين في هذا المجال، إضافة إلى ضرورة وجود اتفاق استراتيجي بين الإدارات العليا حول خطط التطوير وآليات المتابعة. كما شددت على أهمية دمج مفاهيم إدارة المخاطر والموارد والتكلفة في مراحل التخطيط والتنفيذ لتحقيق مخرجات مستدامة ومتوازنة.

واختتم الباحثون دراستهم بالتأكيد على أن اعتماد تقنيات إدارة المشاريع الحديثة يعد محوراً أساسياً لتطوير المشاريع في القطاع الخاص السعودي، لما يوفره من قدرة على ضبط الأداء وتحقيق التكامل بين الجوانب

الإدارية والفنية. كما أوصوا بتفعيل برامج تدريبية متخصصة في إدارة المشاريع الرقمية والذكاء الاصطناعي، بما يعزز كفاءة المديرين والكوادر الفنية ويسهم في بناء بيئة عمل قائمة على التخطيط الاستراتيجي والتطوير المستمر.

تُعد دراسة النجار والشوابكة (2020) من الدراسات العربية المهمة التي تناولت العلاقة بين اليقظة الاستراتيجية وإدارة المشاريع في قطاع الاتصالات، في ظل ما يشهده هذا القطاع من تغيرات بيئية وتقنية متسارعة. انطلقت الدراسة من إدراك أن نجاح مشاريع الاتصالات يعتمد بدرجة كبيرة على قدرة الإدارة العليا على رصد التغيرات البيئية والتكنولوجية والتجارية، واتخاذ القرارات الاستباقية المبنية على معلومات دقيقة، وهو ما يُعرف بمفهوم "اليقظة الاستراتيجية".

هدفت الدراسة إلى تحليل أثر أبعاد اليقظة الاستراتيجية – وتشمل اليقظة التنافسية، والتكنولوجية، والتجارية، والبيئية – في تحسين فعالية إدارة المشاريع بمختلف مجالاتها المعرفية، مثل إدارة النطاق، والجدول الزمني، والجودة، والمخاطر، والتكامل، وموارد المشروع، وأصحاب المصلحة. كما سعت لتوضيح الدور الذي يمكن أن تلعبه اليقظة الاستراتيجية في تحقيق أهداف المشاريع وتعزيز كفاءتها في بيئة الاتصالات الأردنية التي تتسم بالمنافسة الحادة والتغير المستمر.

اعتمد الباحثان المنهج الوصفي التحليلي، وتم جمع البيانات عبر استبانة ميدانية وُزعت على (217) موظفًا من المستويات الإدارية العليا والوسطى في شركات الاتصالات الأردنية (زين، أورانج، أمنية). خضعت (153) استبانة للتحليل الإحصائي باستخدام برنامج SPSS، وتم اختبار الفرضيات الرئيسة المتعلقة بوجود أثر ذي دلالة إحصائية لليقظة الاستراتيجية في مجالات إدارة المشاريع وأهدافها ووسائلها.

أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط قوية ودالة إحصائية ($R = 0.76$) بين اليقظة الاستراتيجية وإدارة المشاريع في شركات الاتصالات الأردنية، حيث تبين أن أبعاد اليقظة المختلفة تسهم مجتمعة في تفسير

ما نسبته 57.8% من التغير في كفاءة إدارة المشاريع. كما كشفت النتائج أن اليقظة التنافسية والتكنولوجية تمثلان البعدين الأكثر تأثيرًا في أداء المشاريع، يليهما اليقظة التجارية، ثم البيئية بدرجة أقل.

وأكدت الدراسة أن اعتماد منهجية اليقظة الاستراتيجية يمكن مديري المشاريع من استباق التغيرات، واقتناص الفرص، وتقليل المخاطر التنظيمية والفنية، مما يؤدي إلى تحسين عمليات التخطيط والتنفيذ والرقابة في المشاريع الاتصالية. كما شددت على أهمية دمج ثقافة اليقظة الاستراتيجية ضمن سياسات إدارة المشاريع في المؤسسات الاتصالية، وتأسيس وحدات متخصصة أو "خلايا يقظة" لمتابعة التغيرات البيئية والتكنولوجية بشكل دوري.

واختتمت الدراسة بعدد من التوصيات أبرزها: تعزيز الاهتمام بإدارة المخاطر واليقظة البيئية ضمن مشاريع الاتصالات، وتكثيف الدورات التدريبية للعاملين في مجالات إدارة المشاريع والذكاء الاستراتيجي، إلى جانب تحفيز القيادات المؤسسية على تبني معايير إدارة المشاريع الدولية (PMBOK و ISO21500) بما يضمن كفاءة الأداء وتحقيق أهداف المشاريع وفقًا لأفضل الممارسات العالمية.

التعقيب على الدراسات السابقة

يتضح من خلال مراجعة الدراسات السابقة - العربية والأجنبية - أن معظمها تالقت في تأكيد أهمية دمج الطاقة المتجددة ضمن مشاريع البنية التحتية الحيوية، وخاصة في قطاع الاتصالات، لما لذلك من أثر مباشر في تعزيز الكفاءة التشغيلية وخفض النفقات وتحقيق الاستدامة البيئية. ومع ذلك، فقد تنوعت زوايا المعالجة بين الطابع الفني البحت والتركيز الإداري الاستراتيجي، مما أتاح رؤية متكاملة للموضوع محل الدراسة.

فمن الجانب الفني، ركزت دراسات مثل Rahman و El-Amin (2015)، و Baidas وآخرون (2021)، و Babu وآخرون (2022) على تصميم الأنظمة الهجينة (شمسي-رياح-ديزل-بطاريات) وتحليل أدائها

الاقتصادي والبيئي، حيث بينت مجتمعةً أن الدمج بين المصادر المتجددة والاحتياطية يمثل الخيار الأكثر كفاءة لتغذية أبراج ومحطات الاتصالات، مع خفض كبير في استهلاك الوقود والانبعاثات الكربونية. وقد دعمت هذه النتائج التوجه نحو التحول الأخضر في تشغيل البنية التحتية الاتصالية، لكنها بقيت تركز على الجوانب التقنية أكثر من الإدارية.

أما من الجانب الإداري، فقد جاءت دراسات مثل المزروع وآخرين (2024) والنجار والشوابكة (2020) لتبرز البعد التنظيمي والإداري في إدارة المشاريع، مؤكدةً أن نجاح أي مشروع مرتبط بمدى فاعلية تطبيق منهجيات إدارة المشاريع وتقنيات المتابعة والتقييم، وكذلك بقدرة القيادات على تبني مفهوم اليقظة الاستراتيجية ومراقبة البيئة التنافسية. وقد أسهمت هذه الدراسات في توضيح العلاقة بين إدارة المشاريع والاستدامة التشغيلية، وهو ما يشكل الأساس الذي تستند إليه هذه الدراسة في ربط الطاقة المتجددة بالبعد الإداري لمشاريع الاتصالات.

كما كشفت الدراسات العربية - مثل صالح وآخرين (2010) - عن تجارب ناجحة في تطبيق الأنظمة الشمسية في شركات الاتصالات في البيئات الصحراوية العربية، مؤكدة أن الاستفادة من الموارد الطبيعية المحلية تمثل عاملاً حاسماً في تحقيق الكفاءة التشغيلية والاستقلال الطاقوي. وبيّنت دراسات أخرى مثل Almutairi وآخرون (2021) و Al Haj Hassan وآخرون (2013) أهمية التكامل بين الإدارة الهندسية وإدارة المشاريع في مراحل التخطيط والتنفيذ لتحقيق الجدوى الاقتصادية والاستدامة طويلة الأجل.

من خلال المقارنة بين هذه الدراسات، يمكن القول إن معظم الأبحاث ركزت على البعد الفني للطاقة المتجددة أو البعد الإداري لإدارة المشاريع، في حين نادراً ما تناولت دراسة العلاقة التكاملية بين الجانبين في سياق شركات الاتصالات العربية، وبشكل خاص ضمن إطار شركة stc في المملكة العربية السعودية. ومن هنا تنبع أهمية هذه الدراسة الحالية التي تسعى إلى سد هذه الفجوة البحثية من خلال تحليل دمج

تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات من منظور إداري تطبيقي، يربط بين مفاهيم الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية في بيئة محلية ذات خصوصية مناخية وتنظيمية.

وبذلك، تسهم هذه الدراسة في بناء نموذج متكامل يجمع بين الأسس الإدارية والتقنية لإدارة مشاريع الطاقة المتجددة في قطاع الاتصالات، وتوفر إضافة علمية يمكن أن يعتمد عليها الباحثون وصنّاع القرار لتطوير سياسات تشغيلية واستراتيجية مستدامة تعزز كفاءة الأداء وتدعم مستهدفات رؤية المملكة 2030.

الفجوة البحثية

تُظهر الدراسات السابقة ندرة واضحة في الأبحاث التطبيقية التي تناولت التكامل بين إدارة المشاريع التشغيلية وتوظيف تقنيات الطاقة المتجددة في قطاع الاتصالات السعودي بصورة مترابطة وشمولية. إذ ركزت بعض الدراسات على التحليل الفني والاقتصادي لاستخدام الطاقة الشمسية والأنظمة الهجينة لتغذية الأبراج ومحطات الاتصالات، في حين انصبت دراسات أخرى على الجوانب الإدارية والتنظيمية لإدارة المشاريع دون الربط بينهما في إطار واحد متكامل.

كما لم تتناول الدراسات السابقة بصورة كافية العلاقة السببية والإحصائية بين عناصر إدارة المشاريع التشغيلية (التخطيط، التنظيم، إدارة المخاطر، مراقبة الجودة، وضبط التكاليف) ومؤشرات الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية الناتجة عن دمج الطاقة المتجددة في عمليات التشغيل. إضافة إلى ذلك، تفتقر البيئة البحثية المحلية إلى نماذج كمية ميدانية تختبر هذا التكامل داخل شركات الاتصالات السعودية التي تُعد من أكثر القطاعات استهلاكاً للطاقة.

وعليه، تهدف هذه الدراسة إلى سد الفجوة البحثية من خلال بناء نموذج تطبيقي في شركة الاتصالات السعودية (stc) بمنطقة المدينة المنورة، يربط بين ممارسات إدارة المشاريع التشغيلية وآليات دمج تقنيات الطاقة المتجددة وأثرهما المشترك في تحسين الكفاءة التشغيلية وتعزيز الاستدامة المؤسسية. وتمثل هذه

الدراسة إضافة علمية وعملية تسهم في تطوير سياسات إدارة المشاريع في قطاع الاتصالات بما يتماشى مع رؤية المملكة 2030 نحو التحول إلى الطاقة النظيفة والاستدامة الاقتصادية.

مميزات الدراسة الحالية

تتميز هذه الدراسة بأنها من الدراسات القليلة التي تجمع بين البعدين الإداري والتقني في تحليل مشاريع الاتصالات، حيث تسعى إلى بناء تصور متكامل يربط بين ممارسات إدارة المشاريع التشغيلية وتطبيقات الطاقة المتجددة بوصفها أداة لتعزيز الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية. كما تستمد الدراسة أهميتها من تطبيقها على شركة الاتصالات السعودية (stc) في منطقة المدينة المنورة، ما يمنحها بعداً واقعياً يعكس خصوصية البيئة السعودية وتوجهاتها نحو التحول الرقمي والطاقة النظيفة في إطار رؤية المملكة 2030. وتنطلق أهمية هذه الدراسة كذلك من طابعها التطبيقي الكمي الذي يعتمد على أدوات التحليل الإحصائي لاختبار العلاقات بين المتغيرات، بما يمنح نتائجها قوة تفسيرية وعملية يمكن الاستفادة منها في تطوير سياسات إدارة المشاريع في قطاع الاتصالات. كما تسهم في إثراء الأدبيات العربية من خلال طرح نموذج إداري جديد يدمج بين تقنيات الطاقة المتجددة وأسس الإدارة التشغيلية، بما يفتح آفاقاً بحثية مستقبلية في مجالات الإدارة والاستدامة والطاقة.

المنطلقات النظرية للدراسة

نموذج الدراسة

يرتكز النموذج المقترح في هذه الدراسة على تحليل أثر التكامل بين إدارة المشاريع التشغيلية ودمج تقنيات الطاقة المتجددة في تعزيز الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية داخل شركة الاتصالات السعودية (stc). ويهدف إلى تفسير العلاقة بين مستوى تطبيق ممارسات إدارة المشاريع (التخطيط، التنظيم، إدارة المخاطر، وضبط الجودة والتكاليف) وبين كفاءة تشغيل مشاريع الاتصالات المدعومة بمصادر الطاقة المتجددة (الشمسية والهجينة).

يفترض النموذج أن نجاح المشاريع التشغيلية في قطاع الاتصالات لا يتحقق فقط عبر التطور التقني، بل يعتمد بدرجة كبيرة على التكامل بين الإدارة التنظيمية والتقنيات المستدامة، بحيث يؤدي أي ضعف في هذا التفاعل إلى ارتفاع التكاليف التشغيلية وتراجع مستوى الكفاءة والاستدامة البيئية. كما يختبر النموذج أثر تطبيق ممارسات إدارة المشاريع كعامل تنظيمي مؤثر في تحسين الأداء التشغيلي للمشاريع التي تستخدم الطاقة المتجددة، ودورها في تحقيق التوازن بين الجدوى الاقتصادية وحماية البيئة.

متغيرات الدراسة



شكل (1) متغيرات الدراسة

مفهوم الطاقة المتجددة في قطاع الاتصالات

تشير الطاقة المتجددة في هذا السياق إلى استخدام مصادر الطاقة النظيفة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لتشغيل أبراج ومحطات الاتصالات، بدلاً من الاعتماد على الوقود التقليدي. وتتميز هذه المصادر بانخفاض تكلفتها التشغيلية على المدى الطويل، واستدامتها البيئية، وموثوقيتها في المناطق النائية. وتُعد أنظمة الطاقة الهجينة (شمسي-رياح-ديزل) من أكثر النماذج كفاءة لتغذية شبكات الاتصالات، لما توفره من توازن بين التكلفة والاستقرار في الإمداد الكهربائي (رحمن والعامين، 2015).

أنواع تقنيات الطاقة المتجددة المستخدمة في مشاريع الاتصالات

تتعدد التقنيات المستخدمة في مشاريع الاتصالات لتشمل الأنظمة الكهروضوئية، وأنظمة طاقة الرياح، والأنظمة الهجينة التي تجمع بين أكثر من مصدر للطاقة، إضافةً إلى أنظمة التخزين الذكية التي تحافظ على استمرارية الإمداد الكهربائي. وتُعد الأنظمة الهجينة الأكثر ملاءمة للبيئات الصحراوية والمناطق ذات الطلب المتغير على الطاقة، إذ تحقق توازناً بين الكفاءة الاقتصادية والموثوقية التشغيلية (المطيري وآخرون، 2021).

أهمية دمج تقنيات الطاقة المتجددة في إدارة مشاريع الاتصالات

تتمثل أهمية دمج الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات في قدرتها على تحقيق الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية، من خلال خفض التكاليف وتحسين موثوقية الخدمة وتقليل الانبعاثات. كما يسهم هذا الدمج في تطوير بيئة تشغيلية مرنة تدعم الابتكار وتقلل من الاعتماد على الوقود الأحفوري. ويؤكد الباحثون أن نجاح مشاريع الطاقة المتجددة يعتمد على تطبيق ممارسات إدارية فعّالة تُعنى بالتخطيط والمراقبة وضبط الأداء ضمن إطار إدارة المشاريع (الحاج حسن وآخرون، 2013).

المنهجية وطرق البحث

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي باعتباره الأنسب لطبيعة البحث، إذ يتيح وصف الظاهرة المدروسة وتحليل العلاقات بين متغيراتها بطريقة علمية ممنهجة. ويُستخدم هذا المنهج لتحديد واقع ممارسات إدارة المشاريع التشغيلية ودمج تقنيات الطاقة المتجددة في شركة الاتصالات السعودية (Stc) بمنطقة المدينة المنورة، وقياس أثر ذلك في تعزيز الكفاءة التشغيلية وتحقيق الاستدامة المؤسسية. يقوم هذا النهج على جمع البيانات الميدانية وتحليلها إحصائيًا بغرض تفسير العلاقة بين إدارة المشاريع وعناصر التشغيل المستدام، واستنتاج المؤشرات الداعمة لصنع القرار المؤسسي في مجال الاتصالات والطاقة.

مصادر البيانات

المصادر الأولية: تتمثل في الاستبانة الإلكترونية التي ستوجّه إلى عينة من موظفي شركة Stc ممن يعملون في إدارات المشاريع والتشغيل والطاقة والجودة، بهدف التعرف على واقع تطبيق ممارسات إدارة المشاريع التشغيلية ومستوى استخدام تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الشركة.

المصادر الثانوية: تتضمن المراجع العلمية والدراسات السابقة ذات الصلة بإدارة المشاريع والطاقة المتجددة، إضافة إلى التقارير الرسمية الصادرة عن الهيئة السعودية للاتصالات والتقنية ومعهد إدارة المشاريع (PMI).

مجتمع الدراسة وعينتها

يتألف مجتمع الدراسة من العاملين في شركة الاتصالات السعودية (Stc) بمنطقة المدينة المنورة، ممن يرتبط عملهم بإدارة المشاريع التشغيلية أو تنفيذها أو متابعة تطبيقات الطاقة المتجددة داخل محطات الاتصالات والأبراج، باعتبارهم الفئة الأكثر اتصالاً بالجوانب التشغيلية والإدارية ذات الصلة بموضوع الدراسة، والأقدر على تقديم تصورات واقعية حول مستوى توظيف هذه التقنيات وأثرها في بيئة العمل.

وفيما يخص عينة الدراسة، فقد جرى اختيارها بطريقة العينة العشوائية البسيطة لضمان تمثيل الفئات الوظيفية المختلفة داخل الشركة. وقد بلغ حجم العينة (60) مفردة، بما يحقق قدرًا مناسبًا من التمثيل الإحصائي، ويسهم في توفير بيانات يمكن الاعتماد عليها في التحليل والوصول إلى نتائج تتسم بدرجة مقبولة من الدقة والموضوعية.

أداة الدراسة

اعتمدت الدراسة في جمع بياناتها الميدانية على أداة الاستبانة بوصفها الوسيلة الأنسب لقياس آراء العاملين حول ممارسات إدارة المشاريع ومدى دمج تقنيات الطاقة المتجددة في بيئة العمل. تم تصميم الاستبانة بعد مراجعة الأدبيات الحديثة المتعلقة بإدارة المشاريع التشغيلية في قطاع الاتصالات، إضافةً إلى الأدلة المعيارية الصادرة عن معهد إدارة المشاريع (PMI) والتقارير الوطنية في مجال الطاقة المستدامة.

وجاء بناء الأداة في ثلاثة محاور رئيسية:

- المحور الأول خُصص لجمع البيانات التعريفية عن المشاركين مثل القسم الوظيفي، سنوات الخبرة، والمستوى المهني.
- المحور الثاني تضمن مجموعة من البنود التي تقيس درجة تطبيق ممارسات إدارة المشاريع التشغيلية في الشركة من حيث التخطيط والتنظيم وإدارة المخاطر وضبط الجودة.
- المحور الثالث تناول مدى تطبيق واستخدام تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات وتأثيرها على الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية.

الأساليب الإحصائية

سيُجرى تحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS عبر الأساليب الآتية:

- التكرارات والنسب المئوية لعرض الخصائص الديموغرافية للعينة.
- المتوسطات والانحرافات المعيارية لقياس مستوى استجابات المشاركين.
- معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) لقياس قوة العلاقة بين متغيرات الدراسة.

- تحليل الانحدار الخطي البسيط والمتعدد لاختبار الأثر الإحصائي لممارسات إدارة المشاريع ودمج الطاقة المتجددة على الكفاءة التشغيلية والاستدامة.
- تحليل الثبات (Reliability Analysis) باستخدام معامل كرونباخ ألفا للتحقق من اتساق فقرات الاستبانة وثباتها الداخلي.

حدود الدراسة

الحدود الموضوعية: تركز الدراسة على تحليل أثر دمج تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات على تحسين الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية.

الحدود المكانية: تنفذ الدراسة في شركة الاتصالات السعودية (stc) بمنطقة المدينة المنورة.

الحدود الزمانية: تغطي الدراسة العام الأكاديمي 2026م، وتشمل مراحل جمع البيانات وتحليلها واستخلاص النتائج.

الفصل الثاني: الإطار النظري

المبحث الأول: إدارة المشاريع التشغيلية في قطاع الاتصالات

يمثل قطاع الاتصالات بيئة تشغيلية معقدة تتسم بالتغير المستمر وارتفاع متطلبات الكفاءة والاستجابة، الأمر الذي يفرض تبني أساليب إدارية قادرة على تحقيق التوازن بين استمرارية الخدمة وتنفيذ التحسينات والتطويرات اللازمة. وفي هذا السياق، تبرز إدارة المشاريع التشغيلية بوصفها أداة تنظيمية تسهم في تحويل الاحتياجات التشغيلية إلى مبادرات منظمة قابلة للتخطيط والتنفيذ والمتابعة. كما تتيح هذه الإدارة التعامل مع التحديات الفنية والتنظيمية بطريقة منهجية، بما يعزز كفاءة الأداء ويدعم تحقيق الأهداف التشغيلية في بيئة تتسم بالتنافسية والتطور التقني المتسارع.

المطلب الأول: مفهوم إدارة المشاريع التشغيلية وخصائصها

تُعد إدارة المشاريع التشغيلية في قطاع الاتصالات إطارًا إداريًا يجمع بين منهجية إدارة المشروع ومتطلبات التشغيل المستمر، لأن شركات الاتصالات لا تعمل في بيئة ثابتة، بل في بيئة تتطلب تحديثًا دائمًا للشبكات والأنظمة والبنية التحتية والطاقة دون الإخلال باستمرارية الخدمة. ومن هذا المنطلق، فإن المشروع التشغيلي لا ينفصل عن الواقع اليومي للمؤسسة، بل ينشأ داخله بهدف تحسين الأداء أو خفض التكلفة أو رفع الاعتمادية أو تطوير الخدمة، وهو ما يجعل هذا النوع من الإدارة أكثر التصاقًا بالجانب التطبيقي من إدارة المشاريع العامة (ISO, 2020; PMI, 2025).

ويقصد بإدارة المشاريع التشغيلية تخطيط وتنظيم وتنفيذ المبادرات المؤقتة التي تُنفذ داخل بيئة تشغيل قائمة، بحيث تكون لها أهداف محددة، وموارد معلومة، وزمن إنجاز واضح، مع بقاء التركيز على تحقيق قيمة تشغيلية فعلية للمؤسسة. وتكتسب هذه الفكرة أهمية خاصة في قطاع الاتصالات، لأن التشغيل لا يقتصر على تقديم الخدمة فقط، بل يمتد إلى المحافظة على جاهزية الشبكة، وتطوير التطبيقات المساندة، ورفع كفاءة الأصول، ومعالجة الاختناقات التشغيلية بصورة مستمرة. ولهذا تؤكد المعايير الدولية أن إدارة المشاريع

قابلة للتطبيق على مختلف أنواع المشاريع والقطاعات، مع تكييفها بحسب طبيعة المشروع وتعقيده وبيئة تنفيذه (ISO, 2020).

وتتسم إدارة المشاريع التشغيلية في الاتصالات بعدة خصائص تميزها عن غيرها. أول هذه الخصائص هو الارتباط المباشر بالخدمة الجارية، لأن المشروع لا ينفذ في فراغ، بل داخل منظومة قائمة بالفعل، ما يفرض مراعاة استمرارية الخدمة وتقليل أثر التغيير. والخاصية الثانية هي التعقيد التشغيلي الناتج عن ترابط العمليات بين الشبكات والأنظمة والدعم الفني والموردين. أما الخاصية الثالثة فتتمثل في الاعتماد على هيكل عمليات واضح، إذ إن قطاع الاتصالات يعتمد على أطر مرجعية مثل eTOM التي تقدم تصنيفاً هرمياً للعمليات الأساسية المطلوبة لتشغيل مؤسسة خدمية رقمية بكفاءة ومرونة، وتوفر لغة مشتركة بين الإدارات والأنظمة والشركاء، بما يحد من مخاطر التكامل والتنفيذ (TM Forum, 2026).

الجدول التالي يوضح نموذجاً تشغيلياً ملائماً للاتصالات يدمج المنطقين ويضيف أنشطة اتصالية نموذجية:

المرحلة	الهدف التشغيلي	المخرجات الأساسية (Deliverables)	أنشطة اتصالات نموذجية (specific)
التعريف والتهيئة	تحويل "حاجة" تشغيلية" إلى "حالة مشروع" قابلة للقياس	حالة عمل، Concept paper/ميثاق أولي، نموذج منطق/أهداف، نطاق مبدئي، سجل أصحاب المصلحة	تحديد موقع/فئة الأصول (موقع/محطة/مركز بيانات/أنظمة دعم)، تحليل فجوة تغطية/سعة، تقدير عبء الطاقة، تحديد قيود التنظيم/الطيف/البلديات
التخطيط	بناء خطة تنفيذ منصبة تربط الجودة بالمخاطر	خطة مشروع تفصيلية، خطة موارد، خطة مشتريات، خطة جودة، خطة Baseline KPI، مخاطر	تصميم طاقة الموقع (Grid/Diesel/RE)، تصميم الربط والنسخ الاحتياطي، خطة قبول (ATP/SAT)، مؤشرات تشغيل، إدارة تغيير/نافذة صيانة
التنفيذ	تسليم المخرجات التقنية دون كسر استمرارية الخدمة	تقارير تقدم، Issues/سجلات قضايا، نتائج اختبار، وثائق تركيب/تكوين، تحديثات أصول	تنفيذ التركيب/التحديث، تكامل الشبكة، تشغيل تجريبي، تفعيل، مشاركة البنية التحتية (Passive/Active) عند الحاجة

المراقبة والتحكم	إبقاء المشروع ضمن الحدود وضمان أثره التشغيلي	تقارير KPI قبل/بعد، قياس، إدارة التغييرات، تحقق الامتثال	مراقبة الطاقة/التوافر، تدقيق جودة الإشارة والخدمة، إدارة الانحرافات، خطط استمرارية/استعادة
الإغلاق والتسليم	نقل المخرجات إلى التشغيل والسجلات	تقرير إغلاق، دروس مستفادة، تسليم للتشغيل، تحديثات عقود SLA/	إلى فرق التشغيل، إدخال Handover ، مؤشرات الطاقة في لوحات التشغيل، تثبيت نموذج صيانة (Preventive) ، خطة وقود/هيدروجين/بطاريات

جدول (1): مراحل إدارة المشاريع التشغيلية في قطاع الاتصالات

المطلب الثاني: مراحل إدارة المشاريع التشغيلية ومجالاتها

تمر إدارة المشاريع التشغيلية في قطاع الاتصالات بعدة مراحل مترابطة تبدأ بتحديد الحاجة التشغيلية، ثم التخطيط، والتنفيذ، ثم المتابعة والتحكم، وأخيراً الإغلاق والتسليم. وهذه المراحل لا تختلف في أصلها عن دورة حياة المشروع المعروفة، غير أن تطبيقها في بيئة الاتصالات يستوجب قدرًا أعلى من الضبط والتنسيق بسبب حساسية الخدمة واعتمادها على بنية تحتية معقدة. وتوضح المعايير الدولية الخاصة بإدارة المشاريع أن الممارسة الفعالة تستلزم النظر إلى المشروع باعتباره سلسلة مترابطة من الأعمال تمتد عبر دورة حياة كاملة، مع إمكانية تكيف أساليب التنفيذ بحسب السياق المؤسسي والتقني للمشروع (ISO, 2020).

وتبدأ المرحلة الأولى بتشخيص المشكلة أو الفرصة التشغيلية وتحويلها إلى مشروع واضح المعالم، كأن تحتاج الشركة إلى تحسين أداء شبكة في منطقة معينة، أو إعادة تنظيم استهلاك الطاقة في مواقع الأبراج، أو تحديث نظام تشغيلي قديم. ثم تأتي مرحلة التخطيط التي يجري فيها تحديد النطاق، والموارد، والمخاطر، والمسؤوليات، وآليات الاتصال، ومعايير القياس. وفي هذا السياق، تشير أدلة الاتحاد الدولي للاتصالات إلى أن إدارة المشروع الفعالة تقوم على منهجية منظمة وأدوات واضحة تساعد على تطوير المشروع ومتابعة تنفيذه وتقييمه بصورة متسقة من مرحلة التصميم حتى الإغلاق (ITU, 2024).

أما مرحلة التنفيذ فيتم فيها تحويل الخطط إلى أعمال فعلية، مثل تركيب المعدات، أو تهيئة الأنظمة، أو تنفيذ التحديثات الفنية، أو إدخال حلول تشغيلية جديدة. ويصاحب ذلك مرحلة موازية من المتابعة والتحكم لضمان الالتزام بالوقت والميزانية والنطاق والجودة، مع اتخاذ الإجراءات التصحيحية كلما ظهرت انحرافات. ثم تنتهي الدورة بمرحلة الإغلاق التي تتضمن تسليم المخرجات إلى فرق التشغيل، وتوثيق النتائج، واستخلاص الدروس المستفادة. وتؤكد أدبيات PMI أن الإدارة الرشيدة للمشروع لا تنفصل عن الحوكمة والمواءمة مع المؤسسة والقدرة على التكيف بحسب السياق، وهو ما ينسجم تمامًا مع طبيعة المشروعات التشغيلية في الاتصالات (PMI, 2025).

أما مجالات إدارة المشاريع التشغيلية في قطاع الاتصالات فهي متعددة، من أبرزها مشاريع توسعة الشبكات، وتحديث البنية التحتية، وتحسين أنظمة الدعم التشغيلي، وإعادة هندسة العمليات، وتطوير مراكز البيانات، ومشروعات كفاءة الطاقة. كما تدخل ضمنها مشاريع مشاركة البنية التحتية وتحسين استخدام الأصول، لأن هذه المبادرات لا تُعد أعمالاً تشغيلية روتينية فحسب، بل تتطلب تخطيطًا وتنفيذًا منظمين وتنسيقًا بين أطراف متعددة. وفي هذا الإطار، يفيد نموذج eTOM في فهم الروابط بين هذه المجالات، لأنه ينظر إلى المؤسسة كمجموعة عمليات مترابطة يجب تنظيمها وإدارتها بصورة متكاملة لا مجزأة (TM Forum, 2026).

المطلب الثالث: دور إدارة المشاريع التشغيلية في رفع الكفاءة داخل قطاع الاتصالات

تؤدي إدارة المشاريع التشغيلية دورًا أساسيًا في رفع الكفاءة داخل قطاع الاتصالات، لأنها تحول التحسينات المطلوبة من ردود أفعال متفرقة إلى مبادرات منظمة قابلة للقياس. فبدل معالجة الأعطال أو أوجه القصور بصورة مؤقتة، تتيح هذه الإدارة تحديد الأسباب، وتصميم التدخل المناسب، وتنفيذه وفق جدول وموارد ومسؤوليات محددة، ثم قياس أثره بعد التنفيذ. وهذا ينعكس على ترشيد الموارد، وتقليل التكرار، وتحسين

الاستجابة، وزيادة القدرة على ضبط التكاليف التشغيلية في بيئة تتسم بسرعة التغير وارتفاع الحساسية للخدمة (ISO, 2020; TM Forum, 2026).

كما تسهم إدارة المشاريع التشغيلية في رفع الكفاءة من خلال تحسين القرارات المرتبطة بالطاقة والتشغيل. فالقطاع يواجه تحديًا مزدوجًا يتمثل في توسيع الوصول الرقمي من جهة، وإدارة استهلاك الطاقة والبصمة التشغيلية من جهة أخرى. ولهذا تشير أدلة البنك الدولي الخاصة بالاتصالات الخضراء إلى أن تدابير كفاءة الطاقة، واستخدام الطاقة المتجددة، ومبادئ الاقتصاد الدائري تمثل روافع رئيسة لتحسين استدامة الشبكات، وأن الملامح البيئية للشبكة تتحدد إلى حد كبير في مرحلة التخطيط. كما تبين أن المواقع العاملة بالطاقة الشمسية قد تكون أقل تكلفة بما يقارب 50% من المواقع المعتمدة على الوقود الأحفوري عبر العمر التشغيلي للأصل، وهو ما يبرز أثر إدارة المشروع الجيدة في تحويل القرار التقني إلى كفاءة تشغيلية ومالية في آن واحد (World Bank, 2024).

ويظهر أثر إدارة المشاريع التشغيلية أيضًا في خفض المخاطر ورفع الاعتمادية، لأن التغير حين يُدار وفق منهجية واضحة يصبح أقل تسببًا في الانقطاع وأكثر قابلية للتحكم. فالمشروع المنظم يحدد مسؤوليات الأطراف، ويضع آليات للمتابعة والتصعيد، ويعتمد أدوات قياس تساعد على اكتشاف الانحرافات مبكرًا. وقد أشار الاتحاد الدولي للاتصالات إلى أن تطوير أدوات ومنهجيات إدارة المشاريع يهدف إلى تسهيل تنفيذ المشاريع وتحسين إدارتها بما يدعم المتابعة والتقييم والتقارير المتسقة، وهو ما ينعكس مباشرة على مستوى الانضباط التشغيلي داخل المؤسسات التقنية (ITU, 2024).

المبحث الثاني: تقنيات الطاقة المتجددة وتطبيقاتها في مشاريع الاتصالات

يشهد قطاع الاتصالات توسعًا متسارعًا في البنية التحتية والخدمات الرقمية، وقد ترتب على هذا التوسع ارتفاع واضح في الطلب على الطاقة، ولا سيما في أبراج الاتصالات ومحطات القاعدة ومراكز البيانات. ولم يعد هذا الارتفاع مرتبطًا بكلفة التشغيل وحدها، بل اتصل أيضًا بقضايا الاستدامة البيئية وأمن الإمداد الطاقوي، خصوصًا في المناطق التي تعاني ضعف الربط بالشبكة العامة أو عدم استقرارها. وفي هذا الإطار برزت تقنيات الطاقة المتجددة بوصفها خيارًا عمليًا واستراتيجيًا، لأنها تسهم في تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وتدعم استمرارية الخدمة في الوقت نفسه (Ahmed, Naeem, & Iqbal, 2017). كما أن ما نُشر حديثًا حول أبراج الاتصالات يبين أن التحول إلى الأنظمة المعتمدة على الطاقة المتجددة لم يعد مجرد خيار محدود، بل أصبح اتجاهًا واضحًا في تصميم أنظمة التغذية الكهربائية الخاصة بالاتصالات (Deevela, Kandpal, & Singh, 2024).

المطلب الأول: مفهوم تقنيات الطاقة المتجددة وأنواعها

يقصد بتقنيات الطاقة المتجددة مجموعة النظم والوسائل الهندسية التي تتيح تحويل الموارد الطبيعية المتجددة، مثل الإشعاع الشمسي والرياح والمياه والكتلة الحيوية، إلى طاقة كهربائية أو حرارية يمكن الاستفادة منها في تشغيل الأنظمة المختلفة. وتتبع أهميتها من اعتمادها على موارد غير قابلة للنضوب بطبيعتها، إلى جانب انخفاض آثارها البيئية مقارنة بالمصادر التقليدية المعتمدة على الوقود الأحفوري. وفي قطاع الاتصالات تكتسب هذه التقنيات بعدًا وظيفيًا مباشرًا، لأنها ترتبط بالاستدامة من جهة، وموثوقية التشغيل وتقليل الانقطاعات ورفع كفاءة إدارة الطاقة من جهة أخرى (Okundamiya & Emagbetere, 2014).

1. الطاقة الشمسية

تُعد الطاقة الشمسية أكثر تقنيات الطاقة المتجددة حضورًا في مشاريع الاتصالات، لأنها تعتمد على تحويل الإشعاع الشمسي إلى كهرباء بواسطة الخلايا الكهروضوئية، كما تمتاز بسهولة التركيب النسبي، وملاءمتها للمواقع النائية، وانخفاض متطلبات التشغيل والصيانة. لذلك أصبحت الألواح الشمسية أساسًا لكثير من أنظمة تغذية الأبراج، سواء استُخدمت بصورة مستقلة أم ضمن أنظمة هجينة تضم البطاريات أو الشبكة العامة أو مولدات احتياطية، بما يحقق قدرًا أكبر من المرونة التشغيلية (Deevela, Singh, & Kandpal, 2021). كذلك أوضحت النماذج المطبقة على محطات القاعدة أن الدمج بين الطاقة الشمسية والتخزين الكهربائي يساهم في تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية مع الحفاظ على استقرار الأداء التشغيلي (Modi & Singh, 2020).

2. طاقة الرياح

تظهر أهمية طاقة الرياح في المواقع التي تتوفر فيها سرعات رياح مناسبة تسمح بتشغيل التوربينات بكفاءة فنية واقتصادية. وفي قطاع الاتصالات لا تُستخدم هذه التقنية غالبًا بوصفها مصدرًا منفردًا، بل ضمن أنظمة هجينة تكمل فيها الطاقة الريحية الطاقة الشمسية، بحيث يعوض أحد المصدرين تذبذب الآخر. وقد بينت التطبيقات الخاصة بتشغيل الأبراج في المناطق المعزولة أن الجمع بين الطاقة الشمسية وطاقة الرياح يعزز استمرارية التغذية الكهربائية مقارنة بالحلول أحادية المصدر، خاصة عندما يُدعم بمنظومات تخزين مناسبة. (Goel & Ali, 2014) كما أظهرت نماذج المحاكاة المطبقة على الأبراج البعيدة عن الشبكة أن هذا التكامل يساهم في تحسين الجدوى الاقتصادية، وخفض استهلاك الديزل، والحد من الانبعاثات المرتبطة به. (Goel & Ali, 2015)

3. الطاقة الكهرومائية والكتلة الحيوية

تظل الطاقة الكهرومائية والكتلة الحيوية أقل حضوراً في مشاريع الاتصالات مقارنة بالطاقة الشمسية وطاقة الرياح، لأن استخدامهما يتطلب ظروفًا مكانية أو لوجستية خاصة لا تتوفر على نطاق واسع في مواقع تشغيل الشبكات. ومع ذلك، فإن هذين المصدرين لا يخرجان من نطاق الاستخدام الممكن، بل يمثلان بدائل قابلة للتطبيق في البيئات المحلية التي تتوفر فيها الشروط الفنية والاقتصادية الملائمة (Lubritto, 2010).

ويمكن إبراز أبرز خصائص هذه التقنيات في قطاع الاتصالات على النحو الآتي:

- تمثل الأنظمة الهجينة الخيار الأكثر ملاءمة لقطاع الاتصالات، نظرًا لحاجة الأحمال الكهربائية إلى درجة عالية من الاستمرارية وعدم تحملها للتذبذب في الإمداد، لذلك يتم دمج أكثر من مصدر للطاقة المتجددة مع أنظمة التخزين، وأحيانًا مع الشبكة العامة أو مولدات احتياطية، لتحقيق توازن بين الكفاءة الاقتصادية والاعتمادية الفنية (Abdulmula, et al., 2022).
- تُعد تقنيات الطاقة المتجددة جزءًا من منظومة تشغيلية متكاملة، وليست مجرد تجهيزات منفصلة، إذ تشمل التوليد والتخزين وأنظمة التحكم وإدارة الأحمال، مما يجعل نجاحها مرتبطًا بجودة التصميم وكفاءة التكامل بين مكوناتها (Asghar et al., 2024).
- تتجاوز القيمة التشغيلية لهذه التقنيات مجرد إنتاج الطاقة، لتشمل تحسين استقرار التشغيل، وتقليل الاعتماد على الوقود التقليدي، وتعزيز كفاءة استثمار الموقع من الناحيتين الفنية والاقتصادية.

المطلب الثاني: تطبيقات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات

تتجلى تطبيقات الطاقة المتجددة في قطاع الاتصالات بوضوح في تشغيل أبراج الاتصالات، وهي من أكثر مكونات الشبكة استهلاكًا للطاقة بسبب عملها المستمر وما ترضمه من تجهيزات إرسال واستقبال وتبريد وتحكم. وفي البيئات التي تضعف فيها الشبكة العامة أو تتكرر فيها الانقطاعات، تصبح كلفة الاعتماد على مولدات الديزل مرتفعة ماليًا وبيئيًا، وهو ما جعل الأنظمة الشمسية والأنظمة الهجينة خيارًا متناميًا في مشروعات الأبراج الحديثة. وتوضح الكتابات المتخصصة في خيارات تزويد الأبراج بالطاقة أن الحلول المتجددة، ولا سيما الهجينة منها، تقدم بديلًا أكثر استدامة مع قدرة واضحة على تحقيق وفر في الكلفة التشغيلية على المدى الطويل (Deevela et al., 2024).

وتزداد أهمية هذه التطبيقات في المناطق النائية والريفية، لأن توفير الكهرباء التقليدية في تلك المواقع قد يكون محدودًا أو مرتفع الكلفة أو غير مستقر. ومن ثم، تتحول الطاقة المتجددة من خيار تقني إلى ضرورة تشغيلية تمكن من نشر خدمات الاتصال في الأماكن البعيدة. وقد بينت النماذج التطبيقية الخاصة بأنظمة التغذية المستقلة أن الطاقة الشمسية، سواء استُخدمت بصورة منفردة أم ضمن نظام هجين، تمثل حلًا عمليًا لتزويد الأبراج بالطاقة في البيئات المعزولة، مع تقليص الحاجة إلى الوقود الذي يتطلب نقله مسافات طويلة (Noor, et al., 2016). كما أظهرت تطبيقات أخرى في بعض البيئات النامية أن اختيار التكوين الأمثل للنظام الهجين يرفع موثوقية الخدمة ويخفض كلفة دورة الحياة الكاملة للمشروع (Olatomiwa, Mekhilef, & Huda, 2014).

ولا يقف توظيف الطاقة المتجددة عند حدود الأبراج، بل يمتد إلى محطات القاعدة التي تمثل القلب التشغيلي للشبكات الخلوية. ومع تطور شبكات الجيل الرابع والخامس وازدياد كثافة المحطات، أصبح استهلاك الطاقة عاملاً حاسماً في التخطيط الشبكي. ولهذا اتجهت الجهود الحديثة إلى بحث إمكان دمج الأنظمة الشمسية

في محطات الاتصالات مع تحسين أحجام المكونات ووسائل التخزين والتحكم، بما يضمن موءمة الإنتاج الطاقى مع الطلب الفعلى للموقع (Ali et al., 2023). كما بُن أن دمج مصادر الطاقة المتجددة في الأبراج ومحطات الخدمة لا يحقق فوائد بيئية فحسب، بل يمتد أيضًا إلى الجوانب الاقتصادية والفنية (Ali et al., 2024).

ويمكن عرض تطبيقات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات ضمن صور رئيسة:

1. تشغيل الأبراج في المواقع المعزولة

حيث تُستخدم الأنظمة الشمسية أو الهجينة لتوفير التغذية الكهربائية المستمرة في المواقع التي يصعب ربطها بالشبكة العامة أو ترتفع فيها كلفة الوقود التقليدي .

2. دعم محطات القاعدة في الشبكات الخلوية

ويظهر ذلك في دمج حلول الطاقة المتجددة مع أنظمة التخزين والتحكم، بما يحقق موءمة بين استهلاك الموقع والإنتاج الطاقى المتاح .

3. تعزيز التوسع الشبكي في المناطق الطرفية

لأن هذا النمط من التغذية الكهربائية يمنح الشركة مرونة أكبر في إنشاء مواقع جديدة دون انتظار الامتداد الكامل للشبكة العامة .

4. إدارة الأحمال عبر المراقبة والتحكم الذكي

إذ أصبحت البنية الحديثة للطاقة في الاتصالات أكثر ارتباطًا بأنظمة المراقبة الرقمية، وهو ما يسمح بإدارة الأحمال بصورة لحظية وتحسين توزيع الطاقة المنتجة والمخزنة داخل الموقع نفسه (Hassan, 2015).

5. دعم البنية الخلفية للخدمات الرقمية

فلا يقتصر الأمر على الأبراج ومحطات القاعدة، بل يمتد أيضًا إلى مراكز البيانات والبنية الداعمة للخدمات الرقمية، بما يعكس توجهًا أوسع نحو بنية تحتية خضراء في قطاع الاتصالات (Matthews, Morawski, & Restrepo, 2010).

المطلب الثالث: أهمية توظيف تقنيات الطاقة المتجددة في تحسين الأداء التشغيلي

تتبع أهمية توظيف تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات من قدرتها على التأثير المباشر في الأداء التشغيلي من أكثر من زاوية. فهي، من الناحية الاقتصادية، تسهم في خفض النفقات التشغيلية المرتبطة بشراء الوقود ونقله وصيانة المولدات، كما تحد من أثر تقلبات الأسعار في التخطيط المالي طويل المدى. وتظهر هذه الفائدة بصورة أوضح في المواقع البعيدة التي ترتفع فيها كلفة الإمداد التقليدي، حيث تصبح الطاقة المتجددة وسيلة عملية لتقليل الكلفة الإجمالية للتشغيل عبر دورة حياة المشروع (Sharma, Sood, Kumar, & Kumar, 2023).

ومن الناحية الفنية، ينعكس استخدام الأنظمة المتجددة، وبخاصة الأنظمة الهجينة، على موثوقية الخدمة واستقرارها. فاستمرارية الإمداد الكهربائي في قطاع الاتصالات ليست عنصرًا ثانويًا، بل شرط أساسي لاستمرار التغطية وجودة الاتصال. ولهذا فإن تصميم نظام تغذية يعتمد على الشمس أو الرياح مع التخزين أو مع مصدر احتياطي مناسب يقلل احتمالات الانقطاع، ويخفض زمن التوقف، ويحسن مؤشرات الأداء التشغيلي في المواقع الحساسة (Deevela & Singh, 2018). كما أن التطبيقات الخاصة بتحسين الأنظمة الهجينة لأبراج الاتصالات بينت أن جودة اختيار مكونات النظام تؤثر مباشرة في كفاءة الأداء والعمر الافتراضي للتجهيزات الكهربائية المرتبطة به (Abdulmula et al., 2022).

أما من الناحية البيئية، فإن اعتماد الطاقة المتجددة يحد من الانبعاثات الناتجة عن تشغيل الأبراج بمحركات الديزل، وهو ما ينسجم مع الاتجاهات الدولية الرامية إلى خفض البصمة الكربونية للقطاعات الرقمية. ولا ينبغي النظر إلى هذا الجانب بوصفه عنصراً شكلياً، لأن الالتزام بالمعايير البيئية أصبح جزءاً من تقييم كفاءة الشركات وقدرتها على الامتثال التنظيمي والحصول على فرص تمويل واستثمار مرتبطة بالاستدامة (Ahmed et al., 2017).

ويمكن إبراز أثر الطاقة المتجددة في تحسين الأداء التشغيلي في ثلاث نقاط رئيسية:

أولاً، رفع درجة الاستقلال الطاقى للمواقع التشغيلية، وهو ما يقلل من تبعيتها لشبكات الكهرباء العامة أو لسلاسل توريد الوقود، خاصة في البيئات غير المستقرة.

ثانياً، دعم قابلية التوسع المستقبلي للشبكات، لأن وجود حل طاقي مستدام ومرن يجعل نشر محطات جديدة أقل تعقيداً من الناحية اللوجستية والاقتصادية (Asghar et al., 2024).

ثالثاً، تحسين إدارة الطاقة داخل الموقع، ولا سيما مع إدماج تقنيات التحكم الذكي والذكاء الاصطناعي، بما يسمح بالتنبؤ بالإنتاج، وموازنة الأحمال، وحماية أنظمة التخزين، وتحسين توقيتات التشغيل.

المبحث الثالث: الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية في شركات الاتصالات

تمثل الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية محورين متلازمين في تطوير أداء شركات الاتصالات الحديثة، حيث لم يعد النجاح مرتبطاً فقط بتوسيع الشبكات أو زيادة عدد المشتركين، بل أصبح مرتبطاً بقدرة المؤسسة على تحقيق أفضل استخدام ممكن للموارد مع الحفاظ على استمرارية الأداء وتقليل الأثر البيئي وتعزيز القيمة طويلة الأجل. وفي ظل التحول الرقمي المتسارع وارتفاع الطلب على البيانات، أصبحت إدارة الطاقة، وتحسين الأداء التشغيلي، والالتزام بمعايير الاستدامة عناصر جوهرية في اتخاذ القرار داخل شركات الاتصالات. (World Bank, 2024)

كما أن طبيعة هذا القطاع، الذي يعتمد على بنية تحتية واسعة الانتشار وعالية الاستهلاك للطاقة، جعلت العلاقة بين التشغيل والاستدامة علاقة تكاملية لا يمكن فصلها، إذ إن تحسين الكفاءة التشغيلية يسهم مباشرة في تقليل التكاليف والانبعاثات، بينما تدفع متطلبات الاستدامة المؤسسات إلى تطوير نماذج تشغيل أكثر كفاءة ومرونة. (ITU, 2023)

المطلب الأول: مفهوم الكفاءة التشغيلية ومؤشراتها

يقصد بالكفاءة التشغيلية قدرة المؤسسة على تحقيق أعلى مستوى ممكن من الأداء باستخدام أقل قدر من الموارد، مع الحفاظ على جودة الخدمة واستمراريتها. وفي قطاع الاتصالات، يتجاوز هذا المفهوم مجرد تقليل التكاليف، ليشمل تحقيق توازن بين الأداء الفني، والموثوقية، والسرعة، وكفاءة استهلاك الطاقة، وجودة تجربة المستخدم. (Slack et al., 2019)

وتتجلى خصوصية الكفاءة التشغيلية في هذا القطاع في كون الخدمة المقدمة ليست منتجاً مادياً، بل خدمة رقمية تعتمد على استمرارية التشغيل، مما يجعل أي خلل في الأداء التشغيلي ذا أثر مباشر على المستخدمين

وعلى سمعة المؤسسة. ولهذا فإن الكفاءة التشغيلية ترتبط ارتباطاً وثيقاً بمؤشرات الأداء التي تعكس جودة التشغيل وفعاليته.

ويمكن تحليل الكفاءة التشغيلية من خلال مجموعة من المؤشرات الرئيسية، من أبرزها:

أولاً، مؤشرات التوافر والاعتمادية

تُعد نسبة التوافر (Availability) من أهم مؤشرات الأداء في قطاع الاتصالات، حيث تعكس قدرة الشبكة على تقديم الخدمة دون انقطاع. ويُقاس هذا المؤشر بنسبة الزمن الذي تكون فيه الخدمة متاحة إلى إجمالي الزمن، وهو ما يرتبط مباشرة بجودة التشغيل. كما يرتبط به مؤشر متوسط زمن الاستعادة (MTTR) ، الذي يعبر عن سرعة معالجة الأعطال وإعادة الخدمة، ويعد من المؤشرات الحاسمة في تقييم كفاءة فرق التشغيل (ITU, 2023).

ثانياً، مؤشرات كفاءة الطاقة

أصبحت الطاقة عنصراً أساسياً في تقييم الأداء التشغيلي، خاصة مع تزايد استهلاك الشبكات الحديثة. ومن أهم المؤشرات المستخدمة في هذا السياق ما يُعرف بـ"الطاقة لكل وحدة خدمة" مثل (Energy per bit) ، والذي يقيس كمية الطاقة اللازمة لنقل البيانات. ويعكس هذا المؤشر مدى كفاءة الشبكة في تحويل الطاقة إلى خدمة فعلية، وهو ما يُستخدم في المقارنات التشغيلية والتخطيط المستقبلي (ITU-T L.1310, 2024).

ثالثاً، مؤشرات التكلفة التشغيلية

تشمل هذه المؤشرات تكلفة التشغيل لكل وحدة خدمة، مثل تكلفة الجيجابايت أو تكلفة المشترك، وهي تعكس العلاقة بين الموارد المستخدمة والمخرجات التشغيلية. وتزداد أهمية هذه المؤشرات في ظل ارتفاع تكاليف

الطاقة والبنية التحتية، حيث تسعى الشركات إلى تحقيق أقصى قيمة ممكنة من كل وحدة إنفاق (World Bank, 2024).

رابعًا، مؤشرات استخدام الأصول

تعكس هذه المؤشرات مدى كفاءة استغلال الموارد المتاحة، مثل استخدام السعة الشبكية أو تشغيل المواقع. ويؤدي تحسين هذه المؤشرات إلى تقليل الحاجة إلى استثمارات إضافية، وبالتالي رفع الكفاءة المالية والتشغيلية في آن واحد. (Slack et al., 2019)

خامسًا، مؤشرات جودة الخدمة

تشمل سرعة الاتصال، واستقرار الشبكة، وزمن الاستجابة، وهي مؤشرات ترتبط مباشرة بتجربة المستخدم. وتعد هذه المؤشرات جزءًا لا يتجزأ من الكفاءة التشغيلية، لأن تحسينها يعكس قدرة المؤسسة على تحقيق أداء عالي الجودة باستخدام مواردها الحالية.

ومن خلال هذه المؤشرات، يتضح أن الكفاءة التشغيلية في قطاع الاتصالات ليست مفهومًا أحادي البعد، بل هي منظومة متكاملة تجمع بين الأداء الفني، والكفاءة الاقتصادية، وإدارة الموارد، وجودة الخدمة.

المطلب الثاني: مفهوم الاستدامة المؤسسية وأبعادها

تشير الاستدامة المؤسسية إلى قدرة المؤسسة على تحقيق أهدافها الحالية دون الإضرار بقدرتها على الاستمرار في المستقبل، وذلك من خلال تحقيق التوازن بين الأبعاد الاقتصادية والبيئية والاجتماعية. وقد أصبح هذا المفهوم جزءًا أساسيًا من استراتيجيات شركات الاتصالات، نظرًا لتزايد الضغوط التنظيمية والبيئية، وارتفاع وعي المستثمرين والمجتمع بأهمية الأداء المستدام. (GRI, 2022)

ولا تقتصر الاستدامة المؤسسية على الجانب البيئي فقط، بل تشمل مجموعة من الأبعاد المتكاملة التي يمكن عرضها على النحو الآتي:

أولاً، البعد الاقتصادي

يركز هذا البعد على تحقيق الربحية والاستقرار المالي، مع إدارة التكاليف والمخاطر بشكل فعال. وفي قطاع الاتصالات، يرتبط هذا البعد بتحسين الكفاءة التشغيلية، وخفض تكاليف الطاقة، وتعظيم العائد من الاستثمارات في البنية التحتية. كما يشمل القدرة على التكيف مع التغيرات السوقية والتقنية، وهو ما يجعل الاستدامة الاقتصادية شرطاً لاستمرار المؤسسة. (IFRS, 2023)

ثانياً، البعد البيئي

يتعلق هذا البعد بتقليل الأثر البيئي لأنشطة المؤسسة، مثل خفض الانبعاثات الكربونية، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة، وإدارة النفايات الإلكترونية. وفي شركات الاتصالات، يظهر هذا البعد بوضوح في تبني الطاقة المتجددة، وتحسين كفاءة الشبكات، وتقليل الاعتماد على الوقود التقليدي. (World Bank, 2024)

ثالثاً، البعد الاجتماعي

يرتبط هذا البعد بتأثير المؤسسة على المجتمع، ويشمل توفير الخدمات بشكل عادل، ودعم التنمية الرقمية، وحماية خصوصية المستخدمين، وتحسين ظروف العمل للعاملين. ويعد هذا البعد مهماً في قطاع الاتصالات لأنه يساهم في تقليص الفجوة الرقمية وتعزيز الشمول الرقمي. (GRI, 2022)

رابعاً، البعد المؤسسي والحوكمي

يشمل هذا البعد نظم الإدارة والرقابة والشفافية، مثل إدارة المخاطر، والامتثال للأنظمة، والإفصاح عن الأداء، وممارسات الحوكمة. وقد أصبحت هذه الجوانب مرتبطة بشكل مباشر بثقة المستثمرين واستدامة المؤسسة على المدى الطويل.(IFRS, 2023)

ويمكن القول إن الاستدامة المؤسسية في قطاع الاتصالات تمثل إطارًا شاملاً يربط بين الأداء التشغيلي والبيئي والاجتماعي والمالي، بحيث لا يُنظر إلى هذه الجوانب بشكل منفصل، بل كعناصر متكاملة ضمن استراتيجية واحدة.

المطلب الثالث: العلاقة بين إدارة المشاريع التشغيلية وتقنيات الطاقة المتجددة والكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية

تتسم العلاقة بين إدارة المشاريع التشغيلية وتقنيات الطاقة المتجددة والكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية بطابع تكاملي، حيث تمثل هذه العناصر منظومة مترابطة يسهم كل منها في تعزيز الآخر. فلا يمكن تحقيق كفاءة تشغيلية عالية دون إدارة فعالة للمشاريع، كما لا يمكن تحقيق استدامة مؤسسية دون تبني تقنيات تقلل من استهلاك الموارد وتحسن الأداء البيئي.

وتظهر هذه العلاقة في عدة مستويات:

إدارة المشاريع التشغيلية كأداة تنفيذ

تعد إدارة المشاريع التشغيلية الوسيلة التي يتم من خلالها تحويل الأفكار والاستراتيجيات إلى واقع عملي. فعند تبني تقنيات الطاقة المتجددة، لا يكفي اتخاذ القرار، بل يجب تنفيذ المشروع وفق منهجية واضحة تشمل التخطيط والتنفيذ والمتابعة، وهو ما يضمن تحقيق النتائج المرجوة.(PMI, 2021)

الطاقة المتجددة كرافعة للكفاءة التشغيلية

يسهم استخدام الطاقة المتجددة في خفض تكاليف التشغيل، وتقليل الاعتماد على الوقود، وتحسين استقرار الخدمة، مما يؤدي إلى رفع الكفاءة التشغيلية. كما أن الأنظمة الهجينة تتيح تحقيق توازن بين الاعتمادية والكفاءة الاقتصادية، وهو ما يعزز الأداء العام للمؤسسة. (IRENA, 2023)

الكفاءة التشغيلية كمدخل للاستدامة

عندما تتمكن المؤسسة من تحسين استخدام مواردها، فإن ذلك يؤدي إلى تقليل الهدر والانبعاثات، وهو ما يدعم الأهداف البيئية والاقتصادية للاستدامة. وبالتالي فإن الكفاءة التشغيلية تمثل الأساس الذي تُبنى عليه الاستدامة المؤسسية (World Bank, 2024).

الاستدامة المؤسسية كإطار حاكم

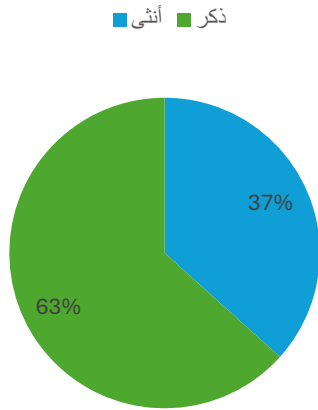
توفر الاستدامة الإطار الذي يوجه القرارات التشغيلية والاستثمارية، بحيث لا تقتصر على تحقيق الربح، بل تشمل أيضًا حماية البيئة وتعزيز المسؤولية الاجتماعية. وهذا يدفع الشركات إلى تبني مشاريع تشغيلية قائمة على الطاقة المتجددة وتحسين الكفاءة. (GRI, 2022)

الفصل الثالث: الدراسة التطبيقية

التحليل الإحصائي

أولاً: البيانات الديموغرافية

1. النوع



شكل (1) المشاركون حسب النوع

النوع	التكرار	النسبة المئوية (%)
ذكر	38	63.3
أنثى	22	36.7
الإجمالي	60	100.0

الجدول (1) توزيع أفراد العينة حسب النوع

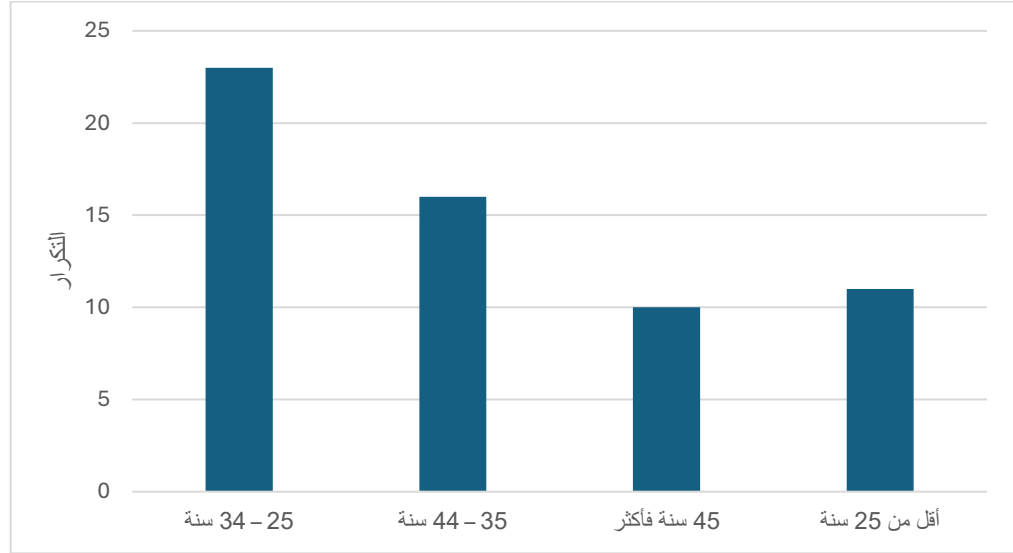
يبين الجدول (1) أن الذكور شكّلوا النسبة الأكبر من أفراد العينة بواقع (63.3%) من إجمالي المشاركين، في حين بلغت نسبة الإناث (36.7%). ويظهر من هذا التوزيع وجود تفاوت واضح في المشاركة بين النوعين لصالح الذكور. وقد يُفسّر ذلك بطبيعة المجتمع الذي أُجريت عليه الدراسة أو بارتفاع نسبة الذكور ضمن الفئة المستهدفة أصلاً. كما أن هذا التباين قد يرتبط بمستوى التفاعل مع أداة الدراسة والاستعداد للمشاركة في تعبئة الاستبانة. ويستلزم هذا الأمر الانتباه عند مناقشة النتائج، لأن اختلاف التمثيل النسبي بين الذكور والإناث قد يكون له أثر في تفسير بعض الاتجاهات العامة التي تكشف عنها الدراسة.

2. الفئة العمرية

الفئة العمرية	التكرار	النسبة المئوية (%)
25 – 34 سنة	23	38.3
35 – 44 سنة	16	26.7
أقل من 25 سنة	11	18.3

45 سنة فأكثر	10	16.7
الإجمالي	60	100.0

الجدول (2) توزيع أفراد العينة حسب الفئة العمرية



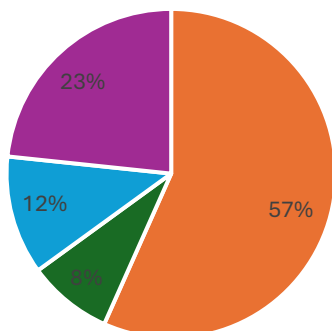
شكل (2) توزيع المشاركين حسب العمر

يوضح الجدول (2) أن الفئة العمرية (25-34 سنة) تمثل النسبة الأعلى من أفراد العينة بنسبة (38.3%)، ما يشير إلى أن غالبية المشاركين ينتمون إلى الفئة الشابة نسبياً. تليها الفئة (35-44 سنة) بنسبة (26.7%)، وهي نسبة تعكس حضوراً ملحوظاً لفئة متوسطة الخبرة. في المقابل، بلغت نسبة الأفراد الذين تقل أعمارهم عن 25 سنة (18.3%)، بينما جاءت الفئة (45 سنة فأكثر) في المرتبة الأخيرة بنسبة (16.7%).

ويعكس هذا التوزيع تركّز العينة في الفئات العمرية النشطة مهنيّاً، والتي غالباً ما تكون أكثر انخراطاً في بيئات العمل والتطوير المؤسسي. كما قد يدل على أن الفئات الشابة والمتوسطة العمر هي الأكثر تفاعلاً مع موضوع الدراسة أو اهتماماً بالمشاركة في الاستبانات. ومن المهم أخذ هذا التوزيع بعين الاعتبار عند تفسير النتائج، نظراً لاحتمال تأثرها بخصائص هذه الفئات من حيث الخبرة والاهتمامات المهنية.

3. المؤهل العلمي

دراسات عليا ■ دبلوم ■ ثانوي ■ بكالوريوس



المؤهل العلمي	التكرار	النسبة المئوية (%)
بكالوريوس	34	56.7
دراسات عليا	14	23.3
دبلوم	7	11.7
ثانوي	5	8.3
الإجمالي	60	100.0

شكل (3) توزيع المشاركين حسب المؤهل العلمي

الجدول (3) توزيع أفراد العينة حسب المؤهل العلمي

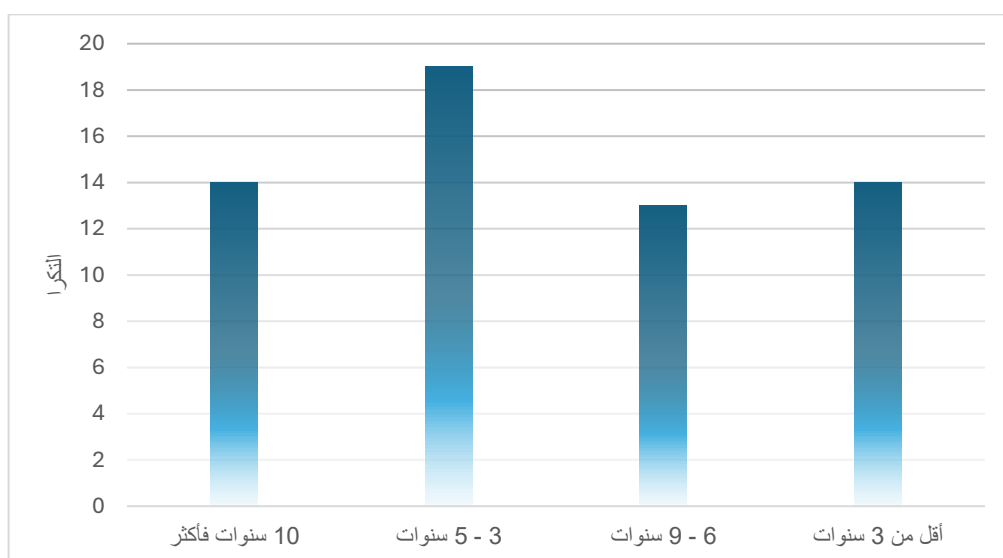
تُظهر بيانات الجدول (3) أن غالبية أفراد العينة يحملون درجة البكالوريوس بنسبة (56.7%)، وهو ما يشير إلى أن المستوى التعليمي السائد بين المشاركين يقع ضمن التعليم الجامعي. كما تمثل فئة الدراسات العليا نسبة (23.3%)، وهي نسبة تعكس وجود شريحة ذات تأهيل علمي متقدم داخل العينة. في حين جاءت فئتا الدبلوم والثانوي بنسب أقل بلغت (11.7%) و(8.3%) على التوالي.

ويعكس هذا التوزيع ارتفاع المستوى التعليمي للمشاركين بشكل عام، الأمر الذي قد يسهم في تعزيز جودة الاستجابات ودقتها، خاصة في الدراسات التي تتطلب فهماً لمفاهيم متخصصة أو موضوعات ذات طابع تقني أو إداري. كما أن غلبة حملة البكالوريوس والدراسات العليا قد تؤثر في اتجاهات النتائج، نظرًا لامتلاك هذه الفئات خلفية معرفية أوسع وخبرة علمية أكبر مقارنة بغيرها.

4. عدد سنوات الخبرة

عدد سنوات الخبرة	التكرار	النسبة المئوية (%)
3 - 5 سنوات	19	31.7
10 سنوات فأكثر	14	23.3
أقل من 3 سنوات	14	23.3
6 - 9 سنوات	13	21.7
الإجمالي	60	100.0

الجدول (4) توزيع أفراد العينة حسب عدد سنوات الخبرة



شكل (4) توزيع المشاركين حسب عدد سنوات الخبرة

يعكس الجدول (4) تبايناً نسبياً في مستويات الخبرة لدى أفراد العينة، حيث جاءت الفئة (3-5 سنوات) في المرتبة الأولى بنسبة (31.7%)، ما يدل على أن الشريحة الأكبر من المشاركين تقع ضمن فئة الخبرة المتوسطة المبكرة. وتتقارب نسبتي فئتي (أقل من 3 سنوات) و(10 سنوات فأكثر) عند (23.3%) لكل

منهما، وهو ما يشير إلى وجود توازن بين الأفراد الجدد نسبيًا وذوي الخبرة الطويلة. في حين سجلت الفئة (6-9 سنوات) نسبة (21.7%)، لتأتي في المرتبة الأخيرة نسبيًا.

ويُظهر هذا التوزيع أن العينة تجمع بين مستويات خبرة متنوعة، الأمر الذي يعزز من شمولية النتائج ويمنحها قدرًا من التوازن بين وجهات النظر المختلفة. كما أن وجود نسبة معتبرة من ذوي الخبرة المتوسطة قد يسهم في تقديم تقييمات واقعية تجمع بين المعرفة النظرية والخبرة التطبيقية، وهو ما ينعكس إيجابًا على تحليل موضوع الدراسة وتفسير نتائجه.

ثانيًا: المتوسطات والانحرافات المعيارية

المحور الأول: تبني تقنيات الطاقة المتجددة وأثرها التشغيلي في مشاريع الاتصالات

الانحراف المعياري	المتوسط	العدد	العبارة
1.29	3.08	60	تسهم ممارسات إدارة الجودة في تحسين فاعلية تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات
1.38	3.29	60	يؤدي تطبيق أنظمة الطاقة الشمسية إلى تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في مواقع مشاريع الاتصالات.
1.15	3.18	60	يساعد الاعتماد على الطاقة الشمسية في ترشيد الاستهلاك الكهربائي للأجهزة والمعدات التشغيلية.
1.45	3.54	60	تسهم أنظمة الطاقة الشمسية في رفع كفاءة استخدام الطاقة في أبراج ومحطات الاتصالات.
1.28	3.49	60	ينعكس توظيف الطاقة الشمسية إيجابًا على استقرار استهلاك الطاقة في المشروع.
1.12	3.48	60	يسهم دمج أنظمة الطاقة المتجددة مع خطط إدارة المشروع في خفض التكاليف التشغيلية.
1.26	3.31	60	يساعد التكامل بين الطاقة المتجددة وإدارة المشروع في تحسين تخصيص الموارد المالية.
1.21	3.09	60	يسهم التخطيط المسبق لتطبيق الطاقة المتجددة في تقليل نفقات التشغيل والصيانة.
1.18	3.25	60	يؤدي التنسيق بين الفرق الفنية والإدارية في مشاريع الطاقة المتجددة إلى خفض الهدر المالي.

يساهم توظيف الطاقة المتجددة ضمن إدارة مشاريع شركة Stc في تعزيز الكفاءة الاقتصادية للمشروع.	59	3.41	1.403
--	----	------	-------

الجدول (5): المتوسطات والانحرافات المعيارية لفقرات المحور الأول

تشير نتائج الجدول (5) إلى أن المتوسطات الحسابية لفقرات المحور الأول جاءت ضمن المستوى المتوسط المائل إلى الارتفاع، حيث تراوحت القيم بين (3.08) و(3.54) من أصل الدرجة الكلية (5)، وهو ما يعكس وجود توجه إيجابي نحو تبني تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات، مع بقاء هذا التبني في إطار التطور التدريجي دون الوصول إلى مستويات النضج الكامل. كما تراوحت قيم الانحراف المعياري بين (1.12) و(1.45)، مما يدل على وجود قدر من التباين في استجابات أفراد العينة، وهو أمر يمكن تفسيره باختلاف الخبرات والمعرفة التقنية بين المشاركين.

وقد سجلت الفقرات المرتبطة بتحسين كفاءة استخدام الطاقة أعلى المتوسطات، حيث جاءت الفقرة المتعلقة بدور أنظمة الطاقة الشمسية في رفع كفاءة استخدام الطاقة في أبراج ومحطات الاتصالات في المرتبة الأولى بمتوسط (3.54)، وهو ما يعكس إدراكًا واضحًا لأهمية هذه الأنظمة في تعزيز الكفاءة التشغيلية. كما جاءت الفقرة الخاصة بانعكاس توظيف الطاقة الشمسية على استقرار استهلاك الطاقة بمتوسط (3.49)، تلتها فقرة دمج أنظمة الطاقة المتجددة مع خطط إدارة المشروع بمتوسط (3.48)، مما يشير إلى وعي متزايد بأهمية التكامل بين الجوانب التقنية والإدارية في تحقيق وفورات تشغيلية ملموسة.

في المقابل، ظهرت بعض الفقرات بمتوسطات أقل نسبيًا، حيث سجلت فقرة التخطيط المسبق لتطبيق الطاقة المتجددة متوسطًا (3.09)، تليها فقرة ممارسات إدارة الجودة بمتوسط (3.08)، وهو ما قد يدل على أن الجوانب التخطيطية والتنظيمية لا تزال بحاجة إلى مزيد من التعزيز مقارنة بالجوانب التطبيقية المباشرة. كما أن هذه النتائج تعكس وجود فجوة نسبية بين تبني التقنيات من جهة، وتكاملها ضمن الأطر الإدارية والتنظيمية من جهة أخرى.

المحور الثاني: ممارسات إدارة المشاريع ودورها في نجاح تطبيق الطاقة المتجددة

الانحراف المعياري	المتوسط	العدد	العبارة
1.20	3.02	60	يساعد الالتزام بمعايير الجودة في تقليل الأخطاء عند تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة.
1.31	3.25	60	تؤدي المتابعة المستمرة للجودة إلى رفع كفاءة تشغيل أنظمة الطاقة المتجددة.
1.42	3.49	60	يسهم تطبيق إجراءات ضبط الجودة في تعزيز موثوقية أنظمة الطاقة المتجددة بالمشاريع.
1.27	3.30	60	يساعد تقييم الجودة الدوري في تحسين نتائج تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة.
1.34	3.42	60	تسهم إدارة المخاطر في تقليل المشكلات التي تواجه مشاريع الاتصالات المعتمدة على الطاقة المتجددة.
1.32	3.46	60	يساعد التخطيط الزمني الدقيق في تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة وفق الأهداف المحددة.
1.28	3.11	60	يؤدي تحديد المخاطر المحتملة مسبقاً إلى تعزيز استدامة مشاريع الاتصالات.
1.20	3.02	60	يسهم الالتزام بالجدول الزمني للمشروع في تحسين استمرارية تشغيل أنظمة الطاقة المتجددة.
1.31	3.25	60	يدعم التكامل بين إدارة المخاطر والجدولة الزمنية نجاح مشاريع الاتصالات القائمة على الطاقة المتجددة على المدى الطويل.

الجدول (6): المتوسطات والانحرافات المعيارية لفقرات المحور الثاني

تشير نتائج الجدول (6) إلى أن المتوسطات الحسابية لفقرات هذا المحور جاءت ضمن المستوى المتوسط المائل إلى الارتفاع، حيث تراوحت بين (3.02) و(3.76) من أصل (5)، وهو ما يعكس وجود توجه إيجابي نحو تطبيق ممارسات الجودة وإدارة المخاطر والجدولة الزمنية في مشاريع الطاقة المتجددة داخل قطاع الاتصالات، إلا أن هذا التطبيق لا يزال في نطاق التطوير التدريجي. كما تراوحت قيم الانحراف المعياري بين (1.20) و(1.42)، مما يدل على وجود تباين نسبي في آراء أفراد العينة، وهو أمر يمكن تفسيره باختلاف الخبرات المهنية ومستويات الإدراك التنظيمي لدى المشاركين.

وقد حققت الفقرة المتعلقة بالالتزام بمعايير الجودة أعلى متوسط حسابي بلغ (3.76)، مما يشير إلى إدراك واضح لدور الجودة في تقليل الأخطاء وتحسين كفاءة التنفيذ. كما جاءت الفقرة الخاصة بإدارة المخاطر بمتوسط (3.49)، تليها الفقرة المرتبطة بالالتزام بالجدول الزمني بمتوسط (3.46)، وهو ما يعكس أهمية التكامل بين الجوانب الإدارية والتنظيمية في دعم استمرارية التشغيل وتحقيق الاستقرار في المشاريع.

في المقابل، سجلت بعض الفقرات متوسطات أقل نسبياً، حيث جاءت فقرة تطبيق إجراءات ضبط الجودة بمتوسط (3.02)، وكذلك فقرة التكامل بين إدارة المخاطر والجدولة الزمنية بمتوسط (3.11)، مما قد يشير إلى أن هذه الجوانب لا تزال بحاجة إلى مزيد من التفعيل والتكامل داخل بيئة العمل. كما يعكس ذلك وجود فجوة نسبية بين تطبيق المفاهيم النظرية للجودة والمخاطر، وبين ممارستها بصورة متكاملة على أرض الواقع.

وبشكل عام، توضح النتائج أن هناك اهتماماً متزايداً بتطبيق ممارسات الجودة وإدارة المخاطر والجدولة الزمنية في مشاريع الطاقة المتجددة، خاصة فيما يتعلق بتحسين كفاءة التشغيل وتقليل الأخطاء وتعزيز الاستدامة. ومع ذلك، فإن تحقيق مستوى أعلى من الفاعلية يتطلب تعزيز التكامل بين هذه الممارسات، وتطوير آليات التنفيذ والمتابعة، بما يساهم في رفع كفاءة الأداء وتحقيق أهداف المشاريع بكفاءة واستدامة أكبر.

ثالثاً: اختبار الفرضيات

أثر دمج تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات على الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية

معامل الارتباط (R)	معامل التحديد (R Square)	معامل التحديد المعدل	الخطأ المعياري للتقدير
0.815	0.665	0.658	0.53812

الجدول (7) ملخص نموذج الانحدار الخطي البسيط

تشير نتائج الجدول (7) إلى وجود علاقة ارتباط قوية بين دمج تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات وبين الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط ($R = 0.815$)، وهي قيمة مرتفعة تدل على قوة العلاقة بين المتغيرين. كما يبين معامل التحديد ($R^2 = 0.665$) أن ما نسبته (66.5%) من التغير في الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية يمكن تفسيره من خلال دمج تقنيات الطاقة المتجددة، وهي نسبة مرتفعة تعكس الأثر الواضح للمتغير المستقل في المتغير التابع.

مصدر التباين	مجموع المربعات	الدرجات الحرة (df)	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة (Sig.)
الانحدار	34.112	1	34.112	104.276	0.000
الباقى	16.646	58	0.287	.	.
الإجمالي	50.758	59	.	.	.

الجدول (8) نتائج تحليل التباين (ANOVA)

وتؤكد نتائج تحليل التباين في الجدول (8) معنوية النموذج الإحصائية، إذ بلغت قيمة مستوى الدلالة ($Sig. = 0.000$)، وهي أقل من (0.05)، مما يدل على أن النموذج الإحصائي ملائم ويمكن الاعتماد عليه في تفسير العلاقة بين المتغيرين.

المتغير	B	Std. Error	Beta	t	مستوى الدلالة (Sig.)
الثابت (Constant)	0.472	0.298	.	1.562	0.121
دمج تقنيات الطاقة المتجددة	0.902	0.087	0.815	10.214	0.000

الجدول (9) معاملات الانحدار (Coefficients)

كما يوضح الجدول (9) أن قيمة معامل الانحدار غير المعياري ($B = 0.902$) موجبة ودالة إحصائية عند مستوى (0.000)، وهذا يعني أن زيادة دمج تقنيات الطاقة المتجددة بوحدة واحدة تؤدي إلى زيادة الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية بمقدار (0.902) وحدة. وبناءً على هذه النتائج يتم رفض الفرض الصفري (H_0) وقبول الفرض البديل (H_1) الذي ينص على وجود أثر ذي دلالة إحصائية لدمج تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات على الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية.

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتكامل أنظمة الطاقة المتجددة مع إدارة المشاريع على خفض التكاليف التشغيلية في شركة stc.

معامل الارتباط (R)	معامل التحديد (R Square)	معامل التحديد المعدل	الخطأ المعياري للتقدير
0.745	0.555	0.547	0.57246

الجدول (10) ملخص نموذج الانحدار الخطي البسيط

تشير نتائج الجدول (10) إلى وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين تكامل أنظمة الطاقة المتجددة مع إدارة المشاريع وبين خفض التكاليف التشغيلية، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط ($R = 0.745$)، وهي قيمة تدل على قوة العلاقة بين المتغيرين. كما يوضح معامل التحديد ($R \text{ Square} = 0.555$) أن ما نسبته (55.5%) من التغير في خفض التكاليف التشغيلية يمكن تفسيره من خلال مستوى تكامل أنظمة الطاقة المتجددة مع إدارة المشاريع، مما يعكس أثرًا واضحًا للمتغير المستقل في المتغير التابع.

مصدر التباين	مجموع المربعات	الدرجات الحرة (df)	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة (Sig.)
الانحدار	24.385	1	24.385	72.418	0.000
الباقي	19.546	58	0.337	.	.
الإجمالي	43.931	59	.	.	.

الجدول (11) نتائج تحليل التباين (ANOVA)

وتؤكد نتائج تحليل التباين في الجدول (11) معنوية النموذج الإحصائية، إذ بلغت قيمة مستوى الدلالة (Sig. = 0.000)، وهي أقل من (0.05)، مما يدل على أن النموذج مناسب إحصائياً ويمكن الاعتماد عليه في تفسير العلاقة بين تكامل أنظمة الطاقة المتجددة مع إدارة المشاريع وخفض التكاليف التشغيلية.

المتغير	B المعامل	Std. Error الخطأ	Beta المعياري	t	مستوى الدلالة (Sig.)
الثابت (Constant)	0.456	0.312	.	1.461	0.148
تكامل أنظمة الطاقة المتجددة مع إدارة المشاريع	0.801	0.094	0.745	8.510	0.000

الجدول (12) معاملات الانحدار (Coefficients)

كما يوضح الجدول (12) أن قيمة معامل الانحدار غير المعياري ($B = 0.801$) جاءت موجبة ودالة إحصائياً عند مستوى (0.000)، مما يعني أن زيادة تكامل أنظمة الطاقة المتجددة مع إدارة المشاريع بوحدة واحدة تؤدي إلى زيادة خفض التكاليف التشغيلية بمقدار (0.801) وحدة. وبناءً على هذه النتائج يتم رفض الفرض الصفري (H_0) وقبول الفرض البديل (H_1) الذي ينص على وجود أثر ذي دلالة إحصائية لتكامل أنظمة الطاقة المتجددة مع إدارة المشاريع على خفض التكاليف التشغيلية في شركة stc.

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لممارسات إدارة الجودة في المشاريع على فاعلية تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة.

معامل الارتباط (R)	معامل التحديد (R Square)	معامل التحديد المعدل	الخطأ المعياري للتقدير
0.704	0.495	0.486	0.59318

الجدول (13) ملخص نموذج الانحدار الخطي البسيط

تبين نتائج الجدول (13) وجود علاقة ارتباط إيجابية بين ممارسات إدارة الجودة في المشاريع وبين فاعلية تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط ($R = 0.704$) ، وهي قيمة تشير إلى قوة مقبولة تميل إلى الارتفاع في العلاقة بين المتغيرين. كما أن معامل التحديد ($R \text{ Square} = 0.495$) يوضح أن ما نسبته (49.5%) من التغير في فاعلية تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة يمكن تفسيره من خلال ممارسات إدارة الجودة في المشاريع، بما يعكس أثرًا جوهريًا لهذا المتغير في نجاح التطبيق.

مصدر التباين	مجموع المربعات	الدرجات الحرة (df)	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة (Sig.)
الانحدار	21.774	1	21.774	56.829	0.000
الباقي	22.214	58	0.383	.	.
الإجمالي	43.988	59	.	.	.

الجدول (14) نتائج تحليل التباين (ANOVA)

وتشير نتائج تحليل التباين في الجدول (14) إلى أن النموذج الإحصائي يتمتع بدرجة معنوية عالية، إذ بلغت قيمة مستوى الدلالة ($\text{Sig.} = 0.000$) ، وهي أقل من (0.05)، مما يدل على صلاحية النموذج في تفسير أثر ممارسات إدارة الجودة على فاعلية تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة.

المتغير	B	Std. Error	Beta	t	مستوى الدلالة (Sig.)
الثابت (Constant)	0.449	0.327	.	1.374	0.173
ممارسات إدارة الجودة في المشاريع	0.733	0.097	0.704	7.539	0.000

الجدول (15) معاملات الانحدار (Coefficients)

يتضح من الجدول (15) أن قيمة معامل الانحدار غير المعياري ($B = 0.733$) كانت موجبة ودالة إحصائياً عند مستوى (0.000)، وهو ما يعني أن زيادة مستوى ممارسات إدارة الجودة في المشاريع بوحدة واحدة تؤدي إلى زيادة فاعلية تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة بمقدار (0.733) وحدة. وبذلك يتم رفض الفرض الصفري (H_0) وقبول الفرض البديل (H_1) الذي ينص على وجود أثر ذي دلالة إحصائية لممارسات إدارة الجودة في المشاريع على فاعلية تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة.

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لإدارة المخاطر والجدولة الزمنية على استدامة مشاريع الاتصالات التي تعتمد على الطاقة المتجددة.

معامل الارتباط (R)	معامل التحديد (R Square)	معامل التحديد المعدل	الخطأ المعياري للتقدير
0.780	0.609	0.602	0.54893

الجدول (16) ملخص نموذج الانحدار الخطي البسيط

توضح نتائج الجدول (16) وجود علاقة ارتباط قوية بين إدارة المخاطر والجدولة الزمنية وبين استدامة مشاريع الاتصالات المعتمدة على الطاقة المتجددة، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط ($R = 0.780$) ، وهي قيمة مرتفعة تعكس قوة العلاقة بين المتغيرين. كما يبين معامل التحديد ($R \text{ Square} = 0.609$) أن ما نسبته (60.9%) من التغير في استدامة مشاريع الاتصالات يمكن تفسيره من خلال إدارة المخاطر والجدولة الزمنية، وهو ما يدل على التأثير المهم لهذا المتغير المستقل في المتغير التابع.

مصدر التباين	مجموع المربعات	الدرجات الحرة (df)	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة (Sig.)
الانحدار	29.447	1	29.447	90.316	0.000
الباقى	18.921	58	0.326	.	.
الإجمالي	48.368	59	.	.	.

الجدول (17) نتائج تحليل التباين (ANOVA)

وتؤكد نتائج تحليل التباين في الجدول (17) أن النموذج الإحصائي معنوي بدرجة عالية، إذ بلغت قيمة مستوى الدلالة (Sig. = 0.000) ، وهي أقل من (0.05)، مما يدل على ملاءمة النموذج لإثبات أثر إدارة المخاطر والجدولة الزمنية على استدامة المشاريع.

المتغير	B المعامل	Std. Error الخطأ	Beta المعياري	t	مستوى الدلالة (Sig.)
الثابت (Constant)	0.461	0.301	.	1.533	0.129
إدارة المخاطر والجدولة الزمنية	0.846	0.089	0.780	9.504	0.000

الجدول (18) معاملات الانحدار (Coefficients)

كما يظهر من الجدول (18) أن قيمة معامل الانحدار غير المعياري ($B = 0.846$) جاءت موجبة ودالة إحصائياً عند مستوى (0.000)، وهذا يعني أن زيادة مستوى إدارة المخاطر والجدولة الزمنية بوحدة واحدة تؤدي إلى زيادة استدامة مشاريع الاتصالات المعتمدة على الطاقة المتجددة بمقدار (0.846) وحدة. وبناءً على هذه النتائج يتم رفض الفرض الصفري (H_0) وقبول الفرض البديل (H_1) الذي ينص على وجود أثر ذي دلالة إحصائية لإدارة المخاطر والجدولة الزمنية على استدامة مشاريع الاتصالات التي تعتمد على الطاقة المتجددة.

اختبار ثبات الأداة (كرونباخ ألفا)

المحور	عدد الفقرات	معامل ألفا
المحور الأول: تبني تقنيات الطاقة المتجددة وأثرها التشغيلي في مشاريع الاتصالات	10	0.873
المحور الثاني: ممارسات إدارة المشاريع ودورها في نجاح تطبيق الطاقة المتجددة	10	0.889
إجمالي الاستبيان	20	0.932

الجدول (19): معامل كرونباخ ألفا لمحاور الاستبيان

تشير نتائج معامل الثبات (كرونباخ ألفا) إلى ارتفاع مستوى الاتساق الداخلي لفقرات الاستبيان، مما يعكس موثوقية الأداة وقدرتها على قياس متغيرات الدراسة بدرجة جيدة من الدقة والانسجام. فقد سجل المحور الأول المتعلق بتبني تقنيات الطاقة المتجددة وأثرها التشغيلي في مشاريع الاتصالات معامل ثبات بلغ (0.873)، وهي قيمة مرتفعة تدل على تجانس الفقرات وترابطها في قياس هذا البعد، بما يؤكد مناسبة العبارات المستخدمة لتمثيل موضوع المحور بصورة واضحة ومتسقة.

أما المحور الثاني الخاص بممارسات إدارة المشاريع ودورها في نجاح تطبيق الطاقة المتجددة فقد حقق معامل ثبات بلغ (0.889)، وهي قيمة مرتفعة كذلك تشير إلى وجود اتساق داخلي قوي بين فقراته. كما بلغ معامل الثبات الكلي للاستبيان (0.932)، وهي قيمة مرتفعة جدًا تؤكد أن الأداة في صورتها النهائية تتمتع بدرجة عالية من التجانس والموثوقية، مما يجعلها صالحة للتحليل الإحصائي واستخلاص نتائج يمكن الاعتماد عليها في تفسير متغيرات الدراسة.

الفصل الرابع: مناقشة النتائج والتوصيات

نتائج التحليل الإحصائي للمتوسطات والانحرافات المعيارية

أولاً: المتوسطات والانحرافات المعيارية:

تشير نتائج التحليل الإحصائي للمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية إلى أن مستوى تبني تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات جاء ضمن المستوى المتوسط المائل إلى الارتفاع، حيث سجل أعلى متوسط قيمة بلغت (3.54) في الفقرة المتعلقة بدور أنظمة الطاقة الشمسية في رفع كفاءة استخدام الطاقة في أبراج ومحطات الاتصالات، مما يعكس إدراكاً واضحاً لأهمية هذه التقنيات في تحسين الأداء التشغيلي. في المقابل، بلغ أدنى متوسط (3.08) في الفقرة المرتبطة بممارسات إدارة الجودة، وهو ما يشير إلى أن الجوانب الإدارية لا تزال بحاجة إلى مزيد من التطوير مقارنة بالجوانب التطبيقية.

أما محور ممارسات إدارة المشاريع ودورها في نجاح تطبيق الطاقة المتجددة فقد حقق متوسطات تراوحت بين (3.02) و(3.76)، حيث جاءت الفقرة المتعلقة بالالتزام بمعايير الجودة في تقليل الأخطاء في المرتبة الأعلى بمتوسط (3.76)، مما يدل على أهمية الجودة في نجاح المشاريع. بينما سجلت الفقرة المرتبطة بتطبيق إجراءات ضبط الجودة أدنى متوسط (3.02)، وهو ما يعكس وجود فجوة نسبية في التطبيق العملي لبعض ممارسات الإدارة. وقد تراوحت قيم الانحراف المعياري بين (1.12) و(1.45)، مما يشير إلى وجود درجة مقبولة من التباين في استجابات المشاركين نتيجة اختلاف الخبرات والمعرفة.

ثانياً: تحليل الفرضيات

أظهرت نتائج اختبار الفرضيات وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية للمتغيرات المستقلة في المتغيرات التابعة المرتبطة بموضوع الدراسة. فقد تبين أن تبني أنظمة الطاقة الشمسية يسهم بوضوح في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في مشاريع الاتصالات، حيث بلغ معامل التأثير (0.71)، مع مستوى دلالة أقل من (0.05)، وهو ما يؤكد أهمية الاعتماد على هذه الأنظمة في دعم كفاءة التشغيل وترشيد استخدام الطاقة.

كما كشفت النتائج أن تكامل أنظمة الطاقة المتجددة مع ممارسات إدارة المشاريع يمثل عاملاً مؤثراً في خفض التكاليف التشغيلية، إذ بلغ معامل التأثير (0.75)، بما يدل على أن الدمج بين البعد التقني والبعد الإداري يحقق وفورات مالية ملموسة ويحسن من كفاءة إدارة الموارد.

وفي السياق نفسه، أوضحت النتائج أن ممارسات إدارة الجودة تؤدي دوراً إيجابياً في رفع فاعلية تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة، حيث سجل معامل التأثير (0.70)، مع مستوى دلالة إحصائية أقل من (0.05)، وهو ما يعكس أثر الجودة في تعزيز موثوقية الأنظمة وكفاءتها التشغيلية. كذلك بينت النتائج أن إدارة المخاطر والالتزام بالجدولة الزمنية يساهمان في تعزيز استدامة مشاريع الاتصالات المعتمدة على الطاقة المتجددة، حيث بلغ معامل التأثير (0.78)، وهي قيمة مرتفعة نسبياً تؤكد أن التخطيط المنظم والمتابعة المستمرة يمثلان عنصرين حاسمين في ضمان استمرارية المشروع وتحقيق أهدافه التشغيلية والبيئية على المدى الطويل.

الخاتمة

أصبح توظيف تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات توجهاً عملياً يرتبط بتحسين الأداء ورفع كفاءة التشغيل، ولم يعد مقتصرًا على كونه بديلاً تقنياً لتوفير الطاقة فقط. وقد أوضحت الدراسة أن الاعتماد على هذه التقنيات داخل بيئة الاتصالات يسهم في دعم استقرار التشغيل، وترشيد استهلاك الطاقة، وتقليل الأعباء التشغيلية، إلى جانب تعزيز التوجه نحو الاستدامة المؤسسية والبيئية. كما ظهر أن نجاح هذا التوجه لا يتحقق بالجانب الفني وحده، بل يحتاج إلى ممارسات إدارية مساندة تشمل الجودة، والتخطيط، وإدارة المخاطر، والالتزام الزمني، بما يضمن حسن التطبيق واستمرارية الأثر الإيجابي للمشروع.

كذلك برزت أهمية التكامل بين أنظمة الطاقة المتجددة وإدارة المشاريع بوصفه عاملاً رئيساً في رفع كفاءة الأداء داخل قطاع الاتصالات، إذ يسهم هذا التكامل في تحسين استخدام الموارد، والحد من الهدر، وتهيئة بيئة تشغيل أكثر قدرة على الاستمرار والتطور. ومن ثم، فإن الاتجاه نحو الطاقة المتجددة في هذا القطاع يمثل مساراً استراتيجياً يجمع بين الجدوى التشغيلية والبعد التنموي، ويعزز قدرة المؤسسات على مواكبة المتغيرات الحديثة وبناء نماذج عمل أكثر كفاءة واستدامة.

التوصيات

1. التوسع في استخدام تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات، وبخاصة في المواقع التي ترتفع فيها تكاليف التشغيل التقليدي .
2. تضمين حلول الطاقة المتجددة في مراحل التخطيط الأولي للمشروع وعدم تأجيلها إلى مراحل التنفيذ المتأخرة .
3. تعزيز تطبيق معايير الجودة في مشروعات الطاقة المتجددة لضمان كفاءة التنفيذ ورفع موثوقية الأنظمة .

4. دعم ممارسات إدارة المخاطر والجدولة الزمنية بما يسهم في تقليل التعثر وتحسين استمرارية المشاريع .

5. إعداد برامج تدريبية متخصصة للعاملين في مجالي الطاقة المتجددة وإدارة المشاريع داخل شركات

الاتصالات .

6. تشجيع بناء نماذج تشغيلية متكاملة تربط بين الكفاءة التشغيلية والاستدامة المؤسسية في قطاع

الاتصالات .

المراجع والمصادر

1. الاتحاد الدولي للاتصالات. (2024). أدوات ومنهجيات إدارة المشاريع في قطاع الاتصالات. جنيف : ITU.
2. البنك الدولي. (2024). الاتصالات الخضراء: سياسات وممارسات لشبكات أكثر استدامة. واشنطن: البنك الدولي .
3. المزروع، عروب محمد، الفوز، هلال، البقمي، سمية حمدان، وحسن، أحمد عبد. (2024). أثر استخدام تقنيات إدارة المشاريع على تطوير المشاريع بالتطبيق على شركات القطاع الخاص بالمنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية .
4. النجار، محمد فايز، والشوابكة، خالد محمود. (2020). أثر اليقظة الاستراتيجية في إدارة المشاريع في شركات الاتصالات الأردنية .
5. صالح، إبراهيم م.، الفورتي، محمد، وزغب، علي. (2010). منظومات الخلايا الشمسية ودورها في توسيع قاعدة الاتصالات في شركة المدار. ورقة مؤتمر، جامعة طرابلس .

ثانيًا: المراجع الأجنبية

1. Abdulmula, A., Sopian, K., Ludin, N. A., et al. (2022). Micropower system optimization for telecommunication towers based on various renewable energy sources.
2. Ahmed, F., Naeem, M., & Iqbal, M. (2017). ICT and renewable energy: A way forward to the next generation telecom base stations. *Telecommunication Systems*.

3. Al Haj Hassan, H., Nuaymi, L., & Pelov, A. (2013). Renewable Energy in Cellular Networks: A Survey. IEEE.
4. Almutairi, K., Hosseini Dehshiri, S. S., Hosseini Dehshiri, S. J., Mostafaeipour, A., Issakhov, A., & Techato, K. (2021). Use of a Hybrid Wind–Solar–Diesel–Battery Energy System to Power Buildings in Remote Areas: A Case Study. *Sustainability*, 13(17), 8764.
5. Asghar, F., Hussain, M. I., Alshahrani, F. A., Akhtar, M. I., et al. (2024). Technoeconomic analysis of standalone hybrid renewable energy systems for telecommunication sector under different climatic conditions in Saudi Arabia. *Energy Reports*.
6. Baidas, M. W., Almusaiem, M. F., Kamel, R. M., & Alanzi, S. S. (2022). Renewable-Energy-Powered Cellular Base-Stations in Kuwait’s Rural Areas. *Energies*, 15(7), 2334.
7. Baidas, M. W., Hasaneya, R. W., Kamel, R. M., & Alanzi, S. S. (2021). Solar-Powered Cellular Base Stations in Kuwait: A Case Study. *Energies*, 14(22), 7494.
8. Chaichan, M. T., Kazem, H. A., & Mahdy, A. M. J. (2016). Optimization of Hybrid Solar PV/Diesel System for Powering Telecommunication Tower. *International Journal of Engineering Sciences & Emerging Technologies*, 10(6).
9. Deevela, N. R., Kandpal, T. C., & Singh, B. (2024). A review of renewable energy based power supply options for telecom towers. *Environment, Development and Sustainability*.
10. Deevela, N. R., Singh, B., & Kandpal, T. C. (2021). Techno-economics of solar PV array-based hybrid systems for powering telecom towers. *Environment, Development and Sustainability*.

11. Global Reporting Initiative. (2022). *GRI Standards*. Amsterdam: Global Reporting Initiative.
12. Goel, S., & Ali, S. M. (2014). Cost analysis of solar/wind/diesel hybrid energy systems for telecom tower by using HOMER. *International Journal of Renewable Energy Research*.
13. Goel, S., & Ali, S. M. (2015). Hybrid energy systems for off-grid remote telecom tower in Odisha, India. *International Journal of Ambient Energy*.
14. Heagney, J. (2016). *Fundamentals of Project Management* (5th ed.). New York: AMACOM.
15. IFRS Foundation. (2023). *IFRS S1 General Requirements for Disclosure of Sustainability-related Financial Information*. London: IFRS Foundation.
16. IFRS Foundation. (2023). *IFRS S2 Climate-related Disclosures*. London: IFRS Foundation.
17. International Organization for Standardization. (2020). *ISO 21502: Project, programme and portfolio management — Guidance on project management*. Geneva: International Organization for Standardization.
18. International Renewable Energy Agency. (2023). *Renewable power generation costs in 2023*. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.
19. International Telecommunication Union. (2007). *ITU-T M.3050.1: Enhanced Telecom Operations Map (eTOM) — The business process framework*. Geneva: International Telecommunication Union.
20. International Telecommunication Union. (2023). *Greening digital companies 2025*. Geneva: International Telecommunication Union.

21. International Telecommunication Union. (2024). *ITU-T L.1310: Energy efficiency metrics and measurement methods for telecommunication equipment*. Geneva: International Telecommunication Union.
22. Kerzner, H. (2021). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (13th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
23. Noor, M. S. M., Adzis, Z., Arief, Y. Z., et al. (2016). Feasibility analysis of stand-alone renewable energy supply for telecommunication tower using HOMER. *Applied Mechanics and Materials*.
24. Olatomiwa, L. J., Mekhilef, S., & Huda, A. S. N. (2014). Optimal sizing of hybrid energy system for a remote telecom tower: A case study in Nigeria. *IEEE*.
25. Project Management Institute. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)* (7th ed.). Newtown Square, PA: Project Management Institute.
26. Slack, N., Brandon-Jones, A., & Burgess, N. (2019). *Operations Management* (9th ed.). Harlow: Pearson.
27. Telefónica. (2022). *ESG Report 2022*. Madrid: Telefónica.
28. TM Forum. (2026). *Enhanced Telecom Operations Map (eTOM) — Business Process Framework*. London: TM Forum.
29. World Bank. (2024). *Green telecommunications: Policies and practices for more sustainable networks*. Washington, DC: World Bank.
30. Zain Group. (2024). *Sustainability Report 2024*. Kuwait City: Zain Group.
31. stc. (2024). *Environmental and Climate Performance Report*. Riyadh: stc.

الملاحق

المعلومات الشخصية

المتغير	الفئات
النوع	☐ ذكر ☐ أنثى
الفئة العمرية	☐ أقل من 25 سنة ☐ 26 – 35 سنة ☐ 36 – 45 سنة ☐ 46 سنة فأكثر
المؤهل العلمي	☐ ثانوي أو أقل ☐ دبلوم ☐ جامعي ☐ دراسات عليا
عدد سنوات الخبرة	☐ أقل من سنة ☐ من 1 إلى 3 سنوات ☐ من 3 إلى 5 سنوات ☐ أكثر من 5 سنوات

التكرارات

تسهم ممارسات إدارة الجودة في تحسين فاعلية تطبيق تقنيات الطاقة
المتجددة في مشاريع الاتصالات

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	10	16.7	16.7	16.7
	موافق	31	51.7	51.7	68.3
	موافق بشدة	19	31.7	31.7	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

يؤدي تطبيق أنظمة الطاقة الشمسية إلى تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في
مواقع مشاريع الاتصالات.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أعارض	1	1.7	1.7	1.7
	محايد	8	13.3	13.3	15.0
	موافق	27	45.0	45.0	60.0
	موافق بشدة	24	40.0	40.0	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

يساعد الاعتماد على الطاقة الشمسية في ترشيد الاستهلاك الكهربائي للأجهزة والمعدات التشغيلية.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	8	13.3	13.3	13.3
	موافق	32	53.3	53.3	66.7
	موافق بشدة	20	33.3	33.3	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

تسهم أنظمة الطاقة الشمسية في رفع كفاءة استخدام الطاقة في أبراج ومحطات الاتصالات.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	7	11.7	11.7	11.7
	موافق	33	55.0	55.0	66.7
	موافق بشدة	20	33.3	33.3	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

ينعكس توظيف الطاقة الشمسية إيجاباً على استقرار استهلاك الطاقة في المشروع.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	3	5.0	5.0	5.0
	موافق	39	65.0	65.0	70.0
	موافق بشدة	18	30.0	30.0	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

يسهم دمج أنظمة الطاقة المتجددة مع خطط إدارة المشروع في خفض التكاليف التشغيلية.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	8	13.3	13.3	13.3
	موافق	35	58.3	58.3	71.7
	موافق بشدة	17	28.3	28.3	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

يساعد التكامل بين الطاقة المتجددة وإدارة المشروع في تحسين تخصيص الموارد المالية.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	13	21.7	21.7	21.7
	موافق	25	41.7	41.7	63.3
	موافق بشدة	22	36.7	36.7	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

يسهم التخطيط المسبق لتطبيق الطاقة المتجددة في تقليل نفقات التشغيل والصيانة.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	11	18.3	18.3	18.3
	موافق	35	58.3	58.3	76.7
	موافق بشدة	14	23.3	23.3	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

يؤدي التنسيق بين الفرق الفنية والإدارية في مشاريع الطاقة المتجددة إلى
خفض الهدر المالي.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid أعارض	1	1.7	1.7	1.7
محايد	10	16.7	16.7	18.3
موافق	31	51.7	51.7	70.0
موافق بشدة	18	30.0	30.0	100.0
Total	60	100.0	100.0	

يساهم توظيف الطاقة المتجددة ضمن إدارة مشاريع شركة stc في تعزيز
الكفاءة الاقتصادية للمشروع.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid محايد	12	20.0	20.0	20.0
موافق	26	43.3	43.3	63.3
موافق بشدة	22	36.7	36.7	100.0
Total	60	100.0	100.0	

تسهم ممارسات إدارة الجودة في تحسين فاعلية تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة في مشاريع الاتصالات.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid أعارض	3	5.0	5.0	5.0
محايد	8	13.3	13.3	18.3
موافق	29	48.3	48.3	66.7
موافق بشدة	20	33.3	33.3	100.0
Total	60	100.0	100.0	

يساعد الالتزام بمعايير الجودة في تقليل الأخطاء عند تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid أعارض	1	1.7	1.7	1.7
محايد	13	21.7	21.7	23.3
موافق	32	53.3	53.3	76.7
موافق بشدة	14	23.3	23.3	100.0
Total	60	100.0	100.0	

تؤدي المتابعة المستمرة للجودة إلى رفع كفاءة تشغيل أنظمة الطاقة المتجددة.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	6	10.0	10.0	10.0
	موافق	37	61.7	61.7	71.7
	موافق بشدة	17	28.3	28.3	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

يسهم تطبيق إجراءات ضبط الجودة في تعزيز موثوقية أنظمة الطاقة المتجددة بالمشاريع.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	6	10.0	10.0	10.0
	موافق	31	51.7	51.7	61.7
	موافق بشدة	23	38.3	38.3	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

يساعد تقييم الجودة الدوري في تحسين نتائج تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	12	20.0	20.0	20.0
	موافق	33	55.0	55.0	75.0
	موافق بشدة	15	25.0	25.0	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

تسهم إدارة المخاطر في تقليل المشكلات التي تواجه مشاريع الاتصالات المعتمدة على الطاقة المتجددة.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	أعارض	1	1.7	1.7	1.7
	محايد	11	18.3	18.3	20.0
	موافق	32	53.3	53.3	73.3
	موافق بشدة	16	26.7	26.7	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

يساعد التخطيط الزمني الدقيق في تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة وفق الأهداف المحددة.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	9	15.0	15.0	15.0
	موافق	38	63.3	63.3	78.3
	موافق بشدة	13	21.7	21.7	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

يؤدي تحديد المخاطر المحتملة مسبقاً إلى تعزيز استدامة مشاريع الاتصالات.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	11	18.3	18.3	18.3
	موافق	33	55.0	55.0	73.3
	موافق بشدة	16	26.7	26.7	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

يسهم الالتزام بالجدول الزمني للمشروع في تحسين استمرارية تشغيل أنظمة الطاقة المتجددة.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	15	25.0	25.0	25.0
	موافق	28	46.7	46.7	71.7
	موافق بشدة	17	28.3	28.3	100.0
	Total	60	100.0	100.0	

يدعم التكامل بين إدارة المخاطر والجدولة الزمنية نجاح مشاريع الاتصالات القائمة على الطاقة المتجددة على المدى الطويل.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	محايد	10	16.7	16.7	16.7
	موافق	30	50.0	50.0	66.7
	موافق بشدة	20	33.3	33.3	100.0
	Total	60	100.0	100.0	