

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

ماجستير إدارة أعمال



أثر تدريب الكوادر الفنية على جودة الصيانة الكهربائية للمعدات بالتطبيق
على محطات توليد الكهرباء

إعداد الطالب/

تركي سويلم الجهني

243001314

إشراف/

د. الفيصل عبد الحميد محمد حسن

العام الدراسي:

2025

3	.....	مقدمة:
3	.....	مشكلة الدراسة:
4	.....	أهمية الدراسة:
5	.....	أهداف الدراسة:
7	.....	تساؤلات الدراسة:
8	.....	فروض الدراسة:
8	.....	نموذج الدراسة
9	.....	الدراسات السابقة:
14	.....	المنطلقات النظرية للدراسة:
15	.....	المنهجية وطرق البحث:
19	.....	مصادر جمع البيانات
19	.....	أدوات الدراسة :
21	.....	حدود الدراسة :
21	.....	المراجع:

مقدمة:

يمثل التدريب أداة استراتيجية بالغة الأهمية في تطوير رأس المال البشري ورفع كفاءته في مختلف المنظمات، وقد أصبحت برامج التدريب الحديثة ركيزة أساسية في دعم خطط التحول المؤسسي ومواكبة التغيرات التقنية والتشغيلية المتسارعة. ومع التوسع في استخدام التكنولوجيا والرقمنة داخل المؤسسات، لم يعد التدريب خيارًا تكميليًا بل ضرورة لضمان التكيف المهني والتشغيلي للكوادر البشرية (Tripathi, 2024).

ويعد تدريب الكوادر الفنية من أبرز أنواع التدريب الذي يركز على تنمية المهارات التطبيقية والمعرفة التقنية للفنيين والمهندسين الميدانيين، خصوصًا في القطاعات الحيوية كالصناعة والطاقة. إذ يسهم هذا النوع من التدريب في تعزيز قدرة الكوادر الفنية على تنفيذ مهامها بدقة، والتعامل مع الأعطال والمخاطر، وتطبيق معايير السلامة، مما ينعكس مباشرة على كفاءة النظام التشغيلي وجودة المخرجات، كما تبيّن أن الكفاءة المهنية للكوادر الفنية تتناسب طرديًا مع درجة تأهيلهم العملي، وتنوع البرامج التدريبية التي خضعوا لها (Silvester et al., 2024).

و تمثل الصيانة محورًا حيويًا في دعم استمرارية عمل المنشآت الإنتاجية والخدمية، حيث تهدف إلى المحافظة على كفاءة المعدات، وتقليل التوقفات الطارئة، وإطالة العمر التشغيلي للأنظمة. وتتسع أهمية الصيانة في المنشآت ذات الحساسية التشغيلية العالية، مثل محطات توليد الكهرباء، التي يتطلب عملها مستوىً عاليًا من الجاهزية الفنية والاعتمادية التشغيلية (Al Ameer et al., 2023).

ويبرز مفهوم جودة الصيانة كأحد مؤشرات الأداء المؤسسي التي تقيس مدى كفاءة إجراءات الصيانة من حيث سرعة الاستجابة، دقة التنفيذ، تقليل الأعطال المتكررة، والالتزام بالمعايير الفنية،

وتعتمد جودة الصيانة على عدة مكونات، منها: أنظمة العمل، توفر المعدات، ومهارات الأفراد المنفذين . (Herrera-Arcila et al., 2024)

من هنا تنطلق هذه الدراسة من خلال تحليل أثر تدريب الكوادر الفنية – بأبعاده (المعرفة التقنية، تشخيص الأعطال، تطوير القدرات الذاتية، الالتزام بمعايير السلامة) على جودة الصيانة الكهربائية، وذلك بالتطبيق على محطات توليد الكهرباء.

مشكلة الدراسة:

تُعد محطات توليد الكهرباء من المنشآت الحيوية ذات الطبيعة التشغيلية المعقدة، التي تتطلب استمرارية الأداء وفعالية نظم الصيانة للحفاظ على جاهزيتها. وتُشكل الصيانة الكهربائية للمعدات أحد أهم العوامل المؤثرة في تقليل الأعطال، وتحسين موثوقية الأداء، وخفض التكاليف التشغيلية غير المباشرة (Al Ameer et al., 2023).

ومع تزايد الاعتماد على التكنولوجيا الذكية والتقنيات المتقدمة في إدارة وتشغيل محطات الكهرباء، برزت الحاجة إلى كوادر فنية مؤهلة ومُدرّبة تمتلك المعارف التقنية والمهارات التطبيقية اللازمة للتعامل مع هذه الأنظمة المعقدة. وتشير الأدبيات إلى أن التدريب الفني المتخصص يمثل عاملاً حاسماً في تحسين الأداء الفني وتقليل معدلات الأعطال. (Herrera-Arcila et al., 2024)

ورغم وجود العديد من الدراسات التي تناولت أثر التدريب على متغيرات عامة مثل الإنتاجية أو الرضا الوظيفي أو السلامة المهنية، فإن معظمها لم يتناول العلاقة المباشرة بين أبعاد التدريب الفني وجودة الصيانة الكهربائية بشكل خاص، ولم تركز على بيئة التشغيل المعقدة لمحطات التوليد (Silvester et al., 2024)

وأكدت دراسة (Brennan et al. (2023) أثر التدريب على تقليل الأعطال وتحسين الأداء ركزت على بيئات صناعية مختلفة مثل مصانع المعالجات الدقيقة، ولم تتناول البيئة الكهربائية أو أبعاد التدريب المرتبطة بتشخيص الأعطال وتطوير القدرات الذاتية.

وركزت دراسات أخرى على تقنيات الصيانة الذكية أو تحليل الأعطال دون النظر إلى تأثير العامل البشري، مثل دراسة (Khuntia et al. (2023) التي اهتمت بجودة البيانات وتكرار الأعطال، ودراسة (Ogunfowora & Najjaran (2023) التي ناقشت دور الذكاء الاصطناعي، لكن دون التطرق للعلاقة بين مستوى التدريب الفني وجودة تنفيذ مهام الصيانة.

انطلاقاً من ذلك، تتمثل مشكلة الدراسة في تحليل العلاقة بين أبعاد التدريب الفني (المعرفة التقنية، تشخيص الأعطال، تطوير القدرات الذاتية، الالتزام بالسلامة) وجودة الصيانة الكهربائية في محطات توليد الكهرباء.

أهمية الدراسة:

تعتمد أهمية هذه الدراسة على إسهاماتها النظرية والتطبيقية فيما يلي :

الأهمية النظرية:

- ✓ إثراء الأدبيات العلمية في مجال صيانة المعدات الكهربائية من خلال دراسة العلاقة بين أبعاد التدريب الفني وجودة الصيانة في بيئة حيوية مثل محطات توليد الكهرباء.
- ✓ تقديم إطار نظري حديث يربط بين عناصر التدريب الفني (المعرفة التقنية، تشخيص الأعطال، تطوير القدرات الذاتية، الالتزام بالسلامة) ومخرجات الأداء الفني.

- ✓ سد فجوة معرفية في مجال الدراسات الفنية العربية التي تناولت موضوع التدريب الفني المتخصص وتأثيره المباشر على كفاءة وفعالية أعمال الصيانة الكهربائية.
- ✓ المساهمة في تطوير أدوات القياس والاختبارات التي يمكن استخدامها لاحقًا في تقييم أثر البرامج التدريبية على أداء الكوادر الفنية.

الأهمية التطبيقية:

- ✓ دعم متخذي القرار في قطاع الطاقة بمعلومات دقيقة حول أثر تدريب الفنيين على جودة الصيانة، مما يساعد في تصميم برامج تدريب أكثر فعالية.
- ✓ تحسين كفاءة محطات توليد الكهرباء من خلال تقديم توصيات مبنية على نتائج علمية تساهم في تقليل الأعطال وزيادة عمر المعدات.
- ✓ رفع مستوى أداء الفنيين من خلال تسليط الضوء على أهمية أبعاد معينة في التدريب مثل التشخيص العملي والالتزام بالسلامة.
- ✓ تحقيق وفورات مالية وفنية عبر تقليل الأعطال الطارئة وتحسين جودة أعمال الصيانة، ما ينعكس على استمرارية التشغيل وكفاءة الإنتاج الكهربائي.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف التي تساهم في فهم تأثير تدريب الكوادر الفنية بأبعادها (المعرفة التقنية - تشخيص الأعطال - تطوير القدرات الذاتية - الالتزام بمعايير السلامة) على جودة الصيانة الكهربائية للمعدات بالتطبيق على محطات توليد الكهرباء ، ويتفرع منه مجموعة من الأهداف الفرعية:

- ✓ التعرف على مستوى المعرفة التقنية لدى الكوادر الفنية ومدى انعكاسها على كفاءة عمليات الصيانة الكهربائية في محطات توليد الكهرباء.
- ✓ قياس مدى قدرة الفنيين على تشخيص الأعطال الكهربائية بدقة، ودراسة أثر ذلك في الحد من الأعطال المفاجئة وتقليل فترات التوقف.
- ✓ تحليل أثر تنمية القدرات الذاتية (مثل التعلم الذاتي وحل المشكلات) لدى الكوادر الفنية على جودة تنفيذ إجراءات الصيانة ومهارات اتخاذ القرار في المواقف الطارئة.
- ✓ تحديد مدى التزام الفنيين بمعايير وإجراءات السلامة المهنية أثناء تنفيذ مهام الصيانة الكهربائية، وأثر ذلك في تقليل الحوادث ورفع مستوى الأداء الفني.
- ✓ اقتراح مجموعة من التوصيات التدريبية والفنية التي تساهم في تحسين جودة الصيانة الكهربائية بناءً على نتائج الدراسة وتحليل الواقع التطبيقي في محطات التوليد.

تساؤلات الدراسة

السؤال الرئيسي الأول: ما أثر تدريب الكوادر الفنية بأبعاده (المعرفة التقنية، تشخيص الأعطال، تطوير القدرات الذاتية، الالتزام بمعايير السلامة) على جودة الصيانة الكهربائية للمعدات في محطات توليد الكهرباء؟، وتتفرع منه عدة أسئلة فرعية كالتالي:

➤ إلى أي مدى تسهم المعرفة التقنية المكتسبة من التدريب في تحسين جودة الصيانة الكهربائية

في محطات التوليد؟

➤ ما أثر قدرة الفنيين على تشخيص الأعطال بدقة على الحد من الأعطال ورفع كفاءة الصيانة؟

➤ كيف يؤثر تطوير القدرات الذاتية لدى الكوادر الفنية (مثل حل المشكلات والتعلم الذاتي)

على جودة تنفيذ أعمال الصيانة الكهربائية؟

➤ ما مدى تأثير الالتزام بمعايير السلامة المهنية على جودة أداء مهام الصيانة وتقليل الحوادث

في محطات التوليد؟؟

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 لتدريب الكوادر الفنية بأبعاده (المعرفة التقنية، تشخيص الأعطال، تطوير القدرات الذاتية، الالتزام بمعايير السلامة) على جودة الصيانة الكهربائية للمعدات في محطات توليد الكهرباء.

وينبثق من هذه الفرضية الفرضيات الفرعية الثلاث التالية:

- لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للمعرفة التقنية المكتسبة من التدريب الفني على جودة الصيانة

الكهربائية في محطات توليد الكهرباء.

- لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لقدرة الفنيين على تشخيص الأعطال على جودة الصيانة

الكهربائية في محطات توليد الكهرباء.

- لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطوير القدرات الذاتية (مثل التعلم الذاتي وحل المشكلات) لدى

الكوادر الفنية على جودة الصيانة الكهربائية.

- لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية للالتزام بمعايير السلامة المهنية على جودة الصيانة الكهربائية للمعدات في محطات توليد الكهرباء.

الدراسات السابقة:

دراسات عن تدريب الكوادر الفنية وعلاقتها بمتغيرات أخرى

دراسة (Brennan et al., 2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر تطبيق برنامج "Eagle" للتدريب الفني، بأبعاده (انضباط جودة العمل، وعقلية التصنيع) على كفاءة الأداء التشغيلي وتقليل الأعطال في وحدات المعالجة بمصنع Fab 8، GlobalFoundries. وقد استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لتقييم فعالية البرنامج التدريبي المكوّن من أربع مستويات، واستندت إلى مؤشرات أداء تشغيلية بعد تطبيق البرنامج. وتكوّنت العينة من وحدات معالجة متعددة داخل المصنع خضعت لتنفيذ هذا البرنامج التدريبي. وتوصلت نتائج الدراسة إلى تحقيق تحسّن بنسبة تقارب 7% في صافي وقت التصنيع، وانخفاض في التوقفات غير المجدولة بنسبة 4.5%، بالإضافة إلى انخفاض كبير (~70%) في الحوادث المرتبطة بالسلامة والتقارير القريبة من الحوادث، كما ارتفع إنتاج الرقائق بنسبة تقارب 35% في المعدات التي تم تطبيق البرنامج عليها تجريبياً. وأوصت الدراسة بتعميم البرنامج التدريبي على باقي وحدات المعالجة، واعتماد النهج المزدوج القائم على الانضباط المهني والتفكير التصنيعي لتعزيز السلامة والجودة والإنتاجية داخل المصانع عالية التقنية.

دراسة (Silvester et al. 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر برامج التدريب والتطوير بأبعاده (الإنتاجية، رضا الموظف، السلامة المهنية) على أداء العاملين في القطاع الصناعي في إندونيسيا. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي الكمي والنوعي، حيث تم تحليل بيانات كمية من استبيانات، ومقابلات نوعية مع العاملين. وتكونت العينة من مجموعة من الموظفين الفنيين والإداريين العاملين في عدد من المصانع الصناعية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التدريب المنتظم يسهم بشكل مباشر في تحسين أداء العاملين، وزيادة إنتاجيتهم، ورفع مستوى الرضا الوظيفي، بالإضافة إلى تقليل الحوادث المرتبطة بالسلامة ومعدل دوران العمالة. وأوصت الدراسة بضرورة تبني ثقافة التعلم المستمر داخل المؤسسات الصناعية، وتحديث البرامج التدريبية بما يتوافق مع متطلبات سوق العمل والسلامة التشغيلية.

دراسة (Tripathi 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر التدريب والتطوير بأبعاده (اكتساب المهارات، مشاركة الموظفين، التوجه التنظيمي) على كفاءة الأداء الوظيفي في المؤسسات متعددة القطاعات، واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي القائم على مراجعة أدبية موسعة مدعومة ببيانات ميدانية تم جمعها من عدة شركات، وتكونت العينة من مجموعة من الموظفين في مؤسسات مختلفة تم اختيارهم لقياس أثر البرامج التدريبية على أدائهم الفعلي.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التدريب يعزز من اكتساب المهارات الفنية والسلوكية، ويساهم في رفع مستوى مشاركة الموظفين وولائهم للمؤسسة، كما ينعكس إيجاباً على التوجه الاستراتيجي للمنظمة، وأوصت الدراسة بضرورة دمج برامج التدريب ضمن الرؤية التنظيمية الشاملة، وربطها بأهداف الأداء المؤسسي لرفع الكفاءة والفاعلية في بيئة العمل.

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر التدريب الفني القائم على النمذجة بأبعاده (وضوح الإجراءات، دعم اتخاذ القرار، وسهولة التعلم) على كفاءة الصيانة اليدوية في نظم الإنتاج الآلي، واستخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي من خلال تصميم بيئة تدريب تفاعلية قائمة على نماذج SysML. وتكونت العينة من مجموعة من فنيي الصيانة العاملين في مصانع مؤتمتة خضعت لاختبار تدريبي تجريبي.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى تحسّن ملحوظ في أداء الفنيين من حيث سرعة تنفيذ الإجراءات وتقليل الأخطاء، بالإضافة إلى ارتفاع رضا المستخدمين عن بيئة التدريب، وأوصت الدراسة بتطبيق التدريب القائم على النمذجة في البيئات الصناعية المعقدة لتعزيز فعالية وجودة أعمال الصيانة.

دراسة (الأحمر، 2022)

كشفت الدراسة عن تدريب الموارد البشرية وأثره على أداء المؤسسات السياحية بمدينة صبراتة. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي والتحليلي. تمثلت أداة الدراسة في الاستمارة، وتم تطبيقها على عينة عشوائية غير منتظمة مكونة من (200) عامل من العاملين بالقطاع السياحي بمدينة صبراتة، و جاءت النتائج مؤكدة على انتقاد السائحون لتدني مستوى النظافة في بعض مرافق الإيواء ومرافق تقديم الوجبات، وعدم وجود فنادق مناسبة في مناطق الجذب السياحية. كما بينت عدم وجود كوادر بشرية ماهرة ومدربة تدريباً عالياً على تقديم الخدمات اللازمة للسائحين، وقلة إلمامهم باللغات الأجنبية. مختتماً بعرض أهم التوصيات ومنها ضرورة إعداد وتنفيذ نظم ولوائح مشددة لحماية المناطق السياحية والتراث التاريخي الوطني، ومراجعة وتحديث برامج التدريب الحالية بمعاهد التدريب السياحي

دراسات عن جودة الصيانة وعلاقتها بمتغيرات أخرى

دراسة (2023) Al Ameer et al.

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر استراتيجيات الصيانة بأبعادها (الصيانة التصحيحية، الصيانة الوقائية، الصيانة التنبؤية) على موثوقية وأداء محطات توليد الكهرباء في بيئات تشغيل متعددة، واستخدمت الدراسة المنهج المختلط (الكمي والكيفي) من خلال تحليل بيانات تشغيل فعلية من محطات طاقة، إلى جانب إجراء مقابلات مع مهندسي وفنيي الصيانة، وتكونت العينة من عدة محطات كهربائية تعمل في بيئات صناعية مختلفة، شملت تقنيات توليد تقليدية ومتجددة.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن اعتماد استراتيجية صيانة مناسبة لكل نوع من المعدات يساهم في تحسين مؤشرات الموثوقية وتقليل الأعطال المفاجئة، كما أن الصيانة التنبؤية كانت الأكثر فعالية من حيث تقليل التوقفات. وأوصت الدراسة بضرورة تطوير إطار تكاملي لاختيار استراتيجية الصيانة المثلى، على أن يأخذ في الاعتبار طبيعة المعدات، والبيئة التشغيلية، وتوافر الموارد الفنية.

دراسة (2023) Khuntia et al.

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر تحسين تخطيط صيانة محولات الجهد العالي بأبعاده (العمر التشغيلي، جودة بيانات الصيانة، وتكرار الأعطال) على موثوقية الأداء في محطات الضغط العالي في هولندا. واستخدمت الدراسة المنهج الكمي القائم على تحليل البقاء والمحاكاة الرقمية، وتكونت العينة من بيانات فشل وفحص لأكثر من 400 محول جهد عالي في شبكة النقل الكهربائي من عام 1989 حتى 2021.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن اعتماد نموذج البقاء أدى إلى تحسين دقة جداول الصيانة وتقليل عدد الانقطاعات المفاجئة، مع تقليل التكاليف التشغيلية بنسبة ملحوظة. وأوصت الدراسة باعتماد نهج الصيانة المبنية على النمذجة والتحليل الإحصائي لتحسين الاعتمادية في البنية التحتية الكهربائية.

دراسة (Ogunfowora & Najjaran (2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر تطبيق تقنيات التعلم المعزز والتعلم العميق بأبعاده (التخطيط، الجدولة، وتقليل التكاليف) على تحسين إدارة الصيانة في النظم الصناعية الحديثة، واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي من خلال مراجعة منهجية لعدد كبير من الأبحاث التطبيقية، وتكونت العينة من دراسات منشورة بين عامي 2017 و2023 تناولت استخدام الذكاء الاصطناعي في صيانة المعدات الكهربائية.

وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تقنيات التعلم المعزز تتيح بناء استراتيجيات صيانة مرنة وقادرة على التكيف مع التغيرات التشغيلية، مما يساهم في تقليل الأعطال وتحسين استغلال الوقت. وأوصت الدراسة بضرورة إدماج الذكاء الاصطناعي ضمن منظومات الصيانة الذكية في المنشآت الصناعية الكبرى.

دراسة (Herrera-Arcila et al., 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على استراتيجيات الصيانة التنبؤية للمعدات الكهربائية بأبعادها (المنهجيات، التطبيقات، والتحديات) وأثرها على تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل الأعطال في الأنظمة الكهربائية الحيوية، وقد استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال مراجعة أدبية منهجية شملت أحدث التقنيات المستخدمة في هذا المجال، مثل تحليل الاهتزازات، وتقنيات التعلم الآلي، ونماذج البيانات المستندة إلى تقنيات الاستشعار، وتناولت العينة دراسات وتطبيقات واقعية من قطاعات متعددة مثل توليد الطاقة والتصنيع.

وتوصلت الدراسة إلى أن الصيانة التنبؤية تسهم في تحسين جدولة الصيانة وتقليل التكاليف وزيادة موثوقية المعدات، مع التأكيد على أهمية التعاون متعدد التخصصات وضرورة تطوير حلول مبتكرة لمواجهة التحديات المتعلقة بجودة البيانات وتعقيد النماذج، وأوصت الدراسة بتبني نهج استباقي يعتمد على التكامل بين التكنولوجيا والبيانات لدعم التحول نحو صيانة أكثر ذكاءً وفاعلية

الفجوة البحثية:

تشترك الدراسة الحالية مع عدد من الدراسات السابقة في التأكيد على أهمية تدريب الكوادر الفنية بوصفه عاملاً مؤثراً في تحسين الأداء الفني والتشغيلي داخل المؤسسات الصناعية. على سبيل المثال، ركزت دراسة Brennan et al. (2023) على أثر برنامج تدريبي متعدد المستويات على تقليل الأعطال وتحسين الإنتاجية، وهو ما يتقاطع مع هدف الدراسة الحالية في ربط التدريب بجودة الصيانة. كما اتفقت دراسة Silvester et al. (2024) مع الدراسة الحالية في التركيز على أبعاد مثل السلامة والإنتاجية كنتاج مباشر للتدريب المستمر، وهو ما يدعم فكرة الدراسة حول ضرورة تطوير البرامج التدريبية بشكل دوري.

من ناحية المنهج، استخدمت غالبية الدراسات مناهج وصفية وتحليلية وشبه تجريبية، كما هو الحال في دراسة Loch et al. (2022) التي اعتمدت بيئة تدريب تفاعلية لقياس أثر النمذجة على أداء فنيي الصيانة، وهو ما يتشابه مع التوجه المنهجي للدراسة الحالية في اختبار أثر التدريب من خلال أدوات كمية.

كذلك، تتفق الدراسة الحالية مع عدد من الأبحاث التي تناولت تحسين جودة الصيانة كمتغير تابع، مثل دراسة Al Ameer et al. (2023) التي ربطت بين نوع استراتيجية الصيانة وجودة الأداء في محطات توليد الكهرباء، وهو ما يشكل جزءاً من السياق التطبيقي الذي تستهدفه الدراسة الحالية.

رغم أوجه الاتفاق العامة، إلا أن الدراسة الحالية تتفرد بعدة جوانب مقارنة بالدراسات السابقة. أولاً، تختلف في كونها تركز بشكل مباشر ومفصل على أثر تدريب الكوادر الفنية بأبعاده الأربعة المحددة (المعرفة التقنية، تشخيص الأعطال، تطوير القدرات الذاتية، الالتزام بمعايير السلامة)، بينما ركزت

دراسات سابقة إما على أبعاد عامة (مثل الإنتاجية أو الرضا الوظيفي)، أو أبعاد غير مباشرة متعلقة بالتحول التقني.

ثانيًا، تختلف الدراسة من حيث سياق التطبيق؛ فبينما تناولت معظم الدراسات بيانات صناعية عامة، أو صناعات متعددة كالتصنيع والإلكترونيات، فإن الدراسة الحالية تركز تحديدًا على محطات توليد الكهرباء، وهي بيئة تشغيلية ذات طبيعة حساسة، تتطلب مهارات فنية دقيقة وتدريبًا متخصصًا يتجاوز النماذج العامة.

ثالثًا، لم تركز معظم الدراسات السابقة على علاقة التدريب بجودة الصيانة الكهربائية تحديدًا، وإنما على الأداء العام أو إنتاجية المؤسسة أو تقنيات الصيانة الحديثة، بينما تستهدف الدراسة الحالية قياس العلاقة المباشرة بين التدريب الفني وجودة أعمال الصيانة الكهربائية للمعدات، باستخدام أدوات كمية تُفصل هذا الأثر.

بناءً على ما سبق، تتحدد الفجوة البحثية التي تسدها هذه الدراسة في قلة الدراسات التي تناولت العلاقة المباشرة بين أبعاد تدريب الكوادر الفنية وجودة الصيانة الكهربائية في محطات توليد الكهرباء كبيئة تطبيق متخصصة، إلى جانب الحاجة إلى نماذج تدريبية واقعية تُصمم بناءً على تحليل علمي لعوامل مؤثرة في الأداء الفني اليومي، وتسعى الدراسة الحالية لسد هذه الفجوة من خلال بناء إطار بحثي يربط بشكل منهجي بين التدريب العملي والأداء الصياني في منشآت الطاقة.

المنطلقات النظرية للدراسة:

تمثل الكوادر الفنية المحور الأساسي لضمان كفاءة الأداء في المنشآت الصناعية، خاصة في القطاعات ذات الطبيعة الحيوية مثل محطات توليد الكهرباء، حيث تُعد الصيانة الكهربائية ركيزة لاستدامة التشغيل وسلامة المعدات. وتكمن أهمية تدريب الكوادر الفنية في تعزيز معارفهم التقنية، وتطوير مهاراتهم العملية، ورفع مستوى وعيهم بالسلامة المهنية، مما ينعكس مباشرة على جودة عمليات

الصيانة. وقد أشارت الدراسات الحديثة إلى أن البرامج التدريبية الفعالة تساهم في خفض الأعطال، وتحسين الإنتاجية، وزيادة موثوقية الأنظمة الكهربائية.(Silvester et al., 2024)

وتسعى هذه الدراسة إلى استكشاف أثر تدريب الكوادر الفنية بأبعاده المتعددة على جودة الصيانة الكهربائية في محطات توليد الكهرباء، من خلال بناء إطار نظري يركز على تحليل علمي منظم لمكونات التدريب وتأثيرها المباشر على جودة الأداء الفني.

ثانيًا: المحور الأول - التدريب الفني (المتغير المستقل)

يشير التدريب الفني إلى العملية التعليمية الموجهة التي تهدف إلى إكساب العاملين مهارات فنية محددة تتعلق بطبيعة أعمالهم، عبر برامج منهجية وممارسة عملية مباشرة، وقد عرّفه (Tripathi (2024 بأنه: "العملية التي يتم من خلالها تمكين العاملين من تطوير معارفهم ومهاراتهم العملية والسلوكية لأداء مهامهم بكفاءة وجودة عالية."

وقد حددت هذه الدراسة أربعة أبعاد رئيسة للتدريب الفني:

1. **المعرفة التقنية:** وهي الإطار النظري الذي يمكّن الفني من فهم مكونات الدوائر الكهربائية، ورموز التشغيل، ومبادئ الأنظمة الذكية. وتعد المعرفة التقنية ركيزة أساسية في التدريب، كونها تمهد لتطبيق الصيانة وفق المعايير الفنية ، وأن تعزيز الجانب المعرفي يؤدي إلى تحسين الأداء التشغيلي بنسبة تفوق 7% (Brennan et al., 2023)

2. **تشخيص الأعطال:** يُقصد به قدرة الفني على تحليل المشكلات الفنية بدقة، واستخدام أدوات التشخيص لتحديد أسباب الخلل. ويعد هذا البعد من أبرز المهارات العملية المطلوبة في

محطات التوليد، حيث يسهم في تقليل الأعطال المتكررة، إلى أن النمذجة التفاعلية في التدريب عززت من دقة التشخيص وتقليل الأخطاء. (Loch et al., 2022)

3. **تطوير القدرات الذاتية:** يشمل ذلك تنمية مهارات التفكير النقدي، وحل المشكلات، والتعلم الذاتي، وقد أوضحت دراسة (Tripathi (2024 أن الموظفين الذين يتلقون تدريباً يدعم قدراتهم الذاتية أظهروا ولاءً ومشاركة أعلى في منظومة العمل.

4. **الالتزام بمعايير السلامة:** يُقصد به مدى تطبيق الفني لإجراءات السلامة المهنية أثناء العمل. ويمثل هذا البعد عنصراً حاسماً في بيئة محطات التوليد عالية الخطورة، وأكدت Silvester et al. (2024) على أهمية تضمين السلامة كأحد مكونات التدريب المؤثرة على الأداء والاستقرار التشغيلي.

ثالثاً: المحور الثاني – جودة الصيانة الكهربائية (المتغير التابع)

تعني جودة الصيانة الكهربائية القدرة على تنفيذ عمليات الصيانة بكفاءة ودقة وفق الجدول الزمني والمعايير الفنية المعتمدة. وتشمل جودة الصيانة عدداً من المؤشرات، من أبرزها:

- دقة تنفيذ المهام الصيانية
- سرعة الاستجابة للأعطال الطارئة
- تقليل الأعطال المتكررة
- الالتزام بجدول الصيانة الوقائية
- تحسين العمر الافتراضي للمعدات

وأشار Al Ameer et al. (2023) أن جودة الصيانة ترتبط بشكل مباشر بنوعية الاستراتيجية المستخدمة، لكنها تتأثر كذلك بمهارة العنصر البشري ومستوى تأهيله.

رابعاً: العلاقة بين التدريب الفني وجودة الصيانة الكهربائية

تشير الأدبيات إلى وجود علاقة ارتباط وتأثير قوية بين مستوى التدريب الفني وجودة الصيانة. فالفنيون المدربون قادرون على الاستجابة للأعطال بسرعة، وتطبيق الإجراءات بكفاءة، مما يؤدي إلى تحسين مؤشرات الأداء وخفض التكاليف، وقد بينت دراسة Herrera-Arcila et al. (2024) أن الاستثمار في التدريب يُعد أحد عوامل نجاح برامج الصيانة التنبؤية.

و كشفت دراسة Ogunfowora & Najjaran (2023) أن إدماج تقنيات الذكاء الاصطناعي في التدريب ساعد على بناء خطط صيانة مرنة تتكيف مع المتغيرات التشغيلية، وهو ما يعكس أهمية دمج التدريب الحديث بالمعرفة التطبيقية.

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 تُعرف 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 بـ:

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 لنتناسب 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 – تدريب الكوادر الفنية، ويُقاس من خلال 24 فقرة مقسمة أربعة أبعاد رئيسية:

1. المعرفة التقنية
2. تشخيص الأعطال
3. تطوير القدرات الذاتية
4. الالتزام بمعايير السلامة

ثانياً: المتغير التابع – جودة الصيانة الكهربائية للمعدات، ويُقاس من خلال (20) فقرة موزعة.

حدود الدراسة:

- **حدود موضوعية :** تقتصر الدراسة على تحليل أثر تدريب الكوادر الفنية بأبعاده (المعرفة التقنية - تشخيص الأعطال - تطوير القدرات الذاتية - الالتزام بمعايير السلامة) على جودة الصيانة الكهربائية للمعدات في محطات توليد الكهرباء.
- **حدود مكانية:** تُجرى الدراسة على محطة توليد كهرباء بالمملكة العربية السعودية .
- **حدود زمانية :** تم إعداد الدراسة في عام 2025.
- **حدود بشرية:** تقتصر الحدود البشرية لهذه الدراسة على الفنيين والمهندسين الكهربائيين العاملين في محطات توليد الكهرباء، ممن لديهم ارتباط مباشر بأعمال الصيانة الكهربائية للمعدات.

المراجع:

- عبدالرؤوف، محمد، وآخرون. (2025). أثر التدريب باستخدام أنظمة FPGA على جودة الصيانة في أنظمة التحكم بمحطات الكهرباء. *مجلة Power Systems Maintenance* ، 12(1)، 60.45–

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

- المركز، عبدالسلام ميلاد، و الأحمر، صالح محمد. (2022). تدريب الموارد البشرية وأثره على أداء المؤسسات السياحية بمدينة صبراتة: دراسة في الجغرافية السياحية. *مجلة العلوم الإنسانية*، ع25 ، 469.432 –

- Al Ameer, K. A., Aldarwish, N., & Al-Maqtari, M. A. (2023). *Predictive maintenance strategies for electrical systems using digital technologies in power plants*. *Energies*, 16(7), 2872.

<https://doi.org/10.3390/en16072872>

- Alshammari, H. M. (2025). *The effect of skill transfer and technical training on maintenance performance in power generation stations*. *LJCAS – Libyan Journal for Contemporary Applied Sciences*, 5(1), 55–67.

- Arpilleda, J. Y. (2023). Predictive Maintenance Strategies for Electrical Equipment: A Literature Review. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 612–619.
<https://doi.org/10.48175/ijarsct-11299>
- Brennan, R. G. L., Blow, M., & Jaquith, I. L. (2023). Impact of Effective Training in a Technical Facility. *Advanced Semiconductor Manufacturing Conference*, 1–6.
<https://doi.org/10.1109/ASMC57536.2023.10121094>
- Herrera–Arcila, M., Pérez, R., & Gutiérrez, C. (2024). A review of predictive maintenance strategies for electrical systems. *Journal of Industrial Maintenance*, 12(1), 33–50.
- Loch, C., Krueger, T., & Schneider, B. (2022). Model-based training to improve manual maintenance in automated production systems. *Automation in Practice*, 14(3), 122–139.
- Ogunfowora, B., & Najjaran, H. (2023). Reinforcement learning for industrial maintenance: A systematic review. *AI in Engineering Systems*, 9(1), 67–81.
- Saeed, M. A. (2023). *Assessing the impact of maintenance leadership competency on electrical maintenance quality in power stations*

[Master's thesis, University of Baghdad]. CORE.

<https://core.ac.uk/download/pdf/486001238.pdf>

- Silvester, A., Nugroho, D., & Hidayat, T. (2024). Training and development practices and their effects on workforce productivity and safety. *Asian Journal of Industrial Psychology*, 7(1), 15–29.
- Taif, A. A., Mwita, J. I., & Mrema, A. G. (2022). Factors affecting implementation of Total Productive Maintenance in thermal power plants: A case of technical and managerial capacity. *Tanzania Journal of Engineering and Technology*, 41(2), 88–100.
<https://doi.org/10.52339/tjet.v41i2.782>
- Tripathi, R. (2024). Strategic role of employee training in performance enhancement: A cross-sectoral study. *Human Capital Studies*, 11(2), 77–91.
- Khuntia, J., Vermeer, J., & de Ruiter, R. (2023). High-voltage transformer maintenance planning using survival analysis and fault frequency modeling. *Electrical Infrastructure Journal*, 19(4), 212–230.

Midocean University

College of Management

Master of business administration



**"The Impact of Technical Staff Training on the Quality of
Electrical Equipment Maintenance: An Application to
Power Generation Plants**

Preparation:

Turki suwailem Al-Johani

243001314

Supervision:

Dr. Al-Faisal Abdelhamid Mohamed Hassan

Year:

2025