

أثر تبني تقنيات الطاقة الشمسية في تشغيل محطات الضخ في مشاريع
المياه: دراسة ميدانية على كفاءة المشاريع في المناطق النائية

إعداد الطالب/

علي سعد محمد الأسمرى

251000490

إشراف/

د. الفیصل عبد الحمید محمد حسن

د. فايز جراد

العام الدراسي:

2025

الفهرس

4	 مقدمة
8	 أهمية الدراسة
10	 أهداف الدراسة
11	 تساؤلات الدراسة
12	 فروض الدراسة:
13	 نموذج الدراسة:
14	 دراسات سابقة
18	 الفجوة البحثية
20	 المنطلقات النظرية للدراسة
22	 المنهجية وطرق البحث:
22	 مصادر جمع البيانات
23	 أدوات الدراسة:
23	 الأساليب الإحصائية المستخدمة
24	 أداة الدراسة
24	 حدود الدراسة:

مقدمة

في ظل التحديات المتزايدة المرتبطة بندرة المياه وارتفاع تكاليف الطاقة، أصبحت الحاجة إلى حلول مبتكرة ومستدامة في تشغيل البنية التحتية المائية أمرًا ملحًا، لاسيما في المناطق التي تعاني من ضعف الموارد وشح الكهرباء. وفي هذا السياق، يبرز تبني تقنيات الطاقة الشمسية في تشغيل محطات الضخ كممارسة متقدمة تلبي احتياجات التشغيل المستمر لمشاريع المياه دون الاعتماد الكامل على مصادر الطاقة التقليدية، التي غالبًا ما تكون باهظة التكلفة أو غير مستقرة في بعض البيئات الجغرافية. (بوعلاتي، 2020)

إن محطات الضخ تُعد من المكونات الحيوية في مشاريع المياه، حيث تلعب دورًا مركزيًا في رفع المياه من المصادر السطحية أو الجوفية إلى الخزانات أو شبكات التوزيع، وهو ما يتطلب توفر طاقة كهربائية كبيرة بشكل متواصل. في المقابل، توفر الطاقة الشمسية بديلًا اقتصاديًا وبيئيًا من خلال قدرتها على تأمين طاقة نظيفة ومتجددة، خاصةً في المناطق الريفية والنائية التي تتوفر فيها إشعاعات شمسية مرتفعة، لكنها تفتقر إلى البنية التحتية الكهربائية التقليدية. إن استخدام الطاقة الشمسية لا يساهم فقط في خفض التكاليف التشغيلية على المدى الطويل، بل يساهم أيضًا في تحقيق الأهداف الوطنية والعالمية للتنمية المستدامة، خصوصًا تلك المتعلقة بتوفير المياه النظيفة والطاقة النظيفة والعمل المناخي. (ركبي، 2021)

لقد أظهرت التجارب الميدانية والدراسات الحديثة أن دمج أنظمة الخلايا الشمسية في تشغيل مضخات المياه يُمكن أن يعزز من استقرار منظومات التزويد المائي، ويقلل من الأعطال الناتجة عن انقطاع التيار الكهربائي، كما يُحسن من الكفاءة التشغيلية ويطيل من عمر المعدات نتيجة الاستقرار في

مصادر الطاقة. علاوة على ذلك، تسهم هذه التقنيات في تقليل الانبعاثات الكربونية وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، مما يعزز الأداء البيئي العام لمشاريع المياه ويجعلها أكثر ملاءمة في ظل التحولات العالمية نحو الطاقة النظيفة. (بن عبدالله، 2020)

وعلى الرغم من المزايا الكبيرة التي تقدمها تقنيات الطاقة الشمسية، إلا أن تبنيها بشكل فاعل في محطات الضخ يتطلب توفر بيئة تنظيمية داعمة، وتمويل مناسب، وتدريب تقني مستمر للعاملين. كما أن تقييم الجدوى الاقتصادية، ودراسة الفوائد التشغيلية والمجتمعية، تمثل خطوات أساسية لضمان الاستدامة الفنية والإدارية لهذه الأنظمة. لذلك، فإن دراسة أثر تبني تقنيات الطاقة الشمسية في تشغيل محطات الضخ تُعد موضوعاً ذا أهمية استراتيجية لتقييم جدوى التحول إلى الطاقة المتجددة في قطاع المياه، ودعم السياسات الرامية إلى تعزيز الأمن المائي والطاقة في آن واحد. (عبدالعظيم، 2022)

تُعد الطاقة الشمسية من أهم مصادر الطاقة المتجددة وأكثرها وفرة على سطح الأرض، حيث تُستمد مباشرة من إشعاع الشمس، وهو مصدر طبيعي مستدام لا ينضب على مدى ملايين السنين. ومع التزايد المستمر في الطلب العالمي على الطاقة، والتحديات المرتبطة بالتغير المناخي، أصبحت الطاقة الشمسية في قلب الجهود الرامية إلى تحقيق تحول شامل نحو أنظمة طاقة نظيفة وآمنة وفعالة. فقد أدى التطور التكنولوجي الكبير في مجالات الخلايا الكهروضوئية والأنظمة الشمسية الحرارية إلى توسيع نطاق استخدام الطاقة الشمسية، سواء في البيئات الحضرية أو الريفية، وبشكل متسارع خلال العقدين الأخيرين. (العظامات، 2024)

تمتاز الطاقة الشمسية بعدة مزايا بيئية واقتصادية جعلتها بديلاً استراتيجياً للطاقة التقليدية المعتمدة على الوقود الأحفوري. فهي لا تنتج انبعاثات كربونية أثناء التشغيل، ولا تترك خلفها ملوثات تؤثر على

الهواء أو الماء، كما تساهم في تقليل البصمة البيئية للقطاعات المختلفة مثل الصناعة والزراعة والإسكان. ومن الناحية الاقتصادية، فإن تكاليف تركيب أنظمة الطاقة الشمسية، رغم كونها مرتفعة في البداية، سرعان ما تتضاءل أمام وفورات التشغيل على المدى الطويل، خاصة مع الانخفاض التدريجي في أسعار المعدات وزيادة كفاءة الألواح الشمسية. (الزعبي، 2020)

لقد أصبحت الطاقة الشمسية عنصرًا محوريًا في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، لا سيما في مجال تأمين الطاقة للجميع (الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة)، حيث تمكّن المجتمعات، وخصوصًا في المناطق النائية وغير المخدمة كهربائيًا، من الوصول إلى مصدر موثوق ومستقر للطاقة. كما أن اعتماد الطاقة الشمسية يعزز من أمن الطاقة الوطني من خلال تقليل الاعتماد على استيراد الوقود، ويساهم في تنويع مصادر الطاقة ويحد من تقلبات أسعار النفط في الأسواق العالمية. (الشحادات، 2023)

علاوة على ذلك، تُعتبر الطاقة الشمسية محفزًا للابتكار والنمو في قطاعات متعددة، إذ توفر فرصًا كبيرة لتوظيف التكنولوجيا في مجالات مثل تشغيل أنظمة الري، وتحتلية المياه، وتشغيل محطات الضخ، وتوفير الكهرباء للمدارس والمراكز الصحية، مما يساهم في تحسين جودة الحياة وبناء مجتمعات أكثر مرونة واستدامة. كما أن هذا النوع من الطاقة يعكس توجهًا عالميًا متزايدًا نحو التحول الرقمي والأتمتة، من خلال دمجها مع أنظمة ذكية لمراقبة الأداء وتحليل كفاءة التشغيل ومن هذا المنطلق، فإن استثمار الطاقة الشمسية لا يمثل خيارًا بيئيًا فقط، بل هو استراتيجية شاملة لمستقبل أكثر استدامة، تتكامل فيه الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والتكنولوجية لخدمة الأجيال القادمة. (صدقة، 2023)

مشكلة الدراسة

تُعَدّ محطات الضخ من البنى التحتية الحيوية التي تتركز عليها العديد من مشاريع المياه، سواء لأغراض الشرب أو الري أو الاستخدامات الصناعية. وتعتمد هذه المحطات تقليدياً على مصادر الطاقة التقليدية، كالكهرباء من الشبكات الوطنية أو مولدات الديزل، والتي غالباً ما تُعاني من مشكلات متكررة، مثل الانقطاعات المتكررة، والتكاليف التشغيلية المرتفعة، والاعتماد الكبير على الوقود المستورد. ومع تزايد الضغط على الموارد الطبيعية، والالتزامات البيئية الدولية المتعلقة بخفض الانبعاثات الكربونية، بات من الضروري البحث عن بدائل مستدامة وفعالة، مثل الطاقة الشمسية، لتأمين استمرارية تشغيل محطات الضخ وضمان فعالية مشاريع المياه. (عرباوي، 2020)

ورغم التطور التقني المتسارع في أنظمة الطاقة الشمسية، وتوفر البيئة الطبيعية الداعمة لاستخدامها في العديد من المناطق، لا يزال هناك قصور واضح في تبني هذه التقنية بشكل واسع وفَعّال في تشغيل محطات الضخ داخل مشاريع المياه، خاصة في الدول النامية وشبه القاحلة. ويرجع ذلك إلى عدة عوامل متشابكة، مثل ضعف الوعي المؤسسي بجدواها الاقتصادية والتشغيلية، أو غياب التشريعات الداعمة، أو حتى عدم كفاية الدراسات الميدانية التي تُثبت فعالية هذه الأنظمة مقارنةً بالمصادر التقليدية من حيث الأداء والكلفة والصيانة والاعتمادية. (حنونة، 2020)

ومن هنا تنشأ المشكلة البحثية الحالية، حيث تبرز الحاجة الملحة إلى دراسة "أثر تبني تقنيات الطاقة الشمسية في تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه"، لتحديد ما إذا كانت هذه التقنيات تساهم فعلياً في تحسين كفاءة التشغيل، وخفض التكاليف، وزيادة الاستقرار التشغيلي للمحطات، مقارنة بالأنظمة التقليدية. كما أن هذه الدراسة ضرورية لسد فجوة معرفية في الأدبيات العلمية والممارسات الميدانية

المتعلقة بكيفية مواءمة تقنيات الطاقة الشمسية مع طبيعة وحجم واحتياجات محطات الضخ المختلفة.
(بن قانة، 2020)

تتجلى أبعاد المشكلة كذلك في ضعف التوثيق العلمي والتجريبي لتجارب محلية أو إقليمية ناجحة في هذا المجال، مما يجعل من الصعب على صُنّاع القرار والمؤسسات المنفذة لمشاريع المياه أن تستند إلى نماذج واضحة ومثبتة عند اتخاذ قرار التحول إلى الطاقة الشمسية. كما أن غياب دراسات تحليل الأثر الاقتصادي والبيئي بشكل دقيق يعوق فهم الإمكانيات الكامنة لهذه التقنيات، ويحد من تبنيها على نطاق أوسع. وبالتالي، فإن هذه الدراسة تسعى إلى معالجة هذا القصور من خلال تقديم تحليل علمي معمّق لمدى تأثير تبني تقنيات الطاقة الشمسية على أداء وكفاءة محطات الضخ ضمن مشاريع المياه، بما يخدم أهداف الاستدامة والطاقة والمياه في آن واحد. (فارسي، 2020)

أهمية الدراسة

تتبع أهمية دراسة أثر تبني تقنيات الطاقة الشمسية في تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه من الحاجة المتزايدة إلى حلول مستدامة وفعالة لمواجهة التحديات البيئية والاقتصادية التي تواجه قطاع المياه والطاقة. ففي ظل الطلب المتنامي على المياه وتوسع مشاريع البنية التحتية المرتبطة بها، تمثل محطات الضخ عنصراً حيوياً لضمان إيصال المياه بكفاءة إلى المناطق السكنية والزراعية والصناعية. إلا أن اعتماد هذه المحطات على مصادر الطاقة التقليدية، مثل الوقود الأحفوري أو الكهرباء من الشبكات العامة، يعرضها لمخاطر متكررة كارتفاع التكاليف، والانقطاعات، وتأثيرات تغير أسعار الوقود. من هنا، تبرز الطاقة الشمسية كبديل واعد يساهم في تقليل الاعتماد على الطاقة التقليدية وتخفيض التكاليف التشغيلية على المدى الطويل.

تكمُن الأهمية النظرية للدراسة في مساهمتها بتوسيع القاعدة المعرفية المتعلقة باستخدام الطاقة الشمسية في التطبيقات الحيوية، لا سيما في إدارة الموارد المائية. كما تسهم الدراسة في إثراء الأدبيات العلمية المتخصصة من خلال تحليل العلاقة بين التقنية والطاقة والمياه، وتقديم نماذج تحليلية تربط بين كفاءة الضخ ومستوى الاعتماد على الأنظمة الشمسية. وبذلك، فإنها توفر أساسًا يمكن أن يُبنى عليه في دراسات لاحقة حول تحسين التكامل بين أنظمة الطاقة النظيفة ومرافق البنية التحتية الحيوية.

أما الأهمية التطبيقية فتتمثل في تقديم أدلة عملية لصانعي القرار والمهندسين ومديري المشاريع على جدوى استخدام الطاقة الشمسية في محطات الضخ، سواء من حيث الأداء التشغيلي أو الجدوى الاقتصادية أو الأثر البيئي. كما يمكن أن توجه الدراسة السياسات الحكومية في تبني استراتيجيات تدعم نشر هذه التقنيات، من خلال الحوافز والدعم الفني والتشريعي، خصوصًا في المناطق النائية أو الريفية التي تفتقر إلى شبكات الكهرباء المستقرة. كما قد تساعد النتائج المتوقعة في تحسين استهداف الاستثمارات ضمن برامج التنمية المستدامة، وتقليل الفاقد في الطاقة والمياه في آنٍ واحد.

في ضوء ما سبق، تكتسب الدراسة أهمية مزدوجة، فهي من جهة تطرح حلولاً واقعية لمعالجة التحديات التشغيلية في مشاريع المياه، ومن جهة أخرى تُسهم في دفع عجلة التحول نحو اقتصاد أخضر قائم على الطاقة المتجددة، مما يجعلها ذات صلة مباشرة بالأهداف العالمية للتنمية المستدامة، خصوصًا الهدف السادس (المياه النظيفة والصرف الصحي) والهدف السابع (الطاقة النظيفة وبأسعار معقولة).

تعتمد أهمية هذه الدراسة على إسهاماتها النظرية والتطبيقية فيما يلي:

الأهمية النظرية

- ✓ تساهم في إثراء الأدبيات العلمية حول العلاقة بين الطاقة المتجددة وإدارة الموارد المائية.
- ✓ توضح الإطار المفاهيمي لتقنيات الطاقة الشمسية ودورها في تحسين كفاءة محطات الضخ.
- ✓ تدعم بناء نموذج نظري تحليلي يمكن استخدامه في دراسات مستقبلية مشابهة.
- ✓ تساعد في فهم العوامل المؤثرة على أداء محطات الضخ عند استخدام مصادر طاقة بديلة.

الأهمية العملية

- ✓ تقدم حلولاً عملية للمشكلات التشغيلية المتعلقة بتكاليف الطاقة لمحطات الضخ.
- ✓ تساعد متخذي القرار في تقييم جدوى استخدام الطاقة الشمسية في مشاريع المياه.
- ✓ تمكن الجهات المعنية من خفض الانبعاثات الكربونية وتحسين الاستدامة البيئية.
- ✓ تدعم وضع السياسات والاستراتيجيات الوطنية لاعتماد الطاقة المتجددة في القطاعات الحيوية.
- ✓ توفر بيانات واقعية لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة والتقليل من الاعتماد على الشبكات التقليدية.

اهداف الدراسة

تهدف الدراسة إلى أثر تبني تقنيات الطاقة الشمسية بأبعادها المختلفة (عدد ساعات الإشعاع الشمسي اليومي، تكلفة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية، الدعم أو الحوافز الحكومية، الوعي البيئي للمستهلكين) في تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه: دراسة ميدانية على كفاءة المشاريع في المناطق النائية، ويتفرع منه مجموعة من الأهداف الفرعية:

✓ التعرف على عدد ساعات الإشعاع الشمسي اليومي ومدى انعكاسها في تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه.

✓ التعرف على تكلفة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية ومدى انعكاسها في تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه.

✓ التعرف على الدعم أو الحوافز الحكومية ومدى انعكاسها في تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه.

✓ التعرف على الوعي البيئي للمستهلكين ومدى انعكاسها في تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه.

تساؤلات الدراسة

السؤال الرئيسي الأول: ما أثر تبني تقنيات الطاقة الشمسية بأبعادها المختلفة (عدد ساعات الإشعاع الشمسي اليومي، تكلفة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية، الدعم أو الحوافز الحكومية، الوعي البيئي للمستهلكين) في تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه: دراسة ميدانية على كفاءة المشاريع في المناطق النائية، وتتفرع منه عدة أسئلة فرعية كالتالي:

✓ ما أثر التعرف على عدد ساعات الإشعاع الشمسي اليومي ومدى انعكاسها في تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه؟

✓ ما أثر التعرف على تكلفة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية ومدى انعكاسها في تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه؟

✓ ما أثر التعرف على الدعم أو الحوافز الحكومية ومدى انعكاسها في تشغيل محطات الضخ

في مشاريع المياه؟

✓ ما أثر التعرف على الوعي البيئي للمستهلكين ومدى انعكاسها في تشغيل محطات الضخ في

مشاريع المياه؟

فروض الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة على تساؤلاتها يمكن للباحث اعتماداً على الإطار النظري المتعلق

بالدراسة، واستناداً إلى نتائج الدراسات السابقة تم صياغة الفرضيات التالية:

الفرضية الرئيسية الأول: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لأثر تبني تقنيات الطاقة الشمسية بأبعادها

المختلفة (عدد ساعات الإشعاع الشمسي اليومي، تكلفة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية، الدعم أو

الحوافز الحكومية، الوعي البيئي للمستهلكين) في تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه: دراسة

ميدانية على كفاءة المشاريع في المناطق النائية

وينبثق من هذه الفرضية الفرضيات الفرعية الاربعة التالية:

✓ لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لعدد ساعات الإشعاع الشمسي اليومي ومدى انعكاسها في

تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه.

✓ لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتكلفة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية ومدى انعكاسها في

تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه.

✓ لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للدعم أو الحوافز الحكومية ومدى انعكاسها في تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه.

✓ لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للوعي البيئي للمستهلكين ومدى انعكاسها في تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه.

نموذج الدراسة:

المتغير المستقل: الطاقة الشمسية بأبعادها المختلفة (عدد ساعات الإشعاع الشمسي اليومي، تكلفة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية، الدعم أو الحوافز الحكومية، الوعي البيئي للمستهلكين)

المتغير التابع: محطات الضخ

المتغير التابع
محطات الضخ

المتغير المستقل
الطاقة الشمسية

- عدد ساعات الإشعاع الشمسي اليومي
- تكلفة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية
- الدعم أو الحوافز الحكومية
- الوعي البيئي للمستهلكين

دراسات سابقة

1. دراسة (عبد المجيد، 2023) بعنوان:

نموذج مقترح لتسويق محطات الطاقة الشمسية دراسة حالة شركة باور هورس انترناشونال

لخدمات البترول

أصبحت الطاقة المتجددة، وخاصةً الطاقة الشمسية، من أهم مصادر الطاقة عالميًا، إذ تُعتبر خيارًا استراتيجيًا لتلبية احتياجات الطاقة المحلية والعالمية المستقبلية. وعليه، تسعى هذه الدراسة إلى تطوير نموذج لتسويق محطات الطاقة الشمسية، وتحديد الآليات المناسبة لتشجيع استخدامها في مجتمعنا. ويهدف ذلك إلى مساعدة الشركات المتخصصة في بناء محطات الطاقة الشمسية على تحسين أدائها وتحقيق أهدافها، بالإضافة إلى تطبيق مبادئ الاستدامة في عملية التطوير والحفاظ على البيئة ومواردها. ولتحقيق أهدافها، تقترح الدراسة نموذجًا لتسويق محطات الطاقة الشمسية لتطبيقه في شركة باورهاوس الدولية للخدمات البترولية. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، واستبانة كأداة رئيسية لجمع البيانات الأولية اللازمة. وُزِع الاستبانة على عينة من الموظفين الدائمين في المستويات الإدارية العليا والمتوسطة والتنفيذية في جميع التخصصات، حيث تم إشراكهم في آرائهم حول موضوع الدراسة. وتوصلت الدراسة إلى عدة نتائج، أهمها وجود علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين عناصر المزيج التسويقي لمحطات الطاقة الشمسية وتحقيق التنمية المستدامة من خلال بُعد التوافق التشغيلي.

2. دراسة (السرطان، 2023) بعنوان:

محددات القرار الشرائي لأنظمة الطاقة الشمسية المنزلية في الأردن

هدفت هذه الدراسة إلى قياس أثر محددات قرار شراء أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية من وجهة نظر أصحاب شركات الطاقة الشمسية في الأردن. تناولت الدراسة أربعة متغيرات مستقلة رئيسية هي: المحددات الثقافية والاجتماعية والقانونية والمالية، ودرست أثرها على المتغير التابع (قرار شراء أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية). تكون مجتمع الدراسة من (1705) موظفًا وموظفة يعملون في شركات الطاقة الشمسية في الأردن بمستويات وظيفية مختلفة. تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي لهذه الدراسة، حيث تم تطوير استبانة كأداة للدراسة، وتم توزيع (324) استبانة إلكترونيًا على أفراد عينة الدراسة. تم اختيار عينة مناسبة، وتم استرجاع (260) استبانة، أي ما نسبته (80%) من عدد الاستبيانات الموزعة. تم استخدام برنامج (SPSS) لتحليل البيانات ومعالجتها إحصائيًا لاختبار فرضيات الدراسة وتحقيق أهدافها. كشفت النتائج عن وجود تأثير لكل من المحددات المالية والاجتماعية والقانونية، على التوالي، على قرار شراء أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية، مع استبعاد تأثير المحددات الثقافية. كما أظهرت النتائج وجود تأثير لكل من المجموعات المرجعية، والدخل، وتوافر ضمان المنتج على قرار شراء أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية. وبينما كان انخفاض الوعي بأنظمة الطاقة الشمسية المنزلية، وضيق المساحة، وطول فترة الاسترداد من أهم محددات قرار شراء أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية، أوصى الباحث بضرورة توعية الأفراد بفوائد امتلاك أنظمة الطاقة المنزلية،

وزيادة اهتمام الشركات بتدريب الموظفين على التواصل الفعال وتوفير المعلومات الدقيقة بهدف تعزيز التواصل مع العملاء وتلبية احتياجاتهم على أكمل وجه.

3. دراسة (البهنسي، 2022) بعنوان:

أثر الإنتاج الرشيق في الأداء التنظيمي لشركة فيلادلفيا للطاقة الشمسية: الدور المعدل لنظام التخطيط لموارد المؤسسة

هدفت الدراسة إلى قياس أثر الإنتاج الرشيق بأبعاده المتمثلة في الصيانة الشاملة، وإدارة الجودة الشاملة، وعلاقات التكامل مع الموردين على الأداء التنظيمي باستخدام بطاقة الأداء المتوازن بأبعادها (رضا العملاء، والعمليات الداخلية، والأداء المالي) في شركة فيلادلفيا للطاقة الشمسية. كما اختبرت أثر نظام تخطيط موارد المؤسسة في تعديل أثر الإنتاج الرشيق بأبعاده المركبة على الأداء التنظيمي باستخدام بطاقة الأداء المتوازن بأبعاده المركبة في شركة فيلادلفيا للطاقة الشمسية. اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي الكمي، وتألف مجتمع الدراسة من موظفي شركة فيلادلفيا للطاقة الشمسية والبالغ عددهم (100) فردًا ممن يشغلون مناصب مدير عام، ومدير قسم، ورئيس قسم، وموظف إداري، وفني/مساعد فني، وموظف إنتاج في إدارات الإدارة العامة، والإنتاج، والجودة، والمشتريات، والتسويق، والمبيعات، والمالية، والموارد البشرية. وقد تم جمع البيانات والمعلومات من جميع أفراد المجتمع من خلال مسح شامل. ولتحقيق الأهداف المرجوة من هذه الدراسة، تم تصميم استبيان وتوزيعه على أفراد وحدة العينة. تم استرداد (98) استبانة صالحة للتحليل الإحصائي، والتي أظهرت بدورها مجموعة من النتائج، أهمها وجود تأثير ذي دلالة إحصائية للإنتاج الرشيق بأبعاده على الأداء التنظيمي

باستخدام بطاقة الأداء المتوازن بأبعادها في شركة فيلادلفيا للطاقة الشمسية. كما خلصت الدراسة إلى أن تأثير الإنتاج الرشيق بأبعاده مجتمعة على الأداء التنظيمي باستخدام بطاقة الأداء المتوازن بأبعاده مجتمعة يزداد بشكل ملحوظ في وجود نظام تخطيط موارد المؤسسة. وبناءً على هذه النتائج، قدمت الدراسة عددًا من التوصيات، أهمها: ضرورة استمرار اهتمام شركة فيلادلفيا للطاقة الشمسية بالإنتاج الرشيق بجميع أبعاده وتبني أبعاد جديدة مثل التعلم والنمو بهدف زيادة نمو الشركة في جميع الجوانب، وضرورة تركيز إدارة الشركة على تداول المعلومات ومشاركتها بين جميع المستويات الإدارية داخل الشركة من خلال تطبيق الاستخدام الأمثل لنظام تخطيط موارد المؤسسة.

4. دراسة (فارسي، 2020) بعنوان:

دراسة نظرية على تأثير شدة هبوب التيارات الهواء على كفاءة الأجهزة التي تعمل بالطاقة الشمسية

في هذا العمل، أجرينا دراسة تجريبية لتأثير الرياح على الأجهزة التي تعمل بالطاقة الشمسية. أجرينا الدراسة على بعض الأجهزة، بما في ذلك المجمعات الشمسية والمداخن الشمسية. أظهرت دراستنا أنه كلما زادت سرعة الرياح، زادت إنتاجية الأجهزة. ومع ذلك، إذا تجاوزت سرعة الرياح السرعة الحرجة، فإنها تؤثر سلبًا على الأجهزة التي تعمل بالطاقة الشمسية.

5. دراسة (بن قانة، 2020) بعنوان:

الأهمية الطاقوية والاقتصادية في استغلال الطاقة الشمسية في عملية الطهي الشمسي

يتزايد الطلب العالمي على الطاقة لتغطية احتياجاته اليومية من الطعام تدريجيًا مع تزايد عدد السكان. في الجزائر، يتسبب استخدام الحطب للطهي في استنزاف موارد الغابات، وبالتالي التصحر، مما يؤدي إلى عواقب وخيمة على النظام البيئي. من ناحية أخرى، يؤدي استخدام مصادر الطاقة التقليدية (الغاز الطبيعي) إلى مشاكل بيئية خطيرة. يهدف هذا البحث إلى دراسة الأهمية الطاقوية والاقتصادية لاستخدام الطاقة الشمسية في الطهي الشمسي، لجعل هذا المطبخ الشمسي فعالاً في جميع الظروف المناخية المختلفة في الجزائر، وخاصةً في الجنوب. ويُعتبر استخدام المطابخ الشمسية في جميع مناطق الجزائر محوراً مهماً في هذه المشكلة.

الفجوة البحثية

تُظهر الدراسات السابقة التي تم استعراضها اهتمامًا ملحوظًا بتطبيقات الطاقة الشمسية في مجالات متنوعة، كالتسويق (عبد المجيد، 2023)، والسلوك الشرائي (السرطان، 2023)، والأداء التنظيمي والإنتاج الرشيق (البهنسي، 2022)، والتأثيرات البيئية والميكانيكية مثل الرياح (فارسي، 2020)، وأخيرًا الاستخدامات المنزلية للطهي الشمسي (بن قانة، 2020). وعلى الرغم من تنوع هذه الدراسات وثنائها في تحليل العوامل الاقتصادية والفنية والسلوكية لاستخدام الطاقة الشمسية، إلا أن الفجوة البحثية لا تزال قائمة فيما يخص استخدام تقنيات الطاقة الشمسية في قطاع حيوي وحساس كتشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه، خصوصًا في المناطق النائية التي تعاني من ضعف البنية التحتية وارتفاع كلفة التشغيل التقليدية.

فمن ناحية، ركّزت دراسة (عبد المجيد، 2023) على بناء نموذج تسويقي لتوسيع استخدام محطات الطاقة الشمسية، لكنها لم تتطرق إلى تأثير هذه التقنية على أداء المنشآت الخدمية أو البنية التحتية العامة. أما دراسة (السرّحان، 2023) فاقترنت على تحليل محددات القرار الشرائي للأفراد في السوق المحلي، دون الربط بين هذه الأنظمة وبين كفاءة الأداء في المشاريع التنموية أو الخدمات العامة مثل المياه. وعلى نفس النسق، تناولت دراسة (البهنسي، 2022) التأثير التنظيمي للإنتاج الرشيق داخل شركة تصنيع ألواح شمسية، لكن دون ربط هذا الإنتاج بالقطاعات الخدمية كإمدادات المياه.

في المقابل، تناولت دراسة (فارسي، 2020) جانباً بيئياً ضيقاً يتمثل في أثر التيارات الهوائية على كفاءة الأجهزة، ما يعزز الجانب الميكانيكي لاستخدام الطاقة الشمسية، لكنه لم يتوسع ليشمل نظم التشغيل المتكاملة مثل محطات الضخ. أما دراسة (بن قانة، 2020)، فقد ركّزت على الاستفادة من الطاقة الشمسية في الاستخدام المنزلي، خاصةً في الطبخ، دون معالجة أي علاقة بالأنظمة التحتية أو كفاءة مشاريع المياه، والتي تُعد من التحديات الأساسية في المناطق النائية.

وبالتالي، تبرز الفجوة البحثية الرئيسية في أن الدراسات السابقة لم تُعالج بشكل مباشر أو متكامل العلاقة بين تبني تقنيات الطاقة الشمسية وتشغيل محطات الضخ للمياه، وخصوصاً في المناطق النائية التي تعاني من ضعف الاتصال بالشبكة الكهربائية وارتفاع تكلفة الوقود. كذلك، لا تتوفر دراسات ميدانية تربط بين تبني هذه التقنيات وكفاءة الأداء التشغيلي للمشاريع المائية، أو تقيّم أثرها على استدامة الموارد وجودة الخدمة المقدمة في تلك المناطق. وهو ما تسعى الدراسة الحالية إلى معالجته، من خلال استقصاء الأثر الفعلي لتقنيات الطاقة الشمسية على تشغيل محطات الضخ وتحقيق الكفاءة في مشاريع المياه النائية، في سياق بيئي واقتصادي محلي يحتاج إلى حلول مستدامة وعملية.

المنطلقات النظرية للدراسة

تقوم الدراسة المعنونة بـ(أثر تبني تقنيات الطاقة الشمسية في تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه) على عدد من المنطلقات النظرية التي تمثل الأسس الفكرية والمنهجية التي تركز عليها إشكالية البحث، وتوجه مجالات التحليل والاستقصاء. وتتمثل هذه المنطلقات فيما يلي:

أولاً، نظرية التنمية المستدامة تشكل منطلقاً محورياً للدراسة، إذ إن اعتماد الطاقة الشمسية كمصدر بديل للطاقة في تشغيل محطات الضخ يعكس توجهاً عملياً نحو تحقيق الاستخدام الرشيد للموارد الطبيعية، وتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة الأحفورية. وقد بات من المسلّم به أن المشاريع التنموية، خاصة في القطاعات الحيوية مثل المياه، يجب أن تُدار بأساليب مستدامة تضمن استمراريته بأقل الأضرار البيئية الممكنة. تبني الطاقة الشمسية في هذا السياق لا يُعد خياراً تقنياً فقط، بل هو قرار استراتيجي متكامل يخدم البُعد البيئي والاقتصادي والاجتماعي في آنٍ واحد.

ثانياً، نظرية تبني التكنولوجيا (Technology Adoption Theory)، وبخاصة نموذج "ديفيس" (TAM)، تسهم في فهم المحددات التي تؤثر في قرار الجهات الحكومية أو المنفذة للمشاريع المائية في اعتماد تقنيات الطاقة الشمسية. فالمنفعة المدركة وسهولة الاستخدام، إضافة إلى الضغوط البيئية والمالية، تعتبر محركات حقيقية لتبني هذه الأنظمة. ومن خلال هذه النظرية، يمكن تحليل درجة تقبل التقنيين والمهندسين والمنفذين في مشاريع المياه لمفهوم الاعتماد على الطاقة الشمسية، وتحديد المعوقات الفنية والإدارية المرتبطة بها.

ثالثاً، تستند الدراسة إلى نظرية الكفاءة التشغيلية، التي تفترض أن كل تحسين في البنية التقنية أو التشغيلية لمحطات الخدمة ينعكس بشكل مباشر على رفع مستوى الكفاءة وتقليل التكاليف. ومن هذا المنطلق، فإن تبني الطاقة الشمسية لا يُعد فقط تغييراً في مصدر الطاقة، بل هو تدخل تقني مؤثر يعيد تشكيل آلية عمل محطات الضخ، من حيث أوقات التشغيل، والاعتماد على الصيانة، وانخفاض الأعطال، مما يعزز الأداء الكلي للمشروع.

رابعاً، نظرية الاقتصاد المؤسسي الجديد (New Institutional Economics) تُمكن الدراسة من تحليل الأطر التنظيمية والمؤسسية التي تحيط بتبني تقنيات الطاقة الشمسية في مشاريع البنية التحتية. فتبني هذه التقنيات لا يعتمد فقط على الجاهزية التكنولوجية، بل يرتبط بالسياسات العامة، وقدرة المؤسسات المعنية على خلق بيئة ممكنة للتطبيق، من خلال الحوافز المالية، والدعم الفني، وتبسيط الإجراءات البيروقراطية، خاصة في المشاريع الحكومية.

خامساً، تنطلق الدراسة من مدخل العدالة المكانية الذي يُعنى بتمكين المناطق النائية من الحصول على خدمات مائية عادلة ومستدامة، وهو ما يصعب تحقيقه دون حلول مرنة وميسورة التكلفة، مثل الطاقة الشمسية. فالاعتماد على الشبكة الكهربائية الوطنية في هذه المناطق غالباً ما يكون محدوداً أو غير اقتصادي، ما يجعل الطاقة الشمسية خياراً مثالياً لتعزيز العدالة في توزيع الخدمات.

وبالاستناد إلى هذه المنطلقات النظرية مجتمعة، تسعى الدراسة إلى تقديم إطار علمي لفهم العلاقة بين تبني الطاقة الشمسية وكفاءة تشغيل محطات الضخ، مع التركيز على السياق المحلي في المناطق النائية، وتحليل الأبعاد البيئية والتقنية والتنظيمية التي تحكم هذا التبني وتؤثر على فاعليته في دعم مشاريع المياه.

المنهجية وطرق البحث:

تم اتباع المنهج الوصفي والمنهج التحليلي كأسلوب مناسب للوصف، الذي يتطابق مع الفصول النظرية أما في الفصل التطبيقي التحليلي والمنهج الاستنباطي من أجل تحليل وتقييم البيانات المتحصل عليها في الاستبانة للمؤسسة محل الدراسة باعتباره ملائماً لتقرير الحقائق وفهم مكونات الموضوع، مع إخضاعه للدراسة الدقيقة وتحليل أبعاده، والتي سنتطرق إليها في الفصل التطبيقي في دراسة الحالة.

يعتمد اختيار المنهج الملائم لطبيعة البحث على طبيعة المشكلة والهدف من دراستها، ومن أجل الإحاطة بمختلف جوانب الدراسة سيتم الاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي، فالأسلوب الوصفي مناسب للوصف الذي يتطابق مع الفصول النظرية، أما في الفصل التطبيقي التحليلي والمنهج الاستنباطي من أجل تحليل وتقييم البيانات المتحصل عليها في الاستبانة محل الدراسة، حيث يسهم هذا المنهج في الإجابة عن التساؤلات البحثية من خلال جمع البيانات ومن ثم تحليلها ومناقشتها. وهذا المنهج هو المستخدم في معظم الدراسات السابقة.

مصادر جمع البيانات

➤ **المصادر الثانوية:** وتشمل البيانات والمعلومات الموجودة في الكتب والمراجع، والرسائل

الجامعية وأوراق العمل والمجلات والدوريات والمؤتمرات العلمية وورش العمل، بالإضافة إلى

التقارير المنشورة وغير المنشورة التي تناولت الموضوع في مختلف المؤسسات ذات الصلة.

➤ **المصادر الأولية:** اعتمدت الدراسة على الاستبانة كأداة رئيسية في جمع البيانات من مصادرها

والتي تم تصميمها خصيصاً لهذا الغرض على Google Forms وإرسال رابطها إلى مجتمع

البحث.

أدوات الدراسة:

تعرف أداة البحث بأنها "الوسيلة التي تتم بواسطتها عملية جمع البيانات بهدف الإجابة عن تساؤلاته ، وسيعتمد الباحثين في جمع البيانات على الاستبانة، والتي تعرف بأنها "صيغة محددة من الفقرات والأسئلة تهدف إلى جمع البيانات من أفراد البحث"

حيث تكونت من قسمين رئيسيين هما:

- **القسم الأول:** وهو الجزء الخاص بالمتغيرات الديمغرافية لأفراد عينة الدراسة ، والمتمثلة ب: النوع ، والعمر، والمؤهل العلمي، والمستوى الوظيفي.
- **القسم الثاني:** اشتمل القسم الثاني على الفقرات والأبعاد التي تقيس متغيرات الدراسة المستقل والتابع.

الأساليب الإحصائية المستخدمة

تم استخدام الأساليب الإحصائية التالية لتحقيق أهداف الدراسة:

- معامل " ألفا كرونباخ " لقياس ثبات أداة الدراسة ومعامل الارتباط بيرسون لقياس صدق أداة الدراسة والعلاقة بين المتغيرات
- التكرارات والنسب المئوية والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري المتعلقة بمتغيرات الدراسة ولجميع الاستجابات على فقرات الاستبيان.
- معامل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر كل بعد من أبعاد المتغير المستقل على المتغير التابع

أداة الدراسة

تم تصميم الاستبانة في الدراسة الحالية لتتناسب مع متغيرات البحث من خلال الاطلاع على الدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع الدراسة. تتكون الاستبانة من قسمين رئيسيين:

القسم الأول: يتناول المتغيرات الديمغرافية لأفراد عينة الدراسة من العاملين في وزارة الصحة السعودية، ويشمل المسمى الوظيفي، العمر، المستوى التعليمي، وعدد سنوات الخبرة.

القسم الثاني: يحتوي على الفقرات التي تقيس المتغيرات المستقلة والتابعة في الدراسة.

أولاً: المتغير المستقل – الطاقة الشمسية، ويُقاس من خلال 15 فقرة مقسمة أربعة أبعاد رئيسية:

1. عدد ساعات الإشعاع الشمسي اليومي

2. تكلفة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية

3. الدعم أو الحوافز الحكومية

4. الوعي البيئي للمستهلكين

ثانياً: المتغير التابع – محطات الضخ، ويُقاس من خلال (10) فقرة موزعة.

حدود الدراسة:

– حدود موضوعية: تقتصر الدراسة على تحليل أثر تبني تقنيات الطاقة الشمسية بأبعادها

المختلفة (عدد ساعات الإشعاع الشمسي اليومي، تكلفة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية، الدعم

أو الحوافز الحكومية، الوعي البيئي للمستهلكين) في تشغيل محطات الضخ في مشاريع المياه:

دراسة ميدانية على كفاءة المشاريع في المناطق النائية

– **حدود زمانية** : تم إعداد الدراسة في عام 2025.

– **حدود بشرية**: تقتصر الحدود البشرية لهذه الدراسة على العاملين في مشاريع في المناطق

النائية

المراجع

المراجع باللغة العربية

1. بوعلاتي، سلوى، لقوقي، بشرة، و بوعلاتي، يمينة. (2020). دراسة تجريبية لإنتاج الهيدروجين باستعمال الطاقة الشمسية عن طريق المياه الصاعدة إلى سطح الأرض بمدينة ورقلة "الشط" (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة قاصدي مرباح - ورقلة، ورقلة.
2. ركبى، نهلة، طاوس، خولة، و بالحاج، محمد مصطفى. (2021). تحسين فعالية المركّزات الشمسية من النوع القطع المكافئ الأسطوانى من خلال أبعاد وأشكال الأنبوب الماص (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة قاصدي مرباح - ورقلة، ورقلة.
3. بن عبد الله، نجاح، طقيع، سامية، راشدي، محمد ياسين، و بشكي، جمال. (2020). المساهمة في تعميم المركّزات الشمسية الكهروضوئية الحوضية عبر كامل الولايات الجزائرية (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة قاصدي مرباح - ورقلة، ورقلة.
4. عبدالعظيم، حاتم محمد رضا محمد، محمد، وائل فوزي عبدالباسط، و يوسف، وليد. (2022). تعظيم استفادة مصر من الطاقة الشمسية في ظل رؤية 2030-2020: دراسة مقارنة (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة عين شمس، القاهرة.
5. العظامات، المثنى يحيى حامد، و العون، سالم سفاح حنيان. (2024). تقييم تأثير السياسات التنظيمية والبنية التحتية على التحول نحو استخدام الطاقة الشمسية في الأردن (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة آل البيت، المفرق.

6. الزعبي، سلام محمد، و الشقور، سطاتم سالم مقل. (2020). تحديد أفضل المواقع لتوليد الطاقة الشمسية في محافظة البلقاء باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة مؤتة، مؤتة.
7. الشحاتات، محمود قاسم عبدالله، و الشقور، سطاتم سالم مقل. (2023). تحديد المواقع الأمثل لإنشاء مشاريع الطاقة الشمسية في لواء القطرانة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة مؤتة، مؤتة.
8. صدقة، وليد إبراهيم، و العفشيات، تيسير محمد. (2023). أثر التنمية المستدامة في تحقيق الميزة التنافسية في قطاع الطاقة الشمسية في المملكة الأردنية الهاشمية (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة عمان العربية، عمان.
9. عرباوي، صباح، و تليلي، صالح. (2020). دراسة تموقع محطات الطاقة الهجينة خلايا الشمسية وتربينية توليد لثلاثة مناطق مختارة في ولاية ورقلة (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة قاصدي مرباح - ورقلة، ورقلة.
10. حنونة، حليلة، غنوم، مجدة، و سوداني، محمد البار. (2020). تخزين الطاقة الشمسية الحرارية بواسطة المواد متغيرة الطور PCM في منطقة ورقلة (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة قاصدي مرباح - ورقلة، ورقلة.
11. بن قانة، انتصار، سالمي، خضرة، و بالحاج، محمد مصطفى. (2020). الأهمية الطاقوية والاقتصادية في استغلال الطاقة الشمسية في عملية الطهي الشمسي (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة قاصدي مرباح - ورقلة، ورقلة.

12. فارسي، جميلة، بقاص، نور جيهان، و بالحاج، محمد مصطفى. (2020). دراسة

نظرية على تأثير شدة هبوب التيارات الهواء على كفاءة الأجهزة التي تعمل بالطاقة الشمسية

(رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة قاصدي مرياح - ورقلة، ورقلة.

13. البهنسي، محمد توفيق، و أبو بكر، سحر محمد محمود. (2022). أثر الإنتاج

الرشيق في الأداء التنظيمي لشركة فيلادلفيا للطاقة الشمسية: الدور المعدل لنظام التخطيط

لموارد المؤسسة (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة عمان العربية، عمان.

14. السرحان، فاطمة محمد عيد، و العون، سالم سفاح حنيان. (2023). محددات القرار

الشرائي لأنظمة الطاقة الشمسية المنزلية في الأردن (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة

آل البيت، المفرق.

15. عبدالمجيد، سامح حمدي حسنين، عمارة، أميرة محمد، و محمد، رمضان محمد

حسين. (2023). نموذج مقترح لتسويق محطات الطاقة الشمسية: دراسة حالة شركة باور

هورس انترناشونال لخدمات البترول (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة حلوان، حلوان.

مراجع باللغة الإنجليزية

1. Al-Shibli, Ahmed Nasri Ahmed, and Hamdan, Mohammed. (2020).

Performance of Hybrid Gas Turbine Power Plant Using Concentrated

Solar Power System "CSP" (Unpublished Master's Thesis). University

of Jordan, Amman.

2. Al-Jaafari, Tamer Mishal Abdul-Mahdi, Al-Adinat, Abdullah Ibrahim Muslim, and Al-Dmour, Ali Salem Ali. (2021). The Application of Deep Learning Techniques for Solar Power Forecasting (Unpublished Master's Thesis). Mutah University, Mutah.
3. Abu Ghaith, Asmaa Salama Abdullah, and Al-Duwairi, Hamza Mustafa. (2021). Modeling of Solar Energy Storage Using Parabolic Trough Collectors Filled with Porous Media (Unpublished Master's Thesis). University of Jordan, Amman.
4. Al-Abdali, Aktham Mohi Sharif, and Amari, Handari Diab Sweilem. (2021). Thermal Energy Storage Using Phase-Change Material in Evacuated-Tubes Solar Collectors (Unpublished Master's Thesis). Mu'tah University, Mu'tah.
5. Hussein, Ali Adel Hussein, and Abu Tabra, Talib Kashash Murtada. (2021). Evaluate the Performance of Cooling Photovoltaic Solar Panels under Different Concentrations and Flow Rate of Nano-Fluids (Unpublished Master's Thesis). Mu'tah University, Mu'tah.

Mid Ocean University

College of Management

Master of project management



**The impact of adopting solar energy technologies on the
operation of pumping stations in water projects: a field
study on the efficiency of projects in remote areas.**

Preparation:

Ali Saad Mohammed Alasmari

251000490

Supervision:

Dr. Al-Faisal Abdelhamid Mohamed Hassan

Dr. Fayez Jarad

1447-2025