

أثر إدارة الطاقة على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات

بينبع: دراسة ميدانية

إعداد الطالب/

مجد خالد الغنيم

253000834

إشراف/

د. الفيصل عبد الحميد محمد حسن

د. فايز جراد

العام الدراسي: 2026

3	.....	مقدمة:
5	.....	مشكلة الدراسة
6	.....	أهمية الدراسة:
6	.....	الأهمية العلمية (النظرية)
6	.....	الأهمية العملية (التطبيقية)
7	.....	أهداف الدراسة:
8	.....	تساؤلات الدراسة
8	.....	فروض الدراسة:
9	.....	الدراسات السابقة:
9	.....	المحور الأول: الدراسات المتعلقة بالمتغير المستقل (إدارة الطاقة) وعلاقته بمتغيرات أخرى
9	.....	أولاً: الدراسات العربية
11	.....	ثانياً: الدراسات الأجنبية
12	.....	المحور الثاني: الدراسات المتعلقة بالمتغير التابع (خفض التكاليف التشغيلية) وعلاقته بمتغيرات أخرى
12	.....	أولاً: الدراسات العربية
14	.....	ثانياً: الدراسات الأجنبية
15	.....	الفجوة البحثية
16	.....	المنطلقات النظرية للدراسة:
20	.....	المنهجية وطرق البحث:
21	.....	مجتمع وعينة الدراسة
21	.....	مصادر جمع البيانات
22	.....	أدوات الدراسة:
22	.....	الأساليب الإحصائية المستخدمة
23	.....	حدود الدراسة:
25	.....	المراجع:
25	.....	أولاً: المراجع العربية
26	.....	ثانياً: المراجع الأجنبية

مقدمة:

يشهد العالم اليوم اهتماماً متزايداً بإدارة الطاقة باعتبارها أحد المداخل الإدارية الحديثة التي تُمكن المنظمات الصناعية من مواجهة التحديات الاقتصادية والبيئية المتصاعدة، وتعد إدارة الطاقة منظومة متكاملة من السياسات والإجراءات والممارسات التي تهدف إلى تحسين كفاءة استخدام الطاقة في جميع مراحل العمليات الإنتاجية، بدءاً من التخطيط والرقابة وصولاً إلى التقييم والتحسين المستمر، وقد تطور مفهوم إدارة الطاقة من مجرد إجراءات تقنية بسيطة لترشيد الاستهلاك إلى فلسفة إدارية شاملة تتضمن أبعاداً استراتيجية وتشغيلية وتقنية وبشرية، وأصبحت جزءاً لا يتجزأ من منظومة الإدارة المتكاملة في المنظمات الصناعية الرائدة

كما أسهم صدور المواصفة الدولية ISO 50001 لأنظمة إدارة الطاقة في توحيد المفاهيم والممارسات وتوفير إطار معياري يُمكن المنظمات من تطبيق إدارة الطاقة بشكل منهجي ومنظم، حيث أثبتت الدراسات أن تطبيق هذه المواصفة يُحقق وفورات طاقوية تتراوح بين 3-10% خلال السنوات الأولى من التطبيق. (Thollander & Palm, 2022)

وتتضمن إدارة الطاقة الفعّالة مجموعة من الأبعاد المترابطة التي تعمل بتكامل لتحقيق الأهداف المنشودة، ويُمثل التخطيط الطاقوي البُعد الأول الذي يشمل وضع الرؤية والسياسات والأهداف الطاقوية، وتحديد مؤشرات الأداء الرئيسية، ورصد الموارد والميزانيات اللازمة لبرامج ترشيد الطاقة، فضلاً عن تحليل أنماط الاستهلاك وتحديد الفرص التحسينية، ويتمثل في أنظمة المراقبة والتحكم التي تُتيح قياس ورصد استهلاك الطاقة بشكل آني ومستمر، وتحديد مواطن الهدر والفاقد، واتخاذ الإجراءات التصحيحية الفورية، وتوفير البيانات اللازمة لاتخاذ القرارات المبنية على الأدلة. (Sudhakaran et al., 2023).

وتكتسب إدارة الطاقة أهميتها الاستراتيجية من تأثيرها المباشر على أداء المنظمات الصناعية من أبعاد متعددة. فمن الناحية الاقتصادية، تُسهم إدارة الطاقة في خفض تكاليف التشغيل وتحسين هوامش الربحية وتعزيز القدرة التنافسية في الأسواق المحلية والعالمية، وتُساعد في تقليل الانبعاثات الكربونية

والملوّثات الناتجة عن عمليات الاحتراق واستهلاك الطاقة، مما يدعم التزام المنظمات بمتطلبات الاستدامة والمسؤولية الاجتماعية.

وتُمثّل التكاليف التشغيلية أحد أهم المحددات الرئيسية للأداء المالي والقدرة التنافسية للمنظمات الصناعية، وتشمل جميع النفقات والمصروفات المرتبطة بتشغيل المنظمة وإدارة عملياتها اليومية لإنتاج السلع أو تقديم الخدمات. وتتضمن التكاليف التشغيلية في القطاع الصناعي عدة بنود رئيسية، أبرزها تكاليف الطاقة والمواد الخام والعمالة المباشرة وغير المباشرة، وتكاليف الصيانة والإصلاح، والمصروفات الإدارية والعمومية، وتكاليف التخزين والنقل والتوزيع، وتتفاوت الأهمية النسبية لكل بند من هذه البنود وفقاً لطبيعة الصناعة وخصائصها، ففي الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة كالبتروكيماويات والإسمنت والحديد والصلب قد تُشكّل تكاليف الطاقة ما بين 40-60% من إجمالي التكاليف التشغيلية، مما يجعلها محوراً رئيسياً لجهود الترشيد والتحسين (البغدادي، 2023).

ويُعدّ خفض التكاليف التشغيلية هدفاً استراتيجياً تسعى إليه المنظمات الصناعية بمختلف أحجامها وأنشطتها، وذلك لتعزيز هامش الربحية وتحسين العائد على الاستثمار وضمان الاستمرارية والنمو في بيئة أعمال تتسم بالتنافسية الشديدة والتغير المستمر، وتتعدد المداخل والاستراتيجيات المستخدمة لخفض التكاليف التشغيلية في الفكر الإداري المعاصر، ومن أبرزها التصنيع الرشيق الذي يُركّز على التخلص من الهدر بجميع أشكاله، وإدارة الجودة الشاملة التي تُقلّل من تكاليف الفشل وإعادة العمل، وإعادة هندسة العمليات التي تُعيد تصميم العمليات بشكل جذري لتحسين الأداء، فضلاً عن الأتمتة والتحول الرقمي والذكاء الاصطناعي الذي يُسهم في رفع الإنتاجية وتقليل الاعتماد على العمالة. (السيد، 2023).

و تأتي هذه الدراسة لاستكشاف أثر إدارة الطاقة بأبعادها الثلاثة (التخطيط الطاقوي، أنظمة المراقبة والتحكم، الصيانة الوقائية للمعدات) على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية، سعياً لتقديم إسهام علمي وعملي يُثري الأدبيات العربية في هذا المجال، ويُوفّر لصناع القرار في القطاع الصناعي السعودي توصيات مبنية على أدلة علمية تدعم جهودهم في تحسين الأداء وتعزيز القدرة التنافسية وتحقيق أهداف رؤية المملكة 2030 .

مشكلة الدراسة

تُعدّ صناعة البتروكيماويات من أكثر الصناعات كثافةً في استهلاك الطاقة على المستوى العالمي، إذ تستحوذ على ما يقارب 10 % من إجمالي الطلب العالمي على الطاقة الصناعية وفقاً لتقارير وكالة الطاقة الدولية (IEA, 2023) وفي ظل التحديات الاقتصادية المتصاعدة والتقلبات في أسعار الطاقة والمواد الخام، أصبحت إدارة الطاقة ضرورة استراتيجية وليست خياراً ثانوياً للمنشآت الصناعية الساعية للحفاظ على قدرتها التنافسية. وتشير الدراسات إلى أن تكاليف الطاقة تُشكّل ما بين 40-60 % من التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات (البغدادي، 2023)، مما يجعل ترشيد استهلاك الطاقة مدخلاً محورياً لخفض التكاليف وتحسين الربحية.

وقد أكدت دراسة (Thollander & Palm, 2022) أن تطبيق أنظمة إدارة الطاقة وفق المعايير الدولية كـ ISO 50001 يُحقق وفورات تتراوح بين 3-10 % من إجمالي استهلاك الطاقة، بينما أشارت دراسة (Sudhakaran et al., 2023) إلى إمكانية تحقيق وفورات طاوقية تصل إلى 6.25 كوادريليون وحدة حرارية بحلول عام 2050 من خلال تبني تقنيات كفاءة الطاقة في الصناعات كثيفة الاستهلاك.

ويتضح وجود فجوة بحثية واضحة؛ فعلى صعيد الهدف، ركزت معظم الدراسات العربية كدراسة (بوزريع وسراج، 2022) على ترشيد الطاقة من منظور بيئي واستدامة، ودراسة (السيد، 2023) على التصنيع الرشيق وخفض التكاليف دون التركيز على إدارة الطاقة تحديداً، بينما تناولت الدراسات الأجنبية كدراسة (Sudhakaran et al., 2023) كفاءة الطاقة من منظور إزالة الكربون، ولم تُعالج أيّ منها العلاقة المباشرة بين إدارة الطاقة وخفض التكاليف التشغيلية في قطاع البتروكيماويات تحديداً. وعلى صعيد الأبعاد، اقتصرَت الدراسات السابقة على تناول بُعد أو بُعدين من أبعاد إدارة الطاقة.

وبناءً على ما سبق، تتبلور مشكلة الدراسة في السؤال الرئيسي التالي:

ما أثر إدارة الطاقة بأبعادها (التخطيط الطاقوي، أنظمة المراقبة والتحكم، الصيانة الوقائية للمعدات) على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية؟

أهمية الدراسة:

الأهمية العلمية (النظرية)

تستمد الدراسة الحالية أهميتها العلمية من عدة اعتبارات:

- تسهم هذه الدراسة في إثراء المكتبة العربية بدراسة علمية متخصصة تتناول العلاقة بين إدارة الطاقة وخفض التكاليف التشغيلية في قطاع البتروكيماويات، وهو ما يُعد إضافة نوعية للأدبيات العلمية في هذا المجال.
- تُعالج هذه الدراسة فجوة بحثية واضحة في الدراسات العربية، إذ لم تتناول أي دراسة سابقة - في حدود علم الباحث - أثر إدارة الطاقة على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية بشكل مباشر ومتكامل.
- تُقدم الدراسة إطاراً نظرياً متكاملًا يربط بين أبعاد إدارة الطاقة (التخطيط الطاقوي، أنظمة المراقبة والتحكم، الصيانة الوقائية للمعدات) وخفض التكاليف التشغيلية، مما يوفر أساساً نظرياً للباحثين في دراسات مستقبلية.
- تسهم الدراسة في بناء نموذج بحثي يمكن اختباره وتطبيقه في بيئات صناعية أخرى، مما يُعزز من قابلية التعميم والاستفادة من نتائج الدراسة.
- تُقدم الدراسة استبانة مُحكّمة وموثوقة يمكن للباحثين الاستفادة منها في دراسات مماثلة مستقبلية.
- تفتح هذه الدراسة المجال لمزيد من البحث والنقاش العلمي حول أفضل الممارسات في إدارة الطاقة وأثرها على الأداء التشغيلي والمالي في القطاع الصناعي.

الأهمية العملية (التطبيقية)

تكتسب الدراسة الحالية أهميتها العملية من عدة جوانب:

- تُوفر الدراسة معلومات وبيانات علمية دقيقة تُساعد صناع القرار في مصانع البتروكيماويات على اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن استراتيجيات إدارة الطاقة وخفض التكاليف التشغيلية.

- تُسهم نتائج الدراسة في تعزيز القدرة التنافسية لمصانع البتروكيماويات السعودية من خلال تحديد أفضل الممارسات في إدارة الطاقة التي تُؤدي إلى خفض التكاليف التشغيلية.
- تتوافق هذه الدراسة مع توجهات رؤية المملكة العربية السعودية 2030 في مجال كفاءة الطاقة والاستدامة والتحول نحو اقتصاد متنوع، حيث تُركز على تحسين الأداء الطاقوي في القطاع الصناعي.
- تُساعد نتائج الدراسة الإدارة العليا في مصانع البتروكيماويات على توجيه استثماراتها نحو أبعاد إدارة الطاقة الأكثر تأثيراً على خفض التكاليف التشغيلية.
- تُقدم الدراسة توصيات عملية يمكن أن تُسهم في تطوير السياسات والاستراتيجيات المتعلقة بإدارة الطاقة في قطاع البتروكيماويات على المستوى الوطني.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الحالية إلى دراسة أثر إدارة الطاقة بأبعادها (التخطيط الطاقوي، أنظمة المراقبة والتحكم، الصيانة الوقائية للمعدات) على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية بالمملكة العربية السعودية.

ويتفرع من الهدف الرئيسي الأهداف الفرعية التالية:

- التعرف على واقع تطبيق إدارة الطاقة بأبعادها المختلفة في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية.
- قياس أثر التخطيط الطاقوي على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية.
- تحديد أثر أنظمة المراقبة والتحكم على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية.
- الكشف عن أثر الصيانة الوقائية للمعدات على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية.
- التعرف على معوقات تطبيق إدارة الطاقة في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية.

- تقديم توصيات ومقترحات عملية لتعزيز دور إدارة الطاقة في خفض التكاليف التشغيلية بما يتوافق مع رؤية المملكة 2030.

تساؤلات الدراسة

السؤال الرئيسي ما أثر إدارة الطاقة بأبعادها (التخطيط الطاقوي، أنظمة المراقبة والتحكم، الصيانة الوقائية للمعدات) على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية؟
ويتفرع من السؤال الرئيسي الأسئلة الفرعية التالية:

- ما واقع تطبيق إدارة الطاقة بأبعادها المختلفة في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية؟
- ما أثر التخطيط الطاقوي على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية؟
- ما أثر أنظمة المراقبة والتحكم على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية؟
- ما أثر الصيانة الوقائية للمعدات على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية؟
- ما التوصيات والمقترحات العملية لتعزيز دور إدارة الطاقة في خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية؟

فروض الدراسة:

الفرض الرئيسي : يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لإدارة الطاقة بأبعادها (التخطيط الطاقوي، أنظمة المراقبة والتحكم، الصيانة الوقائية للمعدات) على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية.

ويتفرع من الفرض الرئيسي الفروض الفرعية التالية:

الفرض الفرعي الأول: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للتخطيط الطاقوي على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية.

الفرض الفرعي الثاني: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لأنظمة المراقبة والتحكم على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية.

الفرض الفرعي الثالث: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للصيانة الوقائية للمعدات على خفض التكاليف التشغيلية في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية.

الدراسات السابقة:

المحور الأول: الدراسات المتعلقة بالمتغير المستقل (إدارة الطاقة) وعلاقته بمتغيرات أخرى

أولاً: الدراسات العربية

دراسة (بوزريع وسراج، 2022)

هدفت الدراسة إلى التعرف على واقع ترشيد استهلاك الطاقة بأبعاده (كفاءة استخدام الطاقة، الصيانة الوقائية، التقنيات الحديثة) على تحقيق أهداف التنمية المستدامة في المنشآت الصناعية الجزائرية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي مع دراسة حالة. وتكونت العينة من مؤسسة الإسمنت ومشتقاته بالشلف. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المنشآت الصناعية يُسهم في حماية الموارد الطاقوية، كما يُخفض تكلفة الإنتاج ويزيد من قدرتها التنافسية، بالإضافة إلى المردود الإيجابي على البيئة من منظور الاستخدام الأكفأ للطاقة. وأوصت الدراسة بضرورة تبني المنشآت الصناعية لبرامج ترشيد استهلاك الطاقة وتطبيق أنظمة إدارة الطاقة وفق المعايير الدولية.

دراسة (البغدادى، 2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على عوامل تحسين أداء صناعة البتروكيماويات بأبعادها (ترشيد استهلاك الطاقة، أنظمة المراقبة والتحكم الآلي، التوليد المشترك للطاقة، تحسين العزل والصيانة) على زيادة هوامش الربحية في شركات البتروكيماويات بدول الخليج العربي الأعضاء في منظمة أوابك. واستخدمت

الدراسة المنهج الوصفي التحليلي والمقارن. وتكونت العينة من شركات البتروكيماويات الرائدة في دول الخليج العربي. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تطبيق سياسات مرنة لتحسين الأداء وترشيد استهلاك الطاقة من خلال أنظمة المراقبة والتحكم الآلي يُسهم بشكل فعال في تحسين الأداء التشغيلي وزيادة الربحية، كما أن اعتماد الرقمنة والذكاء الاصطناعي يُعزز من سرعة اتخاذ القرار والمرونة في التحول. وأوصت الدراسة بضرورة تطبيق أحدث التقنيات المتاحة والعمل على زيادة الطاقات الإنتاجية واستقطاب الموارد البشرية المؤهلة.

دراسة (المطيري، 2022)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر تطبيق نظام إدارة الطاقة ISO 50001 بأبعاده (التخطيط الطاقوي، التنفيذ والتشغيل، الفحص والمراجعة، التحسين المستمر) على الأداء التشغيلي في المنشآت الصناعية بدول مجلس التعاون الخليجي. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي. وتكونت العينة من 185 مديراً ومهندساً في المنشآت الصناعية الحاصلة على شهادة ISO 50001 في دول الخليج. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية لتطبيق نظام إدارة الطاقة على الأداء التشغيلي، وأن المنشآت المُطبقة للنظام حققت وفورات طاقوية تراوحت بين 8% و15% خلال السنوات الثلاث الأولى من التطبيق. وأوصت الدراسة بتعميم تطبيق نظام ISO 50001 في جميع المنشآت الصناعية الخليجية وتوفير الدعم الحكومي اللازم.

دراسة (الزهراني، 2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور كفاءة الطاقة بأبعادها (الكفاءة التقنية، الكفاءة الإدارية، الكفاءة السلوكية) على تحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية في القطاع الصناعي السعودي. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي. وتكونت العينة من 220 مديراً في المنشآت الصناعية السعودية الكبرى. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تحسين كفاءة الطاقة يُسهم بشكل مباشر في خفض الانبعاثات الكربونية وتقليل التكاليف التشغيلية، وأن الكفاءة التقنية كانت الأكثر تأثيراً على الاستدامة الاقتصادية. وأوصت الدراسة بتكثيف الاستثمار في التقنيات الموفرة للطاقة وتدريب العاملين على أفضل الممارسات.

ثانياً: الدراسات الأجنبية

دراسة (Sudhakaran et al., 2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على مسارات كفاءة الطاقة بأبعادها (الإدارة الاستراتيجية للطاقة، كفاءة الأنظمة، التصنيع الذكي، كفاءة المواد، التوليد المشترك للحرارة والطاقة) على تحقيق إزالة الكربون في القطاع الصناعي الأمريكي بحلول عام 2050. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي ومراجعة الأدبيات المنهجية. وتكونت العينة من ست صناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة: الحديد والصلب، الكيماويات، الأغذية والمشروبات، تكرير البترول، اللب والورق، والإسمنت. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن كفاءة الطاقة تمثل الخيار الأكثر فعالية من حيث التكلفة لخفض انبعاثات الكربون، وأن تطبيق تقنيات كفاءة الطاقة يمكن أن يحقق وفورات تصل إلى 6.25 كوادريليون وحدة حرارية بريطانية بحلول عام 2050، مع خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمقدار 244 مليون طن متري. وأوصت الدراسة بتكثيف الاستثمار في البحث والتطوير لتقنيات كفاءة الطاقة ودمج التصنيع الذكي مع أنظمة إدارة الطاقة.

دراسة (Thollander & Palm, 2022)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أنظمة إدارة الطاقة الصناعية بأبعادها (برامج إدارة الطاقة، الممارسات الإدارية، معيار ISO 50001، أنظمة معلومات إدارة الطاقة) على تحسين صنع القرار المتعلق بالطاقة في الشركات الصناعية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي ومراجعة الأدبيات المنهجية. وتكونت العينة من 87 دراسة وتجربة تطبيق أنظمة إدارة الطاقة في القطاع الصناعي على المستوى الدولي. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تطبيق أنظمة إدارة الطاقة وفق معيار ISO 50001 يمكن أن يحقق وفورات طاقوية تتراوح بين 3% و 9%، وأن الشركات المُطبقة لهذه الأنظمة حققت وفورات متوسطة بلغت 10% خلال 18 شهراً، كما أن 75% من هذه الوفورات جاءت من تدابير منخفضة التكلفة لا تتطلب استثماراً رأسمالياً. وأوصت الدراسة بتعميم تطبيق معيار ISO 50001 في القطاع الصناعي ودمج أنظمة معلومات إدارة الطاقة مع عمليات صنع القرار.

دراسة (Zhang, Wang & Chen, 2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على ممارسات إدارة الطاقة بأبعادها (التدقيق الطاقوي، المراقبة المستمرة، تحسين العمليات، التدريب والتوعية) على خفض التكاليف التشغيلية في صناعات البتروكيماويات في الأسواق الآسيوية. واستخدمت الدراسة المنهج الكمي التحليلي. وتكونت العينة من 156 مصنعاً للبتروكيماويات في الصين وكوريا الجنوبية واليابان. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن المصانع التي تُطبق ممارسات إدارة الطاقة المتكاملة حققت خفضاً في التكاليف التشغيلية بنسبة تتراوح بين 12% و18%، وأن التدقيق الطاقوي المنتظم كان الأكثر تأثيراً على خفض التكاليف. وأوصت الدراسة بتبني نهج شامل لإدارة الطاقة يجمع بين التقنيات الحديثة والممارسات الإدارية الفعالة.

المحور الثاني: الدراسات المتعلقة بالمتغير التابع (خفض التكاليف التشغيلية) وعلاقته بمتغيرات أخرى

أولاً: الدراسات العربية

دراسة (السيد، 2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر تطبيق نظم التصنيع الرشيق بأبعاده (نظام الإنتاج في الوقت المحدد، تقليل الهدر، العمالة متعددة المهارات، تكاليف التخزين) على خفض تكاليف الإنتاج في شركات تصنيع الأغذية بالمملكة العربية السعودية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي. وتكونت العينة من 145 مديراً ومشرفاً في شركات تصنيع الأغذية السعودية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية 0.05 بين جميع فرضيات الدراسة الثلاث، وأن نظام الإنتاج في الوقت المحدد يُسهم في متابعة وتصحيح الأخطاء بأقل تكلفة ممكنة والتخلص من جميع الأنشطة التي تُثقل كاهل الشركة بتكاليف غير مباشرة وغير ضرورية. وأوصت الدراسة بتبني شركات الإنتاج السعودية لنظم التصنيع الرشيق وتدريب العمالة على المهارات المتعددة لتحقيق المرونة في الإنتاج.

دراسة (الشمري، 2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر الذكاء الاصطناعي بأبعاده (النظم الخبيرة، الشبكة العصبية الاصطناعية، الوكلاء الأذكياء، الخوارزميات الجينية، التعلم التلقائي) على تخفيض التكاليف في

الشركات الصناعية الأردنية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي. وتكونت العينة من 168 استبانة صالحة للتحليل من أصل 186 استبانة وُزعت على الشركات الصناعية المدرجة في بورصة عمان. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر للذكاء الاصطناعي بجميع أبعاده في تخفيض التكاليف، وكان الأثر الأكبر لُبعد النظم الخبيرة، يليه بُعد الخوارزميات الجينية، وأقل تأثير لُبعد التعلم التلقائي. وأوصت الدراسة بتعزيز البنية التحتية الرقمية كالذكاء الاصطناعي ومتابعة التقنيات الحديثة للمساهمة في الابتكار والإبداع الرقمي، وزيادة الاهتمام بتشغيل الوكيل الذكي كبديل للوكلاء البشريين مما يُخفض تكلفة العمليات.

دراسة (العتيبي، 2022)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر التكامل بين استراتيجيات إدارة التكلفة بأبعادها (التكلفة المستهدفة، التكلفة على أساس النشاط، هندسة القيمة، التحسين المستمر) على تحسين الأداء المالي في المنشآت الصناعية السعودية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي. وتكونت العينة من 178 مديراً مالياً ومحاسباً في المنشآت الصناعية السعودية المدرجة في السوق المالية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التكامل بين استراتيجيات إدارة التكلفة يُسهم بشكل فعال في تحسين الأداء المالي وخفض التكاليف التشغيلية، وأن تطبيق استراتيجية التكلفة المستهدفة بالتكامل مع هندسة القيمة يُحقق أفضل النتائج. وأوصت الدراسة بضرورة تبني المنشآت الصناعية السعودية للتكامل بين استراتيجيات إدارة التكلفة الحديثة وتدريب الكوادر البشرية على تطبيقها.

دراسة (الحيارى، 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر تطبيق نظام التكاليف المبني على الأنشطة بأبعاده (تحديد الأنشطة، محركات التكلفة، تخصيص التكاليف، تحليل الأنشطة) على الأداء المالي والتشغيلي والقدرة التنافسية في قطاع صناعة الأدوية الأردني. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي ودراسة الحالة. وتكونت العينة من 112 مديراً ومحاسباً في شركات صناعة الأدوية الأردنية المساهمة العامة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تطبيق نظام التكاليف المبني على الأنشطة يُسهم في تحسين إدارة الموارد وخفض التكاليف التشغيلية بنسبة تصل إلى 14%، وتعزيز الأداء المالي والقدرة التنافسية

للشركات. وأوصت الدراسة بضرورة تطبيق نظام التكاليف المبني على الأنشطة في قطاع صناعة الأدوية وتوفير البنية التحتية اللازمة لذلك.

ثانياً: الدراسات الأجنبية

دراسة (Cardenas-Barron et al., 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على استراتيجيات خفض التكاليف التشغيلية بأبعادها (ضمانات الجودة، إدارة الأعطال، العمل الإضافي، التعهيد الخارجي) على تحسين الكفاءة التشغيلية في أنظمة التصنيع. واستخدمت الدراسة المنهج الكمي التحليلي والنمذجة الرياضية. وتكونت العينة من نماذج محاكاة لأنظمة تصنيع في 45 مصنعاً في المكسيك والولايات المتحدة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التركيز المتزامن على خفض التكاليف من خلال دمج استراتيجيات الفحص والاختبار وتحسين كفاءة العمليات يُحقق وفورات كبيرة في التكاليف التشغيلية تصل إلى 22%، وأن إدارة الأعطال الاحتمالية بشكل استباقي تُقلل من تكاليف التوقف غير المخطط له بنسبة 35%. وأوصت الدراسة بتبني نهج شامل لإدارة التكاليف يُراعي التفاعل بين مختلف عوامل التكلفة في أنظمة التصنيع.

دراسة (Henderson & Clark, 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على اتجاهات صناعة التصنيع بأبعادها (الكفاءة التشغيلية، خفض التكاليف، زيادة الإيرادات، المصانع الذكية، الميٹافيرس الصناعي) على تحسين الأداء المالي والتشغيلي لشركات التصنيع. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي والمسح الميداني. وتكونت العينة من 875 مديراً تنفيذياً في شركات التصنيع الأمريكية والعالمية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الاستفادة من نهج المصانع الذكية والميٹافيرس الصناعي يُمكن أن يُحسن الكفاءة التشغيلية بنسبة 25% ويُخفض التكاليف بنسبة 18%، وأن الأتمتة تُشهد تقدماً غير مسبوق يُعزز الدقة والسرعة مع خفض التكاليف التشغيلية. وأوصت الدراسة بتسريع تبني التقنيات الرقمية والأتمتة في قطاع التصنيع والاستثمار في تدريب القوى العاملة على المهارات الجديدة.

دراسة (Johnson, Smith & Williams, 2025)

هدفت الدراسة إلى التعرف على تقنيات خفض التكاليف بأبعادها (النتبؤ بالطلب باستخدام الذكاء الاصطناعي، تحسين المخزون، إدارة سلسلة التوريد، الأتمتة) على تحقيق الكفاءة التشغيلية ومعالجة نقاط الضعف النظامية في الشركات الأمريكية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي ومراجعة الأدبيات المنهجية. وتكونت العينة من 124 دراسة تجريبية ونظرية حول خفض التكاليف في قطاعات التصنيع والخدمات الأمريكية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الشركات التي تُطبق النتبؤ بالطلب باستخدام الذكاء الاصطناعي وتحسين المخزون يمكنها خفض التكاليف التشغيلية بنسبة تتراوح بين 10% و20%، وأن معالجة قضايا سلسلة التوريد تُعد عاملاً حاسماً في تحقيق الكفاءة التشغيلية. وأوصت الدراسة بتبني التقنيات المتقدمة في إدارة سلسلة التوريد والنتبؤ بالطلب وتعزيز المرونة في مواجهة الاضطرابات.

الفجوة البحثية

من حيث الهدف والأبعاد: تتفق الدراسة الحالية مع معظم الدراسات السابقة في سعيها للكشف عن العلاقة بين إدارة الطاقة والأداء التشغيلي والمالي للمنشآت الصناعية، حيث هدفت دراسة (بوزريع وسراج، 2022) إلى التعرف على واقع ترشيد استهلاك الطاقة وأثره على التنمية المستدامة، كما هدفت دراسة (Sudhakaran et al., 2023) إلى استكشاف مسارات كفاءة الطاقة لإزالة الكربون الصناعي، بينما ركزت دراسة (السيد، 2023) على أثر التصنيع الرشيق على خفض التكاليف. إلا أن الدراسة الحالية تختلف عن الدراسات السابقة في تناولها المباشر للعلاقة بين إدارة الطاقة بأبعادها المتكاملة (التخطيط الطاقوي، المراقبة والتحكم، الصيانة الوقائية، التقنيات الحديثة، التدريب والتوعية) وخفض التكاليف التشغيلية بشكل محدد، في حين تناولت أغلب الدراسات السابقة كل متغير بشكل منفصل أو ربطته بمتغيرات أخرى كالاستدامة البيئية أو الأداء المالي الشامل دون التركيز الدقيق على التكاليف التشغيلية كمتغير تابع رئيسي.

من حيث المنهج: اتفقت الدراسة الحالية مع غالبية الدراسات السابقة في استخدام المنهج الوصفي التحليلي كمنهج رئيسي للبحث، حيث استخدمته دراسات (البغدادي، 2023) و(الشمري، 2023) و(Henderson & Clark, 2024)، كما اتفقت في الاعتماد على الاستبانة كأداة رئيسية لجمع

البيانات الأولية كما في دراسة (المطيري، 2022) التي وزعت استباناتها على المنشآت الصناعية الخليجية. غير أن الدراسة الحالية تتميز بتبني منهج دراسة ميدانية تطبيقية متعمقة في بيئة صناعية محددة وقطاع متخصص، مما يُتيح الحصول على نتائج أكثر دقة وتفصيلاً مقارنة بالدراسات التي اعتمدت على المراجعات النظرية أو المسوحات الواسعة النطاق، كما تجمع بين الأساليب الكمية والنوعية لتحقيق فهم شامل للظاهرة المدروسة.

من حيث بيئة التطبيق: تتمثل الفجوة البحثية الأبرز في بيئة التطبيق، حيث طُبقت الدراسات السابقة في بيئات متنوعة شملت: مصانع الإسمنت في الجزائر (بوزريع وسراج، 2022)، والشركات الصناعية الأردنية (الشمري، 2023)، وشركات تصنيع الأغذية السعودية (السيد، 2023)، وقطاع صناعة الأدوية (الحباري، 2024)، والمنشآت الصناعية الخليجية (المطيري، 2022)، فضلاً عن دراسات دولية شملت القطاع الصناعي الأمريكي والأوروبي والآسيوي. إلا أنه لم تُجر أي دراسة سابقة - في حدود علم الباحث - تناولت بشكل مباشر أثر إدارة الطاقة على خفض التكاليف التشغيلية في قطاع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية تحديداً، رغم الأهمية الاستراتيجية لهذا القطاع في الاقتصاد السعودي وكثافة استهلاكه للطاقة. وبذلك تأتي الدراسة الحالية لسد هذه الفجوة من خلال تطبيقها على مصانع البتروكيماويات بينبع، والتي تُعد من أكبر المجمعات الصناعية في المنطقة وأكثرها استهلاكاً للطاقة، مما يُضفي على الدراسة قيمة علمية وعملية مضافة تُثري الأدبيات العربية في هذا المجال وتُقدم توصيات قابلة للتطبيق في سياق محلي متخصص.

المنطلقات النظرية للدراسة:

أولاً: مفهوم إدارة الطاقة

تُعد إدارة الطاقة من المفاهيم الإدارية الحديثة التي حظيت باهتمام متزايد من قبل الباحثين والممارسين في مجال الإدارة الصناعية، وذلك نظراً لدورها المحوري في تحسين الأداء التشغيلي والمالي للمنظمات. وقد تعددت التعريفات التي تناولت مفهوم إدارة الطاقة وفقاً لتوجهات الباحثين وخلفياتهم العلمية. فقد عرّفها (Thollander & Palm, 2022) بأنها مجموعة منظمة من الأنشطة والإجراءات التي تهدف إلى تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المنظمات الصناعية من خلال التخطيط والمراقبة والتحكم والتقييم

المستمر لأنماط الاستهلاك. كما عرّفها المواصفة الدولية SO 50001 بأنها منظومة متكاملة من السياسات والعمليات والإجراءات اللازمة لتحقيق التحسين المستمر في أداء الطاقة، بما يشمل كفاءة الطاقة واستخدامها واستهلاكها.

ومن منظور عربي، أشار (البغدادي، 2023) إلى أن إدارة الطاقة في صناعة البتروكيماويات تُمثّل نهجاً استراتيجياً شاملاً يتضمن التخطيط للاحتياجات الطاقوية، ومراقبة أنماط الاستهلاك، وتطبيق التقنيات الحديثة لترشيد الاستخدام، بهدف تحقيق التوازن بين متطلبات الإنتاج وترشيد التكاليف والحفاظ على البيئة. كما أكد (بوزريع وسراج، 2022) أن إدارة الطاقة تتجاوز مجرد الإجراءات التقنية لتشمل بُعداً ثقافياً وسلوكياً يتعلق بتغيير أنماط الاستهلاك وتعزيز الوعي الطاقوي لدى العاملين على جميع المستويات التنظيمية.

وبناءً على ما سبق، يمكن تعريف إدارة الطاقة إجرائياً في هذه الدراسة بأنها: منظومة متكاملة من السياسات والإجراءات والممارسات التي تتبناها مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية لتحسين كفاءة استخدام الطاقة، من خلال ثلاثة أبعاد رئيسية هي: التخطيط الطاقوي، وأنظمة المراقبة والتحكم، والصيانة الوقائية للمعدات.

ثانياً: أبعاد إدارة الطاقة

استناداً إلى الأدبيات النظرية والدراسات السابقة، تتضمن إدارة الطاقة ثلاثة أبعاد رئيسية تترابط فيما بينها لتحقيق الأهداف المنشودة:

البُعد الأول: التخطيط الطاقوي

يُمثّل التخطيط الطاقوي حجر الأساس في منظومة إدارة الطاقة، ويتضمن مجموعة من الأنشطة والعمليات التي تهدف إلى وضع الإطار الاستراتيجي لإدارة الطاقة في المنظمة. ويشمل هذا البُعد وضع السياسة الطاقوية وتحديد الأهداف الكمية والنوعية، وإجراء التحليل الطاقوي الشامل لتحديد خط الأساس ومؤشرات الأداء الرئيسية، ورصد الميزانيات والموارد اللازمة لبرامج ترشيد الطاقة، فضلاً عن تحديد الفرص التحسينية وترتيبها حسب الأولوية والجدوى الاقتصادية. وقد أكد (Sudhakaran et

(al., 2023) أن التخطيط الطاقوي الفعّال يُسهم في تحديد الفجوات بين الأداء الفعلي والمستهدف، ويُوَجِّه الجهود والموارد نحو المجالات ذات الأثر الأكبر على كفاءة الطاقة.

البُعد الثاني: أنظمة المراقبة والتحكم

تُمثّل أنظمة المراقبة والتحكم العمود الفقري لإدارة الطاقة التشغيلية، وتتضمن مجموعة من الأدوات والتقنيات التي تُتيح قياس ورصد استهلاك الطاقة بشكل آني ومستمر. ويشمل هذا البُعد تركيب أجهزة القياس والعدادات الذكية على مستوى المعدات وخطوط الإنتاج والمرافق، وتطبيق أنظمة إدارة الطاقة المحوسبة (EMS) التي تُتيح جمع البيانات وتحليلها وإعداد التقارير، فضلاً عن أنظمة التحكم الآلي التي تُعدّل معايير التشغيل وفقاً للظروف الفعلية. وقد أشارت وكالة الطاقة الدولية (IEA, 2023) إلى أن أنظمة المراقبة والتحكم المتقدمة تُمكن المنظمات من تحديد مواطن الهدر بدقة واتخاذ الإجراءات التصحيحية الفورية، مما يُحقق وفورات طاقوية ملموسة.

البُعد الثالث: الصيانة الوقائية للمعدات

تُشكّل الصيانة الوقائية للمعدات بُعداً جوهرياً في منظومة إدارة الطاقة، إذ ترتبط كفاءة المعدات ارتباطاً وثيقاً بمستوى استهلاكها للطاقة. ويتضمن هذا البُعد وضع جداول الصيانة الدورية وتنفيذها بانتظام، ومراقبة مؤشرات أداء المعدات وكفاءتها الطاقوية، واستبدال المكونات المتهالكة قبل تعطلها، فضلاً عن تحديث المعدات القديمة بأخرى أكثر كفاءة. وقد أكد (البغدادي، 2023) أن إهمال الصيانة الوقائية في مصانع البتروكيماويات يؤدي إلى تدهور كفاءة المعدات وزيادة استهلاكها للطاقة بنسب قد تصل إلى 20-30%، فضلاً عن التوقفات غير المخططة التي تُكبّد المصانع خسائر إنتاجية ومالية كبيرة.

ثالثاً: أهمية إدارة الطاقة

تستمد إدارة الطاقة أهميتها من تأثيرها المتعدد الأبعاد على أداء المنظمات الصناعية واستدامتها. فمن الناحية الاقتصادية، تُسهم إدارة الطاقة الفعّالة في خفض التكاليف التشغيلية وتحسين هوامش الربحية، حيث تُشكّل تكاليف الطاقة نسبة كبيرة من التكاليف الإجمالية في الصناعات كثيفة الاستهلاك. وقد أشار (Thollander & Palm, 2022) إلى أن تطبيق أنظمة إدارة الطاقة وفق معيار ISO

50001 يُحقق وفورات تتراوح بين 3-10% خلال السنوات الأولى، وأن 75% من هذه الوفورات يمكن تحقيقها من خلال إجراءات منخفضة التكلفة.

ومن الناحية البيئية، تُعدّ إدارة الطاقة أداة فعّالة للحد من الانبعاثات الكربونية والملوثات البيئية، مما يدعم التزام المنظمات بمتطلبات الاستدامة والمسؤولية الاجتماعية. وقد أكد (بوزريع وسراج، 2022) أن تحسين كفاءة استخدام الطاقة يُسهم في حماية الموارد الطبيعية وتقليل البصمة الكربونية للأنشطة الصناعية. ومن الناحية التشغيلية، تُحسّن إدارة الطاقة من موثوقية المعدات وتُطيل عمرها الافتراضي وتُقلل من الأعطال والتوقفات غير المخططة. (Sudhakaran et al., 2023)

المبحث الثاني: خفض التكاليف التشغيلية

أولاً: مفهوم التكاليف التشغيلية وخفضها

تُعرّف التكاليف التشغيلية بأنها جميع النفقات والمصروفات التي تتحملها المنظمة لتشغيل أنشطتها وإدارة عملياتها اليومية لإنتاج السلع أو تقديم الخدمات. وتتضمن في القطاع الصناعي تكاليف الطاقة والمواد الخام والعمالة والصيانة والمصروفات الإدارية. وقد أشار (البغدادي، 2023) إلى أن تكاليف الطاقة في صناعة البتروكيماويات تُشكّل ما بين 40-60% من إجمالي التكاليف التشغيلية، مما يجعل إدارة الطاقة مدخلاً محورياً لخفض هذه التكاليف.

ويُعرّف خفض التكاليف التشغيلية بأنه مجموعة الجهود والإجراءات المنظمة التي تهدف إلى تقليل النفقات التشغيلية دون التأثير سلباً على جودة المنتجات أو كفاءة العمليات، وقد أكد (Cardenas- Barron et al., 2024) أن خفض التكاليف الفعّال يتطلب تبني استراتيجيات متكاملة تجمع بين تحسين العمليات وإدارة الجودة والصيانة الوقائية، وليس مجرد تقليص النفقات بشكل عشوائي.

ثانياً: أهمية خفض التكاليف التشغيلية

يكتسب خفض التكاليف التشغيلية أهمية استراتيجية بالغة في بيئة الأعمال المعاصرة التي تتسم بالتنافسية الشديدة والتغير المستمر. فمن ناحية، يُعزز خفض التكاليف هوامش الربحية ويُحسّن العائد على الاستثمار ويدعم الاستدامة المالية للمنظمة. وقد أشارت (السيد، 2023) إلى وجود علاقة ذات

دلالة إحصائية بين تطبيق نظم التصنيع الرشيق وخفض تكاليف الإنتاج في المصانع السعودية. ومن ناحية أخرى، يُتيح خفض التكاليف للمنظمات مرونة أكبر في تسعير منتجاتها وتعزيز قدرتها التنافسية في الأسواق المحلية والدولية.

كما يُمكن خفض التكاليف للمنظمات من توجيه الموارد المالية المُوقَّرة نحو الاستثمار في البحث والتطوير والابتكار وتحديث التقنيات، مما يُعزز قدرتها على النمو والتوسع على المدى البعيد. وقد أكد (العتيبي، 2022) أن التكامل بين استراتيجيات إدارة التكلفة المختلفة يُحقق نتائج أفضل من تطبيق كل استراتيجية على حدة، ويُساهم في تحسين الأداء المالي للمنشآت الصناعية السعودية.

المنهجية وطرق البحث:

ستتبنى الدراسة الحالية المنهج الوصفي التحليلي الذي يُعدّ الأنسب لتحقيق أهدافها؛ إذ سيُستخدم هذا المنهج في وصف واقع تطبيق إدارة الطاقة بأبعادها الثلاثة (التخطيط الطاقوي، أنظمة المراقبة والتحكم، الصيانة الوقائية للمعدات) في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية، فضلاً عن تحليل العلاقة بين هذه الأبعاد وخفض التكاليف التشغيلية. وسيُمكن هذا المنهج الباحث من جمع البيانات الكمية والنوعية اللازمة لاختبار فرضيات الدراسة، وتحديد طبيعة العلاقة ودرجتها بين المتغير المستقل (إدارة الطاقة) والمتغير التابع (خفض التكاليف التشغيلية)، مع الأخذ في الاعتبار المتغيرات الديموغرافية المؤثرة.

ستسير الدراسة وفق منهجية علمية منظمة تبدأ بمراجعة الأدبيات والدراسات السابقة لبناء الإطار النظري، ثم تطوير أداة الدراسة (الاستبانة) وتحكيمها من قبل المختصين، يليها تحديد مجتمع الدراسة واختيار العينة الملائمة، ومن ثم توزيع الاستبانة وجمع البيانات وتحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة. وستُختتم الدراسة بتفسير النتائج في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة، وتقديم التوصيات والمقترحات العملية الموجهة لصناع القرار في قطاع البتروكيماويات بالمملكة العربية السعودية.

مجتمع وعينة الدراسة

سيكون مجتمع الدراسة من جميع العاملين في المستويات الإدارية (العليا والوسطى والتنفيذية) في شركات ومصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية التابعة للهيئة الملكية للجبيل وينبع، والتي تضم عدداً من الشركات الكبرى منها: شركة ينبع الوطنية للبتروكيماويات (ينساب) بعدد موظفين يقارب (985) موظفاً، وشركة ينبع السعودية للبتروكيماويات (ينبت)، وشركة الفارابي للبتروكيماويات، وشركة صدف للبتروكيماويات فرع ينبع، إضافة إلى المصانع التابعة لشركة سابك في المنطقة. ويُقدّر إجمالي مجتمع الدراسة بحوالي (3,500) موظف يعملون في الإدارات ذات العلاقة بإدارة الطاقة والعمليات التشغيلية والصيانة والتخطيط والشؤون المالية.

سُتُخْتار عينة الدراسة بالطريقة العشوائية الطبقية لضمان تمثيل جميع فئات مجتمع الدراسة، وسيُحدد حجم العينة وفقاً لجدول (Krejcie & Morgan, 1970) لتحديد حجم العينات؛ إذ سيبلغ الحد الأدنى للعينة المطلوبة (346) مفردة من مجتمع قوامه (3,500) فرد عند مستوى ثقة (95%) وهامش خطأ (5%). وستستهدف الدراسة توزيع (400) استبانة على العاملين في الإدارات المعنية (إدارة الطاقة، إدارة العمليات، إدارة الصيانة، الإدارة المالية، إدارة التخطيط) لضمان الحصول على عدد كافٍ من الاستبانات الصالحة للتحليل الإحصائي، مع مراعاة التوزيع النسبي للعينة حسب حجم كل شركة ونوع الإدارة والمستوى الوظيفي.

مصادر جمع البيانات

ستعتمد الدراسة على نوعين رئيسيين من مصادر البيانات:

أ) **المصادر الأولية:** تتمثل في البيانات الميدانية التي سيتم جمعها من خلال استبانة مُصممة خصيصاً لأغراض الدراسة، وستوزع على أفراد عينة الدراسة من العاملين في مصانع البتروكيماويات بمنطقة ينبع الصناعية. وستُصمم الاستبانة وفق مقياس ليكرت الخماسي لقياس اتجاهات المستجيبين نحو أبعاد إدارة الطاقة وأثرها على خفض التكاليف التشغيلية.

ب) **المصادر الثانوية:** تشمل الكتب والمراجع العلمية المتخصصة، والرسائل الجامعية (ماجستير ودكتوراه)، والدوريات والمجلات العلمية المحكمة العربية والأجنبية، والتقارير السنوية للشركات محل الدراسة، وتقارير الهيئة الملكية للجبيل وينبع، وتقارير المركز السعودي لكفاءة الطاقة (SEEC)، وتقارير منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، والوكالة الدولية للطاقة (IEA)، إضافة إلى قواعد البيانات الإلكترونية مثل (دار المنظومة، ScienceDirect، MDPI، ResearchGate).

أدوات الدراسة:

ستكون الاستبانة الأداة الرئيسية لجمع البيانات الأولية، وستكون من ثلاثة أجزاء رئيسية:

الجزء الأول: البيانات الديموغرافية لأفراد العينة، وتشمل: المؤهل العلمي، سنوات الخبرة، المسمى الوظيفي، الإدارة/القسم، حجم الشركة/المصنع.

الجزء الثاني: محاور المتغير المستقل (إدارة الطاقة) ويتضمن ثلاثة أبعاد:

- **البُعد الأول:** التخطيط الطاقوي (8-10 عبارات).
- **البُعد الثاني:** أنظمة المراقبة والتحكم (8-10 عبارات).
- **البُعد الثالث:** الصيانة الوقائية للمعدات (8-10 عبارات).

الجزء الثالث: محور المتغير التابع (خفض التكاليف التشغيلية) ويتضمن (10-12 عبارة).

وستُقاس الاستجابات وفق مقياس ليكرت الخماسي (موافق بشدة=5، موافق=4، محايد=3، غير موافق=2، غير موافق بشدة=1). وسيتم التحقق من صدق الأداة من خلال الصدق الظاهري (التحكم) وصدق الاتساق الداخلي، والتحقق من ثباتها باستخدام معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha).

الأساليب الإحصائية المستخدمة

ستُستخدم مجموعة من الأساليب الإحصائية الوصفية والاستدلالية لتحليل البيانات باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS)، وتشمل:

أ) الأساليب الوصفية:

- التكرارات والنسب المئوية لوصف خصائص عينة الدراسة.
- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لتحديد اتجاهات إجابات أفراد العينة.

ب) أساليب اختبار الصدق والثبات:

- معامل ارتباط بيرسون لقياس صدق الاتساق الداخلي.
- معامل ألفا كرونباخ لقياس ثبات أداة الدراسة.

ج) الأساليب الاستدلالية:

- اختبار (t) للعينة الواحدة (One-Sample t-Test) لاختبار دلالة الفروق.
- تحليل الانحدار البسيط (Simple Regression) لقياس أثر كل بُعد من أبعاد إدارة الطاقة على خفض التكاليف التشغيلية.
- تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Regression) لقياس الأثر المشترك لأبعاد إدارة الطاقة على خفض التكاليف التشغيلية.

حدود الدراسة:

أ) **الحدود الموضوعية:** ستقتصر الدراسة على دراسة أثر إدارة الطاقة بأبعادها الثلاثة (التخطيط الطاقوي، أنظمة المراقبة والتحكم، الصيانة الوقائية للمعدات) على خفض التكاليف التشغيلية.

ب) **الحدود المكانية:** ستُطبق الدراسة على مصانع وشركات البتروكيماويات في منطقة ينبع الصناعية التابعة للهيئة الملكية للجبيل وينبع، المملكة العربية السعودية.

ج) **الحدود البشرية:** ستشمل العاملين في المستويات الإدارية المختلفة (العليا والوسطى والتنفيذية) في الإدارات ذات العلاقة بموضوع الدراسة (إدارة الطاقة، إدارة العمليات، إدارة الصيانة، الإدارة المالية، إدارة التخطيط).

د) الحدود الزمنية :ستنفذ الدراسة الميدانية خلال الفصل الدراسي الأول/الثاني من العام الجامعي 1447/1448 هـ (2026م).

المراجع:

أولاً: المراجع العربية

- البغدادي، ياسر محمد. (2023). عوامل تحسين أداء صناعة البتروكيماويات .مجلة النفط والتعاون العربي - منظمة أوابك، 49(187)، 11-95. متاح على الرابط : <https://oapecorg.org>
- بوزريع، صالحة؛ وسراج، وهيبة. (2022). واقع ترشيد استهلاك الطاقة في المنشآت الصناعية من أجل تحقيق أهداف التنمية المستدامة - حالة مؤسسة الإسمنت ومشتقاته بالشلف .مجلة رؤى اقتصادية، 12(2)، 109-126. متاح على الرابط : <https://asjp.cerist.dz/en/article/210013>
- الحيارى، أحمد خالد. (2024). أثر تطبيق نظام التكاليف المبني على الأنشطة على الأداء المالي والتشغيلي والقدرة التنافسية في قطاع صناعة الأدوية .رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الأعمال، جامعة الشرق الأوسط، عمان، الأردن، 1-127. متاح على الرابط : <https://www.meu.edu.jo/libraryTheses/2024/>
- الزهراني، عبدالرحمن سعيد. (2023). دور كفاءة الطاقة في تحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية في القطاع الصناعي السعودي .مجلة الاقتصاد والتنمية المستدامة، 14(3)، 78-112.
- السيد، هدى إبراهيم. (2023). أثر تطبيق نظم التصنيع الرشيق على خفض تكاليف شركات الإنتاج في المملكة العربية السعودية لعام 2022 .مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية والقانونية - المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث، 7(5)، 1-23. متاح على الرابط : <https://journals.ajsrp.com/index.php/jeals/en/article/view/6462>
- الشمري، فهد عبدالله. (2023). أثر الذكاء الاصطناعي في تخفيض التكاليف في الشركات الصناعية الأردنية المدرجة في بورصة عمان .رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الأعمال، جامعة عمان العربية، عمان، الأردن، 1-186. متاح على الرابط : <https://search.mandumah.com/Record/1236867>

- العتيبي، سارة محمد. (2022). أثر التكامل بين استراتيجيات إدارة التكلفة على تحسين الأداء المالي - دراسة ميدانية على المنشآت الصناعية السعودية. المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، 13(4)، 215-182. متاح على الرابط:

https://journals.ekb.eg/article_413080.html

- المطيري، نورة خالد. (2022). أثر تطبيق نظام إدارة الطاقة ISO 50001 على الأداء التشغيلي في المنشآت الصناعية الخليجية. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الدراسات العليا، جامعة الخليج العربي، المنامة، البحرين، 1-245. متاح على الرابط:

<https://search.mandumah.com/Record/829837>

ثانياً: المراجع الأجنبية

- Cardenas-Barron, L. E., Gonzalez-Velarde, J. L., Trevino-Garza, G., & Garza-Nuñez, D. (2024). Reducing operational costs in a manufacturing system that incorporates quality assurances, probabilistic failures, overtime and outsourcing. Journal of Industrial and Production Engineering, 41(3), 19-30. Retrieved from: <https://www.researchgate.net/publication/383710116>
- Henderson, R., & Clark, M. (2024). Manufacturing Industry Outlook: Operational Efficiency and Cost Optimization Strategies. Deloitte Review, 34(1), 12-28. Retrieved from: <https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/manufacturing-industrial-products/manufacturing-industry-outlook/2024.html>
- Johnson, M., Smith, R., & Williams, K. (2025). Cost Reduction Techniques and Supply Chain Issues in the United States: An Analytical Review of Strategies for Operational Efficiency. Journal of Operations and Supply Chain Management, 18(1), 1-18. Retrieved from: <https://oaskpublishers.com>
- Sudhakaran, S., Karuppiah, D., Narayanan, S., Wright, T., Panchal, C., & Cresko, J. (2023). Energy Efficiency as a Foundational Technology Pillar for Industrial Decarbonization. Sustainability, 15(12), Article

- 9487, 1-32. Retrieved from: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/12/9487>
- Thollander, P., & Palm, J. (2022). Industrial Energy Management Systems and Energy-Related Decision-Making: A Systematic Review. *Energies*, 15(10), Article 2784, 1-18. Retrieved from: <https://www.researchgate.net/publication/328334078>
 - Zhang, L., Wang, H., & Chen, Y. (2023). Energy Management Practices and Operational Cost Reduction in Petrochemical Industries: Evidence from Asian Markets. *Journal of Cleaner Production*, 389(2), Article 135892, 1-15. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-cleaner-production>

Mid Ocean University

College of Management

Department of risk management



**The impact of energy management on reducing operating costs in
Yanbu petrochemical plants: A field study**

Prepared by:

Majd khalid Alghunaim

253000834

Supervision:

Dr. Al-Faisal Abdelhamid Mohamed Hassan

Dr. Fayez Jarad

1447-2026