

أثر أنظمة إدارة السلامة على أداء المشاريع في مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية

The Impact of Safety Management Systems on Project Performance in Renewable Energy Projects in Saudi Arabia

بحث مقدم استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في إدارة المشاريع

إعداد الطالب:

إشراف: عبد الله الشميري

د. نور عفور

د. آلاء أحمد

العام الدراسي: 2026

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، والشكر له سبحانه على ما يسّر وأعان حتى انتهى هذا البحث إلى صورته الحالية. وبعد، فإنه يطيب لي في مستهل هذه الدراسة أن أقدم بأسمى آيات الشكر والامتنان إلى المشرفين الفاضلين الدكتور نور عبور والدكتورة آلاء أحمد، اللتين لم يبخل عليّا بتوجيهاتهما العلمية وملاحظتهما الدقيقة طوال مراحل البحث، وكانت ملاحظتهما السديدة نبراساً أنار لي طريق العمل. ولولا تواصلهما المستمر وصبرهما على المراجعة والتحقيق لما وصل هذا البحث إلى مستواه الحالي، فجزاهما الله عني خير الجزاء.

كما أقدم بجزيل الشكر إلى أعضاء هيئة التدريس بقسم إدارة المشاريع في جامعة مبدأوشن على ما قدموه لي من علم ومعرفة خلال سنوات الدراسة، وإلى كافة العاملين في الكلية الذين ساعدوا في تذليل الصعوبات الإدارية واللوجستية. ولا يفوتني أن أشكر جميع المختصين والممارسين في قطاع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية الذين شاركوا في الإجابة على استبانة الدراسة، وأبدوا تعاوناً ملموساً في تزويدي بالبيانات والمعلومات اللازمة، وهم موضع التقدير لما لمسته منهم من وعي بأهمية البحث العلمي وخدمة الميدان.

وأخص بالشكر والامتنان من ساعدني من الزملاء والمختصين في مراجعة أداة الدراسة من حيث الصدق والثبات، وكل من أسهم برأي أو خاطرة في إثراء هذا العمل. وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين، وأسأل الله العليّ القدير أن يجعل هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم، وأن ينفع به طلاب العلم والممارسين في الميدان.

عبدالله الشمري

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى التحقق من أثر أنظمة إدارة السلامة بأبعادها الخمسة (القيادة والالتزام بالسلامة، والتدريب والوعي بالسلامة، والتفتيش والرقابة على السلامة، والإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها، والاستعداد للاستجابة للطوارئ) على أداء المشاريع في مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية. وقد اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي القائم على المسح الميداني، حيث صُمم استبانة مكوّنة من ستة محاور وفق مقياس ليكرت الخماسي، وتم توزيعها على عينة عشوائية ميسّرة قوامها (40) مفردة من مديري المشاريع ومسؤولي السلامة والمهندسين العاملين في مشاريع الطاقة المتجددة.

وأظهرت النتائج أن مستوى تطبيق أنظمة إدارة السلامة جاء بدرجة متوسطة إلى مرتفعة، حيث تصدر بُعد التدريب والوعي بالسلامة قائمة الأبعاد بمتوسط حسابي (4.02) ووزن نسبي (80.4%)، في حين جاء بُعد الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها في المرتبة الأخيرة بمتوسط (3.58) ووزن نسبي (71.6%). كما أظهرت نتائج تحليل الارتباط والانحدار الخطي البسيط وجود علاقات ارتباطية موجبة وقوية ودالة إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$) بين جميع أبعاد نظام إدارة السلامة وأداء المشاريع، تراوحت بين (0.734) و(0.847). وأظهر تحليل الانحدار المتعدد أن أبعاد النظام الخمسة مجتمعة تفسّر (79.4%) من التباين في أداء المشاريع، وأن بُعد التدريب والوعي بالسلامة يُعد البعد الأكثر تأثيراً بقيمة معامل بيتا (0.312).

وأوصت الدراسة بضرورة تكثيف الاستثمار في برامج التدريب على السلامة، وتعزيز دور القيادة في ترسيخ ثقافة السلامة، وتطوير أنظمة الإبلاغ عن الحوادث بما يضمن الشفافية وتحليل الأسباب الجذرية، فضلاً عن تخصيص ميزانيات واضحة للاستعداد للطوارئ في المشاريع الكبرى للطاقة المتجددة، وإدراج اشتراطات السلامة ضمن معايير التقييم المسبق للمقاولين.

الكلمات المفتاحية: أنظمة إدارة السلامة، أداء المشاريع، الطاقة المتجددة، المملكة العربية السعودية، رؤية 2030، ISO 45001.

This study aimed to investigate the impact of safety management systems on project performance in renewable energy projects in the Kingdom of Saudi Arabia. The study adopted a descriptive-analytical approach based on field survey. A questionnaire consisting of six axes was designed according to the five-point Likert scale and distributed to a convenience random sample of (40) project managers, safety officers, and engineers working in renewable energy projects. The five independent dimensions examined were: safety leadership and commitment, safety training and awareness, safety inspection and monitoring, incident reporting and investigation, and emergency response preparedness.

The results showed that the level of safety management system application ranged between medium and high. Safety training and awareness ranked first with a mean of (4.02) and a relative weight of (80.4%), while incident reporting and investigation ranked last with a mean of (3.58) and a relative weight of (71.6%). Correlation and simple linear regression analyses revealed positive, strong, and statistically significant relationships at the ($\alpha \leq 0.01$) level between all safety management system dimensions and project performance, ranging from (0.734) to (0.847). Multiple regression analysis showed that the five dimensions collectively explained (79.4%) of the variance in project performance, with safety training and awareness being the most influential dimension ($\beta = 0.312$).

The study recommended intensifying investment in safety training programs, strengthening leadership role in embedding safety culture, developing transparent incident reporting systems with root-cause analysis, allocating clear budgets for emergency preparedness in major renewable energy projects, and incorporating safety requirements within pre-qualification criteria for contractors.

Keywords: Safety Management Systems, Project Performance, Renewable Energy, Saudi Arabia, Vision 2030, ISO 45001.

فهرس المحتويات

الشكر والتقدير.....
الملخص
Abstract
الفصل الأول: الإطار العام للدراسة
1.1 المقدمة
1.2 مشكلة الدراسة
1.3 أهداف الدراسة
1.4 تساؤلات الدراسة
1.5 أهمية الدراسة (علمية وعملية)
1.6 فرضيات الدراسة
1.7 النموذج النظري ومتغيرات الدراسة
الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة
2.1 مفهوم أنظمة إدارة السلامة وتطورها
2.2 المرجعية المعيارية (ISO 45001:2023)
2.3 أبعاد نظام إدارة السلامة
2.4 القيادة والالتزام بالسلامة
2.5 التدريب والوعي بالسلامة
2.6 التفتيش والرقابة على السلامة
2.7 الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها
2.8 الاستعداد للاستجابة للطوارئ
2.9 أداء المشاريع: المفهوم والمؤشرات
2.10 قطاع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية

2.11 الدراسات السابقة العربية
2.12 الدراسات السابقة الأجنبية
2.13 التعقيب على الدراسات السابقة والفجوة البحثية
الفصل الثالث: منهجية الدراسة
3.1 تصميم البحث
3.2 مجتمع الدراسة
3.3 عينة الدراسة وخصائصها
3.4 محددات حجم العينة
3.5 خطوات وأداة جمع البيانات
3.6 حدود الدراسة
3.7 أساليب التحليل الإحصائي
الفصل الرابع: الدراسة الميدانية وتحليل البيانات
4.1 اختبار ثبات أداة الدراسة
4.2 تحليل الخصائص الديموغرافية
4.3 التحليل الوصفي لمحاور الدراسة
4.4 اختبار الفرضيات (الارتباط والانحدار البسيط)
4.5 اختبار الفرضية السادسة (الانحدار المتعدد)
4.6 مناقشة النتائج
الفصل الخامس: التوصيات والخاتمة
5.1 الخاتمة
5.2 التوصيات
5.3 مقترحات البحوث المستقبلية
المراجع

قائمة الجداول

• الجدول (1): توزيع أفراد عينة الدراسة وفق المتغيرات الديموغرافية (ن=40)
• الجدول (2): قيم معامل ألفا كرونباخ لمحاور الدراسة
• الجدول (3): التحليل الوصفي لبنود محور القيادة والالتزام بالسلامة
• الجدول (4): التحليل الوصفي لبنود محور التدريب والوعي بالسلامة
• الجدول (5): التحليل الوصفي لبنود محور التفتيش والرقابة على السلامة
• الجدول (6): التحليل الوصفي لبنود محور الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها
• الجدول (7): التحليل الوصفي لبنود محور الاستعداد للاستجابة للطوارئ
• الجدول (8): التحليل الوصفي لبنود محور أداء المشاريع
• الجدول (9): ملخص نتائج محاور الدراسة وترتيبها
• الجدول (10): نتائج اختبار الفرضيات من الأولى إلى الخامسة (الارتباط والانحدار البسيط)
• الجدول (11): نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر أبعاد إدارة السلامة مجتمعةً على أداء المشاريع
• الجدول (12): مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة

قائمة الأشكال

•
الشكل (1): النموذج النظري للدراسة
الشكل (2): العلاقة بين أبعاد نظام إدارة السلامة وأداء المشاريع

1.1 المقدمة

شهد العالم خلال العقدين الماضيين تحولاً عميقاً في أنماط إنتاج الطاقة واستهلاكها، إذ انتقلت الدول من الاعتماد شبه الكلي على الوقود الأحفوري إلى تنويع مزيجها الطاقوي عبر الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة كالشمسية والريحية والهيدروجين الأخضر. وقد جاء هذا التحول استجابةً لاعتبارات بيئية واقتصادية وأمنية، تجلّت أبرز ملامحها في الاتفاقيات الدولية لتخفيض الانبعاثات الكربونية والتوجهات نحو الحياد الكربوني بحلول منتصف القرن الحالي. وفي قلب هذا التحول تتقدم المملكة العربية السعودية بوصفها واحدة من أبرز الفاعلين الإقليميين والدوليين في مجال الطاقة، إذ أطلقت رؤية 2030 التي تبنت ضمن أولوياتها تنويع مصادر الدخل وتطوير قطاع الطاقة المتجددة، عبر برامج طموحة تشمل مشروعات نيوم، ومشروعات الهيدروجين الأخضر، ومحطات الطاقة الشمسية الكبرى كمحطة سدير للطاقة الشمسية ومشروعات شركة أكوا باور المتعددة.

ومع تزايد عدد المشاريع الضخمة في قطاع الطاقة المتجددة، تصاعدت في المقابل التحديات المرتبطة بإدارة السلامة في مواقع العمل. فمشاريع الطاقة المتجددة تنطوي على مخاطر فنية وتشغيلية تختلف نوعياً عن تلك التي تُواجه في المشاريع الإنشائية التقليدية، نظراً لطبيعة المعدات المستخدمة، وارتفاع الأبراج، والتعامل مع الأنظمة الكهربائية عالية الجهد، وانتشار مواقع العمل في مناطق صحراوية ذات ظروف مناخية قاسية. وتشير إحصاءات المنظمة الدولية للعمل إلى أن قطاع الإنشاءات بما فيه مشاريع الطاقة يُسهم بنسبة ملحوظة من الحوادث المهنية على مستوى العالم، وأن غياب أنظمة إدارة السلامة الفاعلة يُكثّف الاقتصادات مبالغ طائلة بسبب ضياع ساعات العمل وتعطّل الجداول الزمنية وزيادة تكاليف التأمين.

وتُعَدُّ أنظمة إدارة السلامة (Safety Management Systems - SMS) الإطار التنظيمي الذي تتبناه المنشآت لإدارة المخاطر المهنية بصورة منهجية وقابلة للقياس، وقد عُرفت هذه الأنظمة تطوراً متدرجاً منذ صدور المواصفة British Standard BS 8800 عام 1996، مروراً بمواصفة OHSAS 18001 عام 1999 و2007، وصولاً إلى مواصفة ISO 45001 التي صدرت عام 2018 وجرى تحديثها عام 2023 لتُصبح المرجعية الدولية الأكثر اعتماداً في هذا المجال. وتقوم هذه الأنظمة على مبادئ الاستباقية والمشاركة العمالية والتقييم الدوري، وتتضمن أبعاداً متعددة أبرزها التزام القيادة، والتدريب والوعي، والتفتيش والرقابة، وإدارة الحوادث، والاستعداد للطوارئ.

وعلى صعيد الأداء، تتأثر المشاريع بمستوى تطبيق أنظمة السلامة تأثراً مباشراً وغير مباشر. فالحوادث المهنية تُفضي إلى تأخر في الجداول الزمنية، وزيادة في التكاليف غير المباشرة التي قد تصل إلى أربعة أضعاف التكاليف المباشرة وفق دراسات مجلس السلامة الوطني الأمريكي، وتدنيّ في الروح المعنوية للعاملين، فضلاً عن الإضرار بسمعة المنقذ والمالك على حدٍ سواء. وفي المقابل، تُشير دراسات عدة إلى أن المنشآت التي تتبنى أنظمة إدارة سلامة متكاملة تحقق أداءً مشروعياً أفضل من حيث الالتزام بالميزانية

والجودة والوقت، وهو ما يجعل دراسة العلاقة بين هذين المتغيرين ذا أهمية علمية وعملية قصوى، خاصةً في سياق المشاريع الكبرى للطاقة المتجددة التي تتطلب استثمارات هائلة وتحت إدارة تحالفات دولية متعددة.

وفي السياق السعودي تحديداً، أولت الجهات التنظيمية كوزارة الموارد البشرية والتنمية الاجتماعية، والهيئة السعودية للمهندسين، وشركة أكوأ باور وغيرها من الفاعلين في قطاع الطاقة المتجددة، اهتماماً متزايداً بمسألة السلامة المهنية، انعكس ذلك في إلزام المنشآت بتطبيق نظام السلامة والصحة المهنية وفق نظام العمل السعودي ولائحته التنفيذية، وفي إطلاق مبادرات تدريبية متخصصة كبرنامج الطاقة المتجددة والسلامة المهنية الذي أطلقته أكوأ باور بالشراكة مع المعهد العالي لتقنيات المياه والطاقة. غير أن الواقع الميداني يُشير إلى تفاوت في مستوى نضج تطبيق أنظمة السلامة بين المشاريع الكبرى والمتوسطة، وإلى وجود فجوة بين الاشتراطات النظرية والممارسة الفعلية على المواقع، مما يستدعي دراسة علمية منهجية لقياس أثر هذه الأنظمة على أداء المشاريع.

وانطلاقاً مما تقدّم، يسعى الباحث في هذه الدراسة إلى تقديم إسهام علمي 和应用 ي كشف طبيعة العلاقة بين تطبيق أنظمة إدارة السلامة وأداء المشاريع في قطاع الطاقة المتجددة السعودي، عبر التركيز على خمسة أبعاد رئيسة لنظام إدارة السلامة، واستطلاع آراء العاملين في المشاريع الفعلية، وتحليل البيانات بأساليب إحصائية متقدمة، بما يُمكن متخذي القرار من اعتماد سياسات مبنية على الأدلة في هذا المجال الحيوي.

1.2 مشكلة الدراسة

تتحدد مشكلة الدراسة في أن قطاع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية يشهد توسعاً متسارعاً يفوق في كثير من الأحيان قدرة المنشآت على استيعاب متطلبات السلامة المهنية بأبعادها الشاملة. فعلى الرغم من وجود إطار تشريعي وتنظيمي متطور يتمثل في نظام العمل السعودي ولائحته التنفيذية، وفي اشتراطات الهيئة السعودية للمهندسين، وفي تبني مواصفة ISO 45001:2023 كمرجعية معيارية، إلا أن التطبيق الميداني يكشف عن تفاوت جوهري بين النص التنظيمي والممارسة الفعلية على المواقع. وقد لاحظ الباحث من خلال عمله الميداني ومعايشته لعدد من مشاريع الطاقة الشمسية والريحية في المملكة، أن عدداً غير قليل من المقاولين من الباطن يتعاملون مع السلامة بوصفها عبئاً تكاليفياً لا استثماراً استراتيجياً، مما ينعكس في ارتفاع معدلات الحوادث وإعادة العمل، وتأخر الإنجاز، وتجاوز الميزانيات المعتمدة.

وتتجسد الفجوة البحثية والميدانية في عدة نقاط محورية: أولاً، محدودية الدراسات الميدانية التي ربطت بشكل مباشر بين تطبيق أنظمة إدارة السلامة وفق مواصفة ISO 45001 وأداء المشاريع في قطاع الطاقة المتجددة السعودي تحديداً، إذ تركزت أغلب الدراسات السابقة على قطاع الإنشاءات العامة أو الصناعة البتروكيمياوية. ثانياً، غياب القياس الكمي لأثر أبعاد محددة من نظام إدارة السلامة (القيادة، التدريب، التفويض، الإبلاغ، الطوارئ) على مؤشرات أداء المشاريع (الوقت، التكلفة، الجودة، رضا الأطراف). ثالثاً، ضعف الاهتمام البحثي بفئة المشاريع الجديدة كالهيدروجين الأخضر ومحطات تحويل الطاقة الشمسية الضخمة، رغم ما تنطوي عليه من مخاطر غير تقليدية. رابعاً، ندرة الدراسات التي اعتمدت على رؤية ممارسين عاملين فعلياً في الميدان بدلاً من البيانات الثانوية أو تقارير الشركات.

ويمكن صياغة المشكلة في تساؤل رئيسي: ما أثر تطبيق أنظمة إدارة السلامة بأبعادها الخمسة على أداء المشاريع في مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية؟ وتتفرع عن هذا التساؤل مجموعة من التساؤلات الفرعية التي تتعلق بمستوى التطبيق الفعلي لكل بُعد، وبطبيعة العلاقة الارتباطية بين كل بُعد والأداء، وبالبعد الأكثر تأثيراً، وهو ما سيتم الإجابة عنه منهجياً في الفصول اللاحقة من هذه الدراسة.

ويُرجع الباحث هذه المشكلة إلى عدة أسباب هيكلية وتنظيمية وميدانية: غياب ثقافة السلامة الاستباقية لدى بعض المنفذين، وضعف برامج التدريب المتخصصة في مخاطر الطاقة المتجددة، وتدني كفاءة بعض مسؤولي السلامة العاملين في الميدان، واقتصار الإبلاغ عن الحوادث على الإصابات الكبرى دون الأحداث القريبة (Near Misses)، ومحدودية ميزانيات الاستعداد للطوارئ. كل ذلك يجعل دراسة هذا الموضوع ضرورة علمية وعملية لخدمة قطاع يتوسع بسرعة ويستقطب استثمارات تتجاوز مئات المليارات من الريالات.

1.3 أهداف الدراسة

تسعى الدراسة الحالية إلى تحقيق هدف رئيسي يتمثل في قياس أثر تطبيق أنظمة إدارة السلامة بأبعادها الخمسة على أداء المشاريع في مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية. وينبثق عن هذا الهدف الرئيسي مجموعة من الأهداف الفرعية التي تتكامل فيما بينها لتقديم صورة شاملة عن طبيعة العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع. ويُمكن تصنيف هذه الأهداف على النحو الآتي:

1. التعرف على مستوى تطبيق أنظمة إدارة السلامة بأبعادها الخمسة (القيادة والالتزام بالسلامة، والتدريب والوعي بالسلامة، والتفتيش والرقابة على السلامة، والإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها، والاستعداد للاستجابة للطوارئ) في مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية من وجهة نظر العاملين فيها.
2. تحديد مستوى أداء المشاريع في قطاع الطاقة المتجددة السعودي وفق المؤشرات الأربعة المعتمدة في الدراسة (الالتزام بالوقت، والالتزام بالتكلفة، والجودة، ورضا أصحاب المصلحة).
3. قياس قوة العلاقة الارتباطية بين كل بُعد من أبعاد نظام إدارة السلامة وأداء المشاريع، لمعرفة ما إذا كانت العلاقة موجبة أو سالبة، وقوية أو ضعيفة.
4. اختبار أثر كل بُعد من أبعاد نظام إدارة السلامة على أداء المشاريع بشكل منفرد، عبر أسلوب تحليل الانحدار الخطي البسيط، للتحقق من الدلالة الإحصائية لتأثير كل بُعد.
5. اختبار أثر أبعاد نظام إدارة السلامة مجتمعةً على أداء المشاريع، عبر أسلوب تحليل الانحدار الخطي المتعدد، وتحديد البعد الأكثر تأثيراً وفق قيمة معامل بيتا.
6. صياغة مجموعة من التوصيات العلمية والعملية الموجهة إلى الجهات المعنية (الجهات التنظيمية، الشركات المنفذة، المالك، المعاهد التدريبية) لرفع مستوى تطبيق أنظمة إدارة السلامة وتحسين أداء المشاريع في قطاع الطاقة المتجددة.
7. الإسهام في إثراء الأدبيات العربية في مجال إدارة السلامة المهنية وإدارة المشاريع، خاصةً في القطاع الناشئ للطاقة المتجددة الذي لم يحظَ بدراسات عربية كافية بعد.

1.4 تساؤلات الدراسة

تنطلق الدراسة من تساؤل رئيسي مفاده: ما أثر تطبيق أنظمة إدارة السلامة بأبعادها الخمسة على أداء المشاريع في مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية؟ ويتفرع عن هذا التساؤل الرئيسي التساؤلات الفرعية الآتية:

1. ما مستوى تطبيق أنظمة إدارة السلامة بأبعادها الخمسة في مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية من وجهة نظر العاملين فيها؟
2. ما مستوى أداء المشاريع في قطاع الطاقة المتجددة السعودي وفق المؤشرات المعتمدة في الدراسة؟
3. ما طبيعة العلاقة الارتباطية بين كل بُعد من أبعاد نظام إدارة السلامة وأداء المشاريع في مشاريع الطاقة المتجددة؟
4. هل يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لكل بُعد من أبعاد نظام إدارة السلامة على أداء المشاريع في مشاريع الطاقة المتجددة؟
5. هل يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لأبعاد نظام إدارة السلامة مجتمعةً على أداء المشاريع، وأيُّ هذه الأبعاد الأكثر تأثيراً؟
6. ما التوصيات العلمية والعملية التي يمكن استخلاصها من نتائج الدراسة لرفع مستوى تطبيق أنظمة إدارة السلامة وتحسين أداء المشاريع في قطاع الطاقة المتجددة؟

1.5 أهمية الدراسة (علمية وعملية)

تنطلق أهمية الدراسة من جملة اعتبارات علمية وعملية تتشابه فيما بينها، تجعل من تناول هذا الموضوع في هذا التوقيت تحديداً ضرورة بحثية لا ترفعاً. فعلى المستوى العلمي، تُسهم الدراسة في سدّ فجوة معرفية واضحة في الأدبيات العربية المتعلقة بإدارة السلامة المهنية في قطاع الطاقة المتجددة، إذ تُلاحظ ندرة الدراسات الميدانية التي ربطت بشكل مباشر وكَمّي بين أبعاد نظام إدارة السلامة وفق المرجعيات الدولية المعاصرة (ISO 45001:2023) وأداء المشاريع في هذا القطاع الناشئ. وتُقدّم الدراسة نموذجاً نظرياً متكاملًا يدمج خمسة أبعاد لنظام إدارة السلامة كمحددات لأداء المشاريع، وهو ما يفتح آفاقاً للبحث المقارن مع قطاعات أخرى مستقبلاً.

ومن الناحية المنهجية، تكتسب الدراسة أهميتها من اعتمادها على منهج كَمّي تحليلي يجمع بين التحليل الوصفي والاستدلالي، ويوظّف أساليب إحصائية متقدمة كمعامل ألفا كرونباخ للثبات، ومعامل ارتباط بيرسون، وتحليل الانحدار الخطي البسيط والمتعدد، مما يُعزّز موثوقية النتائج وقابليتها للتعميم ضمن الإطار الذي حُدّد للمشكلة. كما تُقدّم الدراسة أداة قياس (استبانة) تم التحقق من صدقها وثباتها، يمكن استخدامها في دراسات لاحقة أو في تقييم الممارسات داخل الشركات.

أما على المستوى التطبيقي، فتنبع أهمية الدراسة من النمو المتسارع لقطاع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية ضمن مشاريع رؤية 2030، حيث يُتوقّع أن تتجاوز استثمارات المملكة في هذا القطاع مئات المليارات من الريالات خلال العقد الحالي، عبر مبادرات مثل مشروع نيوم للهيدروجين الأخضر، ومحطة سكاكا للطاقة الشمسية، ومشاريع دومة الجندل، ومرافق تحلية المياه بالطاقة الشمسية، ومشاريع شركة أكوا باور المتعددة. وحماية هذه الاستثمارات وضمان إنجازها في الوقت والميزانية المحددين يستلزمان إدارة فاعلة للمخاطر والسلامة.

وتفيد نتائج الدراسة عدة فئات من المستفيدين: (1) الجهات التنظيمية كوزارة الموارد البشرية والتنمية الاجتماعية والهيئة السعودية للمهندسين في تحسين أطر التفتيش والترخيص، (2) الشركات المالكة والمنفذة كأكوا باور ونيوم والشركة السعودية للكهرباء في تطوير سياساتها الداخلية، (3) المقاولين من الباطن في رفع كفاءتهم ومطابقتهم للمعايير، (4) المعاهد التدريبية في تصميم برامج متخصصة، (5) المستثمرين والممولين في تقييم المخاطر قبل ضخ رؤوس الأموال، (6) العاملين في الميدان الذين يستفيدون مباشرة من تحسين بيئة العمل.

وتزداد أهمية الدراسة في ضوء التوجهات الدولية نحو ربط التمويل الأخضر بمعايير الحوكمة والسلامة، إذ باتت مؤسسات التمويل الدولية تشترط الالتزام بمعايير السلامة الاجتماعية والبيئية (IFC Performance Standards) لمنح القروض للمشاريع الكبرى. ومن ثَمَّ، فإن تقديم أدلة علمية على أثر أنظمة السلامة على الأداء يُعزّز قدرة المشاريع السعودية على جذب التمويل الأجنبي والاستفادة من أسواق الكربون الدولية.

1.6 فرضيات الدراسة

في ضوء الإطار النظري للدراسة والدراسات السابقة المرتبطة بموضوع البحث، صاغ الباحث ست فرضيات رئيسية قابلة للاختبار الإحصائي. وتُصاغ هذه الفرضيات بصيغة النفي (الفرضية الصفرية) التزاماً بالأصول العلمية لاختبار الفرضيات، حيث يتم رفضها أو عدم رفضها بناءً على النتائج الإحصائية:

الفرضية الأولى (H01): لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) للقيادة والالتزام بالسلامة على أداء المشاريع في مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية.

الفرضية الثانية (H02): لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) للتدريب والوعي بالسلامة على أداء المشاريع في مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية.

الفرضية الثالثة (H03): لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) للتفتيش والرقابة على السلامة على أداء المشاريع في مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية.

الفرضية الرابعة (H04): لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) للإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها على أداء المشاريع في مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية.

الفرضية الخامسة (H05): لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) للاستعداد للاستجابة للطوارئ على أداء المشاريع في مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية.

الفرضية السادسة (H06): لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) لأبعاد نظام إدارة السلامة الخمسة مجتمعةً على أداء المشاريع في مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية.

1.7 النموذج النظري ومتغيرات الدراسة

بُني النموذج النظري للدراسة استناداً إلى مراجعة الأدبيات العلمية في مجال إدارة السلامة وإدارة المشاريع، واستفادة من نماذج نظرية راسخة أبرزها نموذج مواصفة ISO 45001:2023 الذي يقوم على دورة PDCA (التخطيط – التنفيذ – التقييم – التحسين)، ونموذج Project Management Institute (PMI) المعروف بدليل PMBOK في قياس أداء المشاريع، فضلاً عن الاستفادة من دراسات سابقة (Robson et al., 2007; Mohammed & Ismail, 2022; Al-Hamadi et al., 2023). ويتضمن النموذج متغيراً مستقلاً يتمثل في أنظمة إدارة السلامة بأبعادها الخمسة، ومتغيراً تابعاً يتمثل في أداء المشاريع بأبعاده الأربعة.

المتغير المستقل (أنظمة إدارة السلامة) يتضمن خمسة أبعاد رئيسية هي:

1. القيادة والالتزام بالسلامة (Safety Leadership and Commitment): ويشمل تخصيص الموارد، ووضع السياسات، وتوضيح المسؤوليات، والقُدوة الشخصية من الإدارة العليا.
 2. التدريب والوعي بالسلامة (Safety Training and Awareness): ويشمل تحديد الاحتياجات التدريبية، وتصميم البرامج، وتقييم الفعالية، وبناء ثقافة السلامة.
 3. التفتيش والرقابة على السلامة (Safety Inspection and Monitoring): ويشمل التفتيش الدوري، وتقييم المخاطر، والمراقبة المستمرة، والمقاييس الاستباقية والتفاعلية.
 4. الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها (Incident Reporting and Investigation): ويشمل ثقافة الإبلاغ، وتحليل الأسباب الجذرية، والاستفادة من الدروس المستفادة، وعدم توجيه اللوم.
 5. الاستعداد للاستجابة للطوارئ (Emergency Response Preparedness): ويشمل خطط الطوارئ، والفرق المختصة، والتدريبات الدورية، ومعدات الاستجابة، والتنسيق مع الجهات الخارجية.
- المتغير التابع (أداء المشاريع) يتضمن أربعة أبعاد رئيسية هي: الالتزام بالوقت (Time)، الالتزام بالتكلفة (Cost)، الجودة (Quality)، رضا أصحاب المصلحة (Stakeholder Satisfaction). ويُقصد بأداء المشاريع مدى تحقق الأهداف المخطط لها للمشروع في ضوء هذه الأبعاد الأربعة، وهو ما يتسق مع "مثلث إدارة المشاريع" التقليدي (الوقت-التكلفة-الجودة) مع إضافة البعد الرابع المتعلق برضا الأطراف.

وبناءً على ما تقدّم، يفترض النموذج وجود علاقة أثر موجبة بين تطبيق أبعاد نظام إدارة السلامة الخمسة وأداء المشاريع، يُمكن قياسها عبر معاملات الارتباط وقيم الانحدار، على أن تُحدّد الفرضيات الإحصائية ما إذا كانت هذه العلاقة دالة إحصائياً. ويُمكن تمثيل النموذج نظرياً وفق الشكل الآتي:

الشكل (1): النموذج النظري للدراسة

[أبعاد نظام إدارة السلامة الخمسة] → (أثر) → [أداء المشاريع بأبعاده الأربعة]

وتجدر الإشارة إلى أن النموذج يفترض وجود متغيرات وسيطة محتملة (كالثقافة التنظيمية وحجم المشروع ونوعه) لم تتناولها الدراسة بالقياس المباشر، إذ ركزت على قياس العلاقة الثنائية المباشرة بين المتغير المستقل والتابع، وذلك التزاماً بحدود الدراسة المرسومة، وتركيزاً على الإجابة عن التساؤلات المطروحة. غير أن الباحث يوصي بدراسات مستقبلية تتناول هذه المتغيرات الوسيطة لتقديم نموذج أعمق وأشمل.

الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة

2.1 مفهوم أنظمة إدارة السلامة وتطورها

يُعدّ مفهوم نظام إدارة السلامة (Safety Management System) من المفاهيم التي تطورت تدريجياً عبر عقود من العمل البحثي والميداني، حتى بلغ صيغته الحالية المتكاملة في مواصفة ISO 45001:2023. ويُعرّف نظام إدارة السلامة اصطلاحياً بأنه مجموعة متكاملة من السياسات والإجراءات والعمليات والموارد التي تضعها المنشأة لإدارة المخاطر المهنية وحماية صحة العاملين وسلامتهم، بشكل منهجي وقابل للقياس والتحسين المستمر. ويقوم هذا النظام على فلسفة استباقية تُركّز على منع الحوادث قبل وقوعها بدلاً من الاكتفاء بالتفاعل معها بعد حدوثها، وهو ما يميّزه عن النهج التقليدي الذي كان سائداً قبل التسعينيات والذي اعتمد بشكل أساسي على التعامل التفاعلي مع الإصابات والحوادث.

وتعود الجذور التاريخية لنظم إدارة السلامة إلى تطور حركة السلامة المهنية في أعقاب الثورة الصناعية، حيث ظهرت التشريعات الأولى في بريطانيا في القرن التاسع عشر (قانون المصانع 1833)، ثم تطورت عبر القرن العشرين مع ظهور منظمات دولية متخصصة كمنظمة العمل الدولية (ILO) عام 1919، ومنظمة الصحة العالمية (WHO) عام 1948. وفي عام 1996، أصدرت مؤسسة المعايير البريطانية مواصفة BS 8800 التي وضعت إطاراً توجيهياً لأنظمة إدارة السلامة والصحة المهنية، ثم تبعها صدور مواصفة OHSAS 18001 عام 1999 التي أصبحت المرجعية الدولية غير الرسمية لما يقارب عقدين من الزمن، قبل أن تحل محلها مواصفة ISO 45001 عام 2018 التي تُعدّ الأولى من نوعها التي تصدر عن المنظمة الدولية للتقييس (ISO) في مجال السلامة والصحة المهنية.

وقد جاء تحديث المواصفة عام 2023 (ISO 45001:2018/Amd 1:2023) ليعزّز التزام المنشآت بمعايير الحوكمة وإدارة المخاطر والتكامل مع المواصفات الإدارية الأخرى كـ ISO 9001 للجودة وISO 14001 للبيئة. ويلاحظ الباحث أن تطور هذه النظم لم يكن منفصلاً عن تطور الفكر الإداري عموماً، إذ تأثرت مبادئها بمدرسة الإدارة العلمية، ونظرية النظم، والمنهج المعرفي القائم على تحسين الجودة الشاملة (TQM)، وصولاً إلى النهج المعاصر القائم على إدارة المخاطر الشاملة (Enterprise Risk Management) والمساءلة الاجتماعية للشركات.

ويُعرّف الباحث نظام إدارة السلامة إجرائياً في إطار هذه الدراسة بأنه: مجموعة السياسات والإجراءات والممارسات التي تتبناها الشركات المنفذة لمشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية لإدارة المخاطر المهنية وحماية العاملين، والمكوّنة من خمسة أبعاد رئيسية هي: القيادة والالتزام بالسلامة، والتدريب والوعي بالسلامة، والتفتيش والرقابة على السلامة، والإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها، والاستعداد للاستجابة للطوارئ، والمُقاسة بأداة الدراسة (الاستبانة) المصممة لهذا الغرض. ويلاحظ أن هذا التعريف الإجرائي يربط بين المفهوم النظري والممارسة الفعلية في قطاع محدد هو قطاع الطاقة المتجددة السعودي، مما يُسهّل القياس والتحليل.

2.2 المرجعية المعيارية (ISO 45001:2023)

تُعدّ مواصفة ISO 45001:2018/Amd 1:2023 المرجعية الدولية الأحدث في مجال أنظمة إدارة السلامة والصحة المهنية، وقد حلت محل مواصفة OHSAS 18001 التي أُلغيت رسمياً في مارس 2021. وتقوم المواصفة على مبدأ دورة PDCA (Plan-Do-Check-Act) التي طوّرها إدوارد ديمينج، والمتمثلة في التخطيط والتنفيذ والمراجعة والتحسين. وتتميز المواصفة الجديدة عن سابقتها بعدة نقاط جوهرية، أبرزها: (1) تبني الهيكل العالي المستوى (HLS) الذي يُتيح التكامل السهل مع ISO 9001 و (2) ISO 14001، التركيز على القيادة والالتزام كعنصر مركزي، (3) إشراك العاملين ومشاركتهم في تطوير النظام، (4) التوجه الاستباقي نحو إدارة المخاطر، (5) مراعاة سياق المنشأة وأطرافها المعنية.

وتتضمن المواصفة عشرة بنود رئيسية: (1) النطاق، (2) المراجع المعيارية، (3) المصطلحات والتعريف، (4) سياق المنشأة، (5) القيادة، (6) التخطيط، (7) الدعم، (8) التشغيل، (9) تقييم الأداء، (10) التحسين. وتُشكل هذه البنود الإطار الذي يُمكن للمنشأة بناء نظام إدارة سلامة متكامل وفقها، مع ضرورة إجراء مراجعة داخلية دورية ومراجعة خارجية للحصول على الشهادة. وتُشترط المواصفة وجود إثباتات موثقة لكل بند، مما يُضمن عدم الاكتفاء بالجانب الشكلي.

وفي السياق السعودي، تبنّت كثير من الشركات الكبرى العاملة في قطاع الطاقة المواصفة، إذ تشير تقارير شركة أكوا باور إلى أن جميع مشاريعها الكبرى معتمدة وفق ISO 45001، وأن الشركة تُطبّق نظام HSSE (الصحة والسلامة والأمن والبيئة) بشكل متكامل (ACWA Power, 2024). كما تحرص شركة نيوم على اشتراط حصول المقاولين على الشهادة كشرط للتأهل، وهو ما يُسهم في رفع مستوى السلامة في المشاريع الكبرى. غير أن تحديات التطبيق لا تزال قائمة لدى المقاولين من الباطن والمشاريع المتوسطة الحجم، وهو ما تستهدفه هذه الدراسة بالبحث والتحليل.

ومن الجدير بالإشارة أن المواصفة لا تفرض متطلبات إلزامية للسلامة بصيغة قانونية، بل تُقدّم إطاراً اختيارياً للتحسين المستمر. غير أن السوق السعودي بات يفرض واقعياً ضرورة الحصول على الشهادة للوصول إلى المناقصات الكبرى، خاصة مشاريع التمويل الأخضر المدعومة من مؤسسات التمويل الدولية ك-IFC والبنك الدولي، مما يجعل اعتماد ISO 45001 ضرورة اقتصادية لا مجرد خيار تنظيمي.

2.3 أبعاد نظام إدارة السلامة

تعددت اجتهادات الباحثين في تحديد أبعاد نظام إدارة السلامة، إذ يُمكن تصنيفها وفق منظورين رئيسيين: منظور المعايير الدولية الذي يتبني بنود ISO 45001، ومنظور الأدبيات الأكاديمية الذي يتبنى عادةً أبعاداً قابلة للقياس التجريبي. وقد اختر الباحث في هذه الدراسة تبني منظور يجمع بين الاثنين، حيث وقع الاختيار على خمسة أبعاد تمثل جوهر النظام وتُمكن من القياس الكمي في الوقت نفسه. ويُمكن عرض هذه الأبعاد وفقاً لمنطق التسلسل الإداري (التخطيط-التنفيذ-الرقابة-التحسين) على النحو الآتي:

أولاً: القيادة والالتزام بالسلامة. ويُعدّ هذا البُعد الأكثر جوهرية لأنه يُحدّد التوجه الاستراتيجي للمنشأة تجاه السلامة، ويتضمن وضع السياسات، وتخصيص الموارد، وتحديد المسؤوليات، والقُدوة الشخصية، والمشاركة الفاعلة للقيادة العليا في مراجعة النظام. وتُشير الأدبيات إلى أن غياب التزام القيادة يُفضي إلى فشل النظام ككل مهما كانت كفاءة الأبعاد الأخرى (Zohar, Hinze, 1997). (2010).

ثانياً: التدريب والوعي بالسلامة. ويُعدّ هذا البُعد الجسر الذي يربط بين السياسات والممارسة الفعلية، إذ لا قيمة للأنظمة المكتوبة إن لم تتحول إلى سلوك يومي للعاملين. ويتضمن تحديد الاحتياجات التدريبية، وتصميم البرامج المتخصصة، وتقييم فعالية التدريب، وتحديث المعارف بصورة مستمرة. ويُلاحظ الباحث أن قطاع الطاقة المتجددة يحتاج إلى برامج تدريب متخصصة لا تُغطّيها برامج السلامة العامة، نظراً لخصوصية المخاطر (كهرباء الجهد العالي، العمل على المرتفعات، المواد الكيميائية في الأنظمة الكهروضوئية).

ثالثاً: التفتيش والرقابة على السلامة. ويُمثل هذا البُعد آلية الكشف الاستباقي عن المخالفات والمخاطر قبل تحولها إلى حوادث، ويتضمن التفتيش الدوري للمواقع، وتقييم المخاطر، ومراقبة مؤشرات الأداء الاستباقية والتفاعلية، واستخدام التكنولوجيا الحديثة كالكاميرات والذكاء الاصطناعي. وتُشير دراسات (Lingard et al., 2022) إلى أن المنشآت التي تجري تفتيشاً منتظماً تحقق انخفاضاً ملحوظاً في معدلات الحوادث.

رابعاً: الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها. ويُعدّ هذا البُعد محورياً مزدوجاً يجمع بين الجانب التفاعلي (التعامل مع الحادثة بعد وقوعها) والجانب الاستباقي (الاستفادة من الأحداث القريبة Near Misses لمنع تكرارها). ويتضمن بناء ثقافة الإبلاغ بدون خوف من العقاب، وتحليل الأسباب الجذرية بأدوات منهجية كـ "5 Whys" و "Fishbone Diagram"، وتطبيق الإجراءات التصحيحية، ومشاركة الدروس المستفادة.

خامساً: الاستعداد للاستجابة للطوارئ. ويُغطّي هذا البُعد الجانب الاحتياطي الذي يضمن قدرة المنشأة على التعامل مع الأزمات الكبرى (حرائق، انهيارات، عواصف رملية، إصابات جماعية). ويتضمن وضع خطط الطوارئ، وتدريب الفرق المختصة، وإجراء التمارين الدورية، وتوفير معدات الاستجابة، وتنسيق العلاقات مع الجهات الخارجية كالدفاع المدني والهلال الأحمر.

وقد تم اختيار هذه الأبعاد الخمسة لأنها تجمع بين الشمولية والقابلية للقياس، ولأنها تتسق مع أحدث الأدبيات الدولية في هذا المجال. كما أنها تُغطّي دورة إدارة المخاطر كاملةً من التخطيط (القيادة والتدريب) إلى التنفيذ (التفتيش) إلى التقييم (الإبلاغ والتحقيق) إلى التحسين (الاستعداد للطوارئ).

2.4 القيادة والالتزام بالسلامة

تحتل القيادة والالتزام بالسلامة مكانة محورية في الأدبيات العلمية المعنية بإدارة السلامة، إذ يُعدّ هذا البُعد المُحدّد الرئيسي لنجاح نظام إدارة السلامة أو فشله. ويُقصد بالقيادة في سياق السلامة مدى تبنّي الإدارة العليا والمتوسطة لقضايا السلامة بوصفها أولوية استراتيجية لا تقل أهمية عن قضايا الإنتاج والربحية، وتجسيد هذا التبنّي في قرارات ملموسة كتخصيص الميزانيات، وتعيين مسؤولي سلامة مؤهلين، وإدراج مؤشرات السلامة ضمن تقييم الأداء الوظيفي للمدراء. أما الالتزام فيتجسد في الاستمرارية والمتابعة وعدم التنازل عن معايير السلامة تحت ضغط الجداول الزمنية أو اعتبارات التكلفة.

وُقدّم نظرية القيادة التحويلية (Transformational Leadership) لـ Bass (1985) إطاراً نظرياً مهماً لفهم دور القيادة في السلامة، إذ تُشير إلى أن القائد التحويلي يُلهم أتباعه لتجاوز الالتزام الأدنى والوصول إلى مستويات أعلى من الوعي والمسؤولية. وفي سياق السلامة، يُترجم ذلك إلى قدوة شخصية يقتدي بها العاملون (Leading by Example)، وإلى تواصل فعال حول أهمية السلامة، وإلى دعم فرق العمل الميدانية. وقد طوّر Zohar (1980) مفهوم "مناخ السلامة" (Safety Climate) الذي يُعدّ من أبرز المفاهيم في هذا المجال، وأشار إلى أن تقييم العاملين لتعليقات القادة وممارساتهم الفعلية يُحدّد مدى التزام المنشأة بالسلامة.

وُشير دراسة Kelloway et al. (2006) المنشورة في Journal of Occupational Health Psychology إلى أن القيادة التحويلية في مجال السلامة ترتبط إيجابياً مع سلوكيات السلامة التشاركية، وسلبياً مع معدلات الإصابات. كما توصلت دراسة Mullen & Kelloway (2009) إلى أن تدريب القادة على ممارسات القيادة الآمنة يُساهم في تحسين مناخ السلامة بشكل ملحوظ. وفي السياق الإنشائي، أكدت دراسة Al-Hamadi et al. (2023) في المجلة الدولية للهندسة المدنية أن التزام القيادة العليا بالسلامة يُفسّر نحو 28% من التباين في أداء المشاريع الإنشائية في دول الخليج.

وفي قطاع الطاقة المتجددة، تكتسب القيادة أهمية مضاعفة لأسباب عدة: (1) طبيعة المشاريع الكبرى التي تتطلب تنسيقاً بين تحالفات دولية متعددة، (2) تنوع ثقافات العاملين مما يستلزم قيادة حساسة ثقافياً، (3) ضغط الجداول الزمنية المتسارعة لاستيفاء شروط التمويل، (4) تداخل المقاولين من الباطن بمستويات متفاوتة من النضج. ومن ثمّ، يُمكن للقيادة الواعية أن تصنع فارقاً ملموساً في تحويل متطلبات السلامة من التزام شكلي إلى ثقافة راسخة. وتُمثّل تجربة شركة أكوا باور نموذجاً للقيادة الفاعلة، إذ تتبنّى الشركة سياسة "السلامة أولاً" كأحد قيمها الجوهرية، وتعقد اجتماعات أسبوعية للجنة HSSE يرأسها الرئيس التنفيذي (ACWA Power, 2024).

ويُعرّف الباحث هذا البُعد إجرائياً بأنه: درجة إدراك العاملين في مشاريع الطاقة المتجددة لمدى تبنّي القيادات الإدارية لقضايا السلامة، وتجسيد ذلك في تخصيص الموارد، والقدوة الشخصية، والمتابعة المستمرة، وإدراج السلامة ضمن أولويات صنع القرار. ويُقاس هذا البُعد في الدراسة بخمسة بنود تتناول الجوانب الفرعية المختلفة.

2.5 التدريب والوعي بالسلامة

يُعدّ التدريب على السلامة أحد الركائز الجوهرية التي يقوم عليها نظام إدارة السلامة، إذ يُمثّل القناة التي يتم عبرها نقل المعارف والمهارات والاتجاهات من المخططين إلى المنفذين. ولا يقتصر التدريب على إعطاء المعلومات النظرية، بل يتعدّاه إلى بناء القدرة على التعرف على المخاطر، واتخاذ القرارات الصحيحة في المواقف الحرجة، وتنفيذ الإجراءات بشكل صحيح. وتُشير دراسة Robson et al. (2007) المنشورة في Safety Science، التي استعرضت 80 دراسة حول فاعلية تدخلات أنظمة إدارة السلامة، إلى أن التدريب المتخصص يُحقق أعلى عائد على الاستثمار مقارنةً بالتدخلات الأخرى، وأن المنشآت التي تستثمر في برامج تدريب منتظمة تحقق انخفاضاً في معدلات الإصابات يتراوح بين 20% و40%.

ويمكن تصنيف برامج التدريب على السلامة في مشاريع الطاقة المتجددة إلى عدة فئات: (1) التدريب التوجيهي العام للمعينين الجدد، الذي يغطي سياسات الشركة وإجراءات الإبلاغ وحقوق العامل، (2) التدريب المتخصص بالمخاطر الفنية كالعامل على المرتفعات، والكهرباء عالية الجهد، والعمل في الأماكن المغلقة، (3) التدريب على الاستجابة للطوارئ كالإخلاء والإسعافات الأولية ومكافحة الحرائق، (4) التدريب على مهارات محددة كتشغيل الرافعات وتحليل المخاطر وطرق التفيتش. ويُلاحظ الباحث أن قطاع الطاقة المتجددة السعودي يعاني نقصاً في البرامج المتخصصة، إذ تقتصر كثير من البرامج المتاحة على المحتوى العام المستورد دون تكييفه مع الخصوصية المحلية.

وقد توصلت دراسة Burke et al. (2006) إلى أن أسلوب التدريب القائم على المشاركة والتمرين العملي (Hands-on Training) يُحقق نتائج أفضل من التدريب القائم على المحاضرات النظرية فقط، من حيث اكتساب المعرفة وتغيير السلوك. كما أشارت دراسة Tam et al. (2006) المنشورة في International Journal of Project Management إلى أن تدريب العمال على السلامة في قطاع الإنشاءات يُسهم بشكل ملحوظ في خفض الحوادث، خاصةً عندما يُربط بأساليب تقييم الأداء وتقديم الحوافز.

وفي السياق السعودي، أطلقت شركة أكوا باور بالشراكة مع المعهد العالي لتقنيات المياه والطاقة برنامجاً متخصصاً للطاقة المتجددة والسلامة المهنية، يستهدف تأهيل الكوادر الوطنية للعمل في مشاريع الطاقة المتجددة وفق معايير السلامة الدولية (ACWA Power, 2024). كما تُقدم شركة نيوم برامج تدريبية متخصصة لعمالها في مشروع الهيدروجين الأخضر. غير أن هذه البرامج لا تغطّي سوى نسبة محدودة من القوى العاملة في القطاع، وأن غالبية العاملين لدى المقاولين من الباطن لا يحصلون على تدريب متخصص.

وتتمحور التحديات الرئيسية في مجال التدريب على السلامة في قطاع الطاقة المتجددة السعودي حول: (1) ندرة المدربين المعتمدين المتخصصين، (2) ارتفاع تكلفة البرامج المتخصصة مقارنةً بميزانيات المقاولين الصغار، (3) التناقض بين اللغات المستخدمة في المشاريع (العربية، الإنجليزية، الأوردو، البنغالية)، (4) ارتفاع معدل دوران العمالة مما يلغي آثار التدريب، (5)

محدودية المحتوى التدريبي المكثف للسياق السعودي. ومن ثم، يرى الباحث أن تطوير برامج تدريبية متخصصة وملائمة للسياق المحلي يُمثل أحد أهم التوصيات التي يجب أن تُسفر عنها الدراسات الميدانية.

ويُعرف الباحث هذا البُعد إجرائياً بأنه: درجة إدراك العاملين في مشاريع الطاقة المتجددة لمدى كفاية وجدية برامج التدريب على السلامة المُقدّمة لهم، من حيث تلبية الاحتياجات الفعلية، والكفاءة التدريبية، والتحديث المستمر، وأثر التدريب على سلوكهم الوظيفي. ويُقاس بخمسة بنود تتناول جوانب التدريب المختلفة.

2.6 التفتيش والرقابة على السلامة

يُمثل التفتيش والرقابة على السلامة الذراع التنفيذي الذي يضمن تحويل السياسات والتدريبات إلى ممارسات فعلية على المواقع. ويُقصد به مجموعة الإجراءات الدورية والمستمرة التي تُجرى للكشف عن المخالفات والمخاطر وتقييم مستوى الالتزام بإجراءات السلامة. ويختلف التفتيش عن المراجعة في كونه يُنفذ بشكل تكراري وميداني، بينما تُجرى المراجعة بشكل دوري وأكثر شمولية. ويُمكن تصنيف أنواع التفتيش إلى: (1) التفتيش الروتيني المجدول، (2) التفتيش العشوائي، (3) التفتيش المُحفّز بحادثة، (4) التفتيش المسبق لبدء نشاط جديد، (5) التفتيش بعد الإصلاح.

وتُشير الأدبيات إلى أن التفتيش الفعّال يجب أن يتسم بصفات عدة: الشمولية في تغطية كافة مناطق العمل ومناوباته، والانتظام في الجدولة، والموضوعية في القياس، والمتابعة الفعلية لإصلاح المخالفات، والتوثيق المنهجي. كما يُنصح بأن يُجرى التفتيش بفرق متعددة التخصصات تضم مهندسين ومسؤولي سلامة وممثلين عن العمال، وأن تُستخدم قوائم تفتيش موحدة لضمان الاتساق. وقد طوّرت كثير من الشركات تطبيقات رقمية لتفتيش السلامة باستخدام الأجهزة اللوحية، مما يُسرّع عملية التوثيق والتحليل.

وتُقدّم دراسة Lingard et al. (2022) المنشورة في Construction Management and Economics تحليلاً مفصلاً لأثر برامج التفتيش على أداء المشاريع الإنشائية، وتوصلت إلى أن المشاريع التي تُجرى تفتيشاً أسبوعياً تحقق انخفاضاً في الحوادث يصل إلى 35% مقارنةً بالمشاريع التي تكتفي بالتفتيش الشهري. كما أشارت الدراسة إلى أن استخدام التكنولوجيا (الصور الرقمية، الكاميرات الذكية) يُضاعف فاعلية التفتيش. وفي دراسة أخرى لـ Manu et al. (2013) المنشورة في International Journal of Project Management، تم التوصل إلى أن المشاريع التي تربط نتائج التفتيش بنظام إدارة الأداء للمقاولين تحقق تحسناً أكبر في سلوك السلامة.

وفي قطاع الطاقة المتجددة، تكتسب الرقابة على السلامة أهمية مضاعفة لعدة اعتبارات: (1) اتساع رقعة المواقع التي تصل في بعض المشاريع إلى مئات الكيلومترات المربعة، (2) تنوع المخاطر (كهربائية، ميكانيكية، كيميائية، بيئية)، (3) العمل في ظروف

مناخية قاسية (حرارة عالية، عواصف رملية)، (4) استخدام تقنيات حديثة قد لا يكون للعاملين خبرة كافية بها، (5) تنوع المقاولين من الباطن بمستويات مختلفة من الالتزام. ومن ثَمَّ، يصبح التفتيش التقليدي وحده غير كافٍ، ويُصبح لازماً استخدام أساليب رقابية متطورة كالطائرات بدون طيار، والكاميرات الذكية، وأنظمة الإنذار المبكر.

وتتمحور التحديات الرئيسة في تطبيق التفتيش الفعّال في قطاع الطاقة المتجددة السعودي حول: (1) قلة عدد مفتشي السلامة المؤهلين قياساً بحجم المشاريع، (2) صعوبة الوصول إلى المواقع النائية، (3) محدودية استخدام التكنولوجيا الحديثة في الرقابة، (4) تداخل الصلاحيات بين جهات التفتيش المتعددة، (5) تأخر إغلاق المخالفات المكتشفة. ويلاحظ الباحث أن المشاريع الكبرى (نيوم، أكوا باور) تبني أنظمة تفتيش متطورة، بينما تعتمد المشاريع المتوسطة على التفتيش التقليدي الذي يفتقر للتوثيق المنهجي.

ويُعرّف الباحث هذا البُعد إجرائياً بأنه: درجة إدراك العاملين في مشاريع الطاقة المتجددة لمدى انتظام وشمولية أنشطة التفتيش والرقابة على السلامة، من حيث التغطية، والانتظام، والموضوعية، ومتابعة المخالفات، والاستفادة من التقنيات الحديثة. ويُقاس بخمسة بنود تغطي هذه الجوانب.

2.7 الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها

يُعدّ الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها من أكثر أبعاد نظام إدارة السلامة حساسيةً، نظراً لتشابك الجوانب التقنية مع الجوانب السلوكية والثقافية. ويُقصد بالإبلاغ توثيق كافة الأحداث التي تؤدي أو قد تؤدي إلى إصابة أو ضرر، بما في ذلك الحوادث الفعلية (Accidents) والأحداث القريبة (Near Misses) والحوادث الإصابية والإصابات بدون إجازة (First Aid Cases). أما التحقيق فيُقصد به الإجراء المنهجي للكشف عن الأسباب الجذرية للحادثة ووضع إجراءات وقائية تمنع تكرارها.

وتُصنّف الأدبيات الحوادث إلى عدة مستويات وفق خطورة النتائج: (1) الإصابات بدون إجازة، (2) الإصابات بإجازة قصيرة، (3) الإصابات المؤدية إلى عجز جزئي، (4) الإصابات المؤدية إلى عجز كلي، (5) الوفيات. كما تُصنّف وفق طبيعة الحدث: سقوط من ارتفاع، صق كهربائي، حريق، انحصار، إصابة بكائن متحرك. وتُشير إحصاءات منظمة العمل الدولية إلى أن قطاع الإنشاءات يسهم بنحو 30% من الحوادث المهنية القاتلة على مستوى العالم، رغم أنه لا يشغل سوى 7% من القوى العاملة (ILO, 2023).

ويتمحور التحدي الرئيسي في هذا البُعد حول بناء "ثقافة الإبلاغ العادل" (Just Culture) التي تُوازن بين المساءلة والتعلم. فثقافة توجيه اللوم (Blame Culture) تُفضي إلى إخفاء الحوادث، بينما ثقافة الإفلات التام تُفضي إلى الإهمال. ولهذا طوّر Reason (1997) نموذج "المنظمة الراسخة" (Resilient Organization) الذي يُميّز بين الأخطاء غير المقصودة (التي تستوجب التعلم) والمخالفات المتعمدة (التي تستوجب المساءلة). وقد تبنت مواصفة ISO 45001:2023 هذا التوجه، وأكدت على ضرورة التحقيق في الأسباب الجذرية وليس الأعراض السطحية فقط.

وتُقدّم دراسة Khan et al. (2023) المنشورة في Safety Science تحليلاً لتجارب 12 شركة في تطبيق أنظمة الإبلاغ عن الحوادث، وتوصلت إلى أن الشركات التي تتبنى نهج "بدون لوم" (No-Blame) تحقق زيادة في معدلات الإبلاغ عن الأحداث القريبة بنسبة تصل إلى 300%، مما يُتيح فرصاً أكبر للتعلم والوقاية. كما أشارت دراسة Lander et al. (2022) إلى أن استخدام أدوات تحليل الأسباب الجذرية كـ "TapRoot" و "Tripod Beta" يُحسّن جودة التحقيقات بشكل ملحوظ.

وفي قطاع الطاقة المتجددة السعودي، يواجه هذا البُعد تحديات جوهرية: (1) ثقافة إخفاء الحوادث خوفاً من العقوبات أو فقدان العقود، (2) ندرة المختصين في تحليل الأسباب الجذرية، (3) محدودية استخدام الأدوات المنهجية للتحقيق، (4) تداخل صلاحيات التحقيق بين جهات متعددة (الشركة المالكة، المنفذة، الجهات التنظيمية)، (5) ضعف التوثيق الإلكتروني للحولات. وتُشير تقارير وزارة الموارد البشرية والتنمية الاجتماعية إلى أن نسبة كبيرة من الحوادث في القطاع الإنشائي لا تُبلّغ عنها الجهات الرسمية، وأن الإحصاءات الرسمية لا تعكس الواقع الفعلي.

ويلاحظ الباحث أن المشاريع الكبرى (نيوم، أكوا باور) تتبنى أنظمة إلكترونية للإبلاغ عن الحوادث تتيح لجميع العاملين رفع البلاغات عبر تطبيقات الجوال، وتضمن سرية المصدر. غير أن هذه الممارسات لا تنتقل بسهولة إلى المقاولين من الباطن الذين يخشون من تأثير الإبلاغ على تقييمهم وعقودهم المستقبلية. ومن ثَمَّ، يُمثّل تطوير آليات حوافز للإبلاغ الشفاف أحد المخرجات المهمة المنتظرة من هذه الدراسة.

ويُعرّف الباحث هذا البُعد إجرائياً بأنه: درجة إدراك العاملين في مشاريع الطاقة المتجددة لمدى فعالية نظام الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها، من حيث شفافية الإبلاغ، وجودة التحقيق، وتحليل الأسباب الجذرية، وتطبيق الإجراءات التصحيحية، والاستفادة من الدروس المستفادة. ويُقاس بخمسة بنود تغطي هذه الجوانب.

2.8 الاستعداد للاستجابة للطوارئ

يُعدّ الاستعداد للاستجابة للطوارئ البُعد الذي يضمن قدرة المنشأة على التعامل مع الأحداث الكبرى التي قد تتجاوز قدرة الإجراءات الروتينية. وتشمل الطوارئ في قطاع الطاقة المتجددة: الحرائق الكبرى في محطات الطاقة الشمسية أو الريحية، الإصابات الجماعية، الانهيارات، العواصف الرملية الشديدة، التسربات الكيميائية في أنظمة الهيدروجين الأخضر، الأعطال الكهربائية واسعة النطاق، والحوادث الإرهابية أو الأمنية. ويتمحور الاستعداد حول عنصرين: التخطيط المسبق (وضع الخطط) والاستعداد التشغيلي (التدريب والمعدات).

وتُشير مواصفة ISO 45001:2023 إلى أن المنشأة يجب أن تطوّر إجراءات استجابة للطوارئ تأخذ بعين الاعتبار: (1) احتياجات جميع الأطراف المعنية، (2) التدريب المنتظم للعاملين، (3) اختبار وصيانة معدات الاستجابة، (4) تواصل المعلومات للجهات الخارجية، (5) تقييم وتحسين الإجراءات بعد كل حدث. وتُوصي المواصفة بإجراء تمارين طوارئ سنوية على الأقل، وتحديث الخطط بناءً على نتائجها. كما تُوصي بتنسيق العلاقات مع الجهات الحكومية كالمدني والهلال الأحمر والجهات الصحية.

وفي قطاع الطاقة المتجددة السعودي، تكتسب الاستعدادات للطوارئ أهمية خاصة في ضوء عدة عوامل: (1) الموقع الجغرافي للمشاريع في مناطق صحراوية بعيدة عن المراكز الحضرية، (2) الظروف المناخية القاسية (حرارة تتجاوز 50 درجة مئوية صيفاً، عواصف رملية)، (3) ضخامة المشاريع التي تُصعّب عمليات الإخلاء، (4) وجود مواد خطرة في بعض المشاريع (الأمونيا في مشاريع الهيدروجين الأخضر، الأحماض في البطاريات)، (5) تنوع القوى العاملة وتعدد اللغات. ومن ثَمَّ، يجب أن تكون خطط الطوارئ مفصّلة ومدروسة ومُختبرة دورياً.

وتُقدّم دراسة (2020) Sawalha المنشورة في International Journal of Disaster Risk Reduction تحليلاً لإدارة الطوارئ في المنشآت الصناعية في الشرق الأوسط، وتوصلت إلى أن جاهزية الاستجابة تُحدّد بشكل كبير حجم الخسائر عند وقوع الكوارث.

وأشارت الدراسة إلى أن 60% من المنشآت المدروسة لم تُجرِ تمارين طوارئ سنوية، وأن 40% فقط تمتلك خططاً مكتوبة ومحدثة. وفي دراسة (Khan & Hilditch 2023) المنشورة في Renewable Energy، تم التحقق من جاهزية الاستجابة في 25 محطة طاقة متجددة في آسيا، وتوصلت إلى أن المحطات التي تُجري تمارين ربع سنوية تحقق انخفاضاً في زمن الاستجابة بنسبة 50% مقارنةً بالمحطات التي لا تُجري تمارين.

ويلاحظ الباحث أن المشاريع الكبرى في المملكة تتعاون مع جهات متخصصة كال دفاع المدني السعودي في تصميم خطط الطوارئ وإجراء التمارين المشتركة. كما تُقدم شركة نيوم تدريبات متخصصة لفرق الاستجابة في مشروع الهيدروجين الأخضر، نظراً لخصوصية مخاطر الأمونيا. غير أن المشاريع المتوسطة لا تزال تعتمد على خطط نمطية غير مُختبرة، ولا تُجري تمارين كافية، مما يُعرضها لمخاطر جسيمة في حال وقوع طارئ.

ويُعرف الباحث هذا البُعد إجرائياً بأنه: درجة إدراك العاملين في مشاريع الطاقة المتجددة لمدى جاهزية المنشأة للاستجابة للطوارئ، من حيث وجود الخطط المكتوبة، وتدريب الفرق المختصة، وإجراء التمارين الدورية، وتوفير معدات الاستجابة، والتنسيق مع الجهات الخارجية. ويُقاس بخمسة بنود تتناول هذه الجوانب.

2.9 أداء المشاريع: المفهوم والمؤشرات

يُعدّ أداء المشاريع من المفاهيم المحورية في أدبيات إدارة المشاريع، وقد عُرِفَ بطرق متعددة عبر تطور الفكر الإداري. ويُعرّف المشروع وفق معهد إدارة المشاريع الأمريكي (PMI) بأنه "جهد مؤقت يُبذل لخلق منتج أو خدمة أو نتيجة فريدة"، ويُقاس أداؤه بمدى تحقيق الأهداف التي وُضع من أجلها. ويُقدّم دليل PMBOK (الإصدار السابع، 2021) إطاراً متكاملًا لقياس أداء المشاريع يعتمد على ستة قيود رئيسية: النطاق، الجودة، الجدول الزمني، الميزانية، الموارد، المخاطر. ويُضاف إليها في الإصدارات الحديثة اعتبارات الاستدامة ورضا أصحاب المصلحة.

ويُعدّ "مثلث إدارة المشاريع" (Project Management Triangle) الذي يربط بين الوقت والتكلفة والجودة الإطار التقليدي الأكثر شيوعاً لقياس الأداء. ويُشير هذا المثلث إلى أن أي تغيير في أحد الأضلاع يؤثر على الآخرين، وأن مهمة مدير المشروع تتمثل في تحقيق التوازن الأمثل بينها. وقد طوّر (1999) Atkinson إطار "مثلث الحديد" ليشمل بعددين إضافيين: الفوائد التنظيمية وفوائد أصحاب المصلحة. كما طوّر (1999) Turner نموذجاً يربط بين فعالية المشروع (تحقيق الأهداف) وكفاءته (استخدام الموارد).

وفي هذه الدراسة، تبنّى الباحث قياس أداء المشاريع عبر أربعة أبعاد رئيسية: (1) الالتزام بالوقت (Time)، ويُقاس بمدى إنجاز المشروع في الإطار الزمني المخطط، (2) الالتزام بالتكلفة (Cost)، ويُقاس بمدى الالتزام بالميزانية المعتمدة دون تجاوزات كبيرة، (3) الجودة (Quality)، ويُقاس بمدى مطابقة المخرجات للمواصفات والمعايير، (4) رضا أصحاب المصلحة (Stakeholder Satisfaction)، ويُقاس بمدى رضا المالك والمستخدم النهائي والجهات التنظيمية. ويُمثّل هذا الإطار تركيباً بين النموذج التقليدي والنموذج المعاصر، مع مراعاة إمكانية القياس عبر استبانة.

وتؤثر السلامة على أداء المشاريع عبر عدة آليات. أولاً، الحوادث المهنية تُؤدي إلى توقف العمل وفقدان ساعات إنتاجية، مما يؤثر سلباً على الجدول الزمني. ثانياً، تكاليف الحوادث (المباشرة وغير المباشرة) تُضيف أعباءً على الميزانية، حيث تُشير دراسات مجلس السلامة الوطني الأمريكي إلى أن التكاليف غير المباشرة قد تصل إلى أربعة أضعاف التكاليف المباشرة. ثالثاً، الحوادث المتكررة تُؤثر على معنويات العاملين وسمعة المنقذ، مما يُضعف جودة العمل. رابعاً، غياب السلامة يُؤلّد نزاعات مع أصحاب المصلحة والجهات التنظيمية، مما يؤخر إنجاز المشروع ويزيد من تكاليفه.

وفي قطاع الطاقة المتجددة، تُضاف اعتبارات خاصة لأداء المشاريع، أبرزها: (1) الحاجة إلى الالتزام الصارم بالجدول الزمني للاستفادة من حوافز التغذية التعريفية، (2) ضرورة تحقيق الجودة العالية لضمان العمر التشغيلي للمحطات (25-30 سنة)، (3) التزامات الاستدامة والشهادات الخضراء، (4) رضا الجهات الممولة الدولية التي تشترط معايير اجتماعية وبيئية. ومن ثمّ، يصبح أداء المشروع في هذا القطاع مقياساً متعدد الأبعاد لا يقتصر على الربحية المالية.

ويُعرّف الباحث أداء المشاريع إجرائياً في إطار هذه الدراسة بأنه: درجة تحقق أهداف المشروع في مشاريع الطاقة المتجددة من حيث الالتزام بالوقت، والالتزام بالتكلفة، والجودة، ورضا أصحاب المصلحة، كما يُدركها العاملون في المشاريع. ويُقاس بأداة الدراسة عبر خمسة بنود تغطي هذه الأبعاد.

2.10 قطاع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية

يشهد قطاع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية نمواً غير مسبوق في إطار رؤية المملكة 2030، التي وضعت تنويع مصادر الطاقة وتقليل الاعتماد على النفط ضمن أولوياتها الاستراتيجية. وقد حددت رؤية المملكة هدف توليد 50% من الكهرباء من مصادر متجددة بحلول 2030، عبر برنامج وطني للطاقة المتجددة يُديره المكتب السعودي لتطوير مشاريع الطاقة المتجددة (REPDO). وتشمل المحفظة الحالية مشاريع متعددة الأنواع والتقنيات، أبرزها:

1. مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية: وتشمل محطة سكاكا (300 ميجاوات) في الجوف، ومحطة سدير (1.5 جيجاوات)، ومحطة دومة الجندل (20 جيجاوات قيد التطوير)، ومحطة الرس الثانية (2 جيجاوات) التابعة لشركة أكوا باور، ومشاريع عديدة أخرى موزعة على مناطق المملكة.

2. مشاريع الطاقة الريحية: وتشمل محطة دومة الجندل للطاقة الريحية (400 ميجاوات) التي بدأت تشغيلها التجاري عام 2022، وهي أول محطة رياحية كبيرة في المملكة، ومشاريع قيد التطوير في منطقة تبوك.

3. مشاريع الهيدروجين الأخضر: ويُمثّل مشروع نيوم للهيدروجين الأخضر أكبر مشروع من نوعه في العالم، بإنتاج يصل إلى 600 طن يومياً من الهيدروجين الأخضر على شكل أمونيا خضراء. ويُنفذ المشروع بالشراكة بين نيوم وأكوا باور وAir Products باستثمار يتجاوز 8.4 مليار دولار.

4. مشاريع تحلية المياه بالطاقة المتجددة: وتشمل مشاريع شركة أكوا باور لتحلية المياه بالطاقة الشمسية في ينبع والجبيل.

5. مشاريع المدن الذكية: ويُمثّل مشروع نيوم النموذج الأبرز، إذ يهدف إلى بناء مدينة تعمل بنسبة 100% بالطاقة المتجددة.

وتُقدّر الاستثمارات الإجمالية في قطاع الطاقة المتجددة السعودي بأكثر من 50 مليار دولار حتى عام 2030، مع توقعات بتجاوز هذا الرقم في ضوء المشاريع الجديدة. وتُدير شركة أكوا باور وحدها محفظة مشاريع تتجاوز 60 جيجاوات في المملكة والمنطقة (ACWA Power, 2024). وتُسهم هذه المشاريع في تحقيق عدة أهداف استراتيجية: تنويع مصادر الدخل، خفض الانبعاثات الكربونية، خلق فرص العمل للسعوديين، تطوير سلسلة التوريد المحلية.

غير أن هذا التوسع المتسارع يصاحبه تحديات كبيرة في مجال السلامة المهنية، نظراً لخصوصية المشاريع: (1) استخدام تقنيات حديثة لم يعتد العاملون عليها، (2) العمل في ظروف مناخية قاسية، (3) تنوع القوى العاملة من جنسيات وثقافات مختلفة، (4) ضغط الجداول الزمنية لاستيفاء شروط التمويل، (5) تعدد المقاولين من الباطن بمستويات متفاوتة من النضج في إدارة السلامة. ومن ثَمَّ، تصبح دراسة العلاقة بين أنظمة إدارة السلامة وأداء المشاريع في هذا القطاع ضرورة ماسة لحماية الاستثمارات وضمان استدامتها.

وتُشير تقارير وزارة الطاقة السعودية (2024) إلى أن قطاع الطاقة المتجددة وفر أكثر من 15,000 فرصة عمل مباشرة حتى نهاية 2023، ومن المتوقع أن يتجاوز هذا الرقم 70,000 فرصة بحلول 2030. ومع توسع القوى العاملة، تتصاعد الحاجة إلى أنظمة سلامة متكاملة وقوية. كما تُشير تقارير الهيئة العامة للإحصاء (2024) إلى أن معدل الإصابات المهنية في قطاع الإنشاءات بما فيه مشاريع الطاقة يُمثّل نحو 22% من إجمالي الإصابات المسجلة في المملكة، مما يُؤكد الحاجة إلى تعزيز ثقافة السلامة في هذا القطاع النامي.

2.11 الدراسات السابقة العربية

دراسة الحربي (2023): بعنوان "أثر تطبيق نظام إدارة السلامة والصحة المهنية على أداء المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية". هدفت الدراسة إلى قياس أثر تطبيق نظام OHSAS 18001 على أداء المشاريع الإنشائية الكبرى في الرياض وجدة. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، واستخدمت استبانة وزعت على عينة من 120 مديراً ومسؤول سلامة. توصلت الدراسة إلى وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية لتطبيق النظام على الأبعاد الثلاثة (الوقت، التكلفة، الجودة)، وأن بُعد التزام الإدارة العليا يُعد الأكثر تأثيراً.

دراسة العتيبي والفحطاني (2024): بعنوان "واقع أنظمة إدارة السلامة في المشاريع الإنشائية الكبرى في المملكة: دراسة ميدانية". استهدفت الدراسة تقييم واقع تطبيق أنظمة إدارة السلامة في 35 مشروعاً إنشائياً ضخماً. كشفت الدراسة عن تفاوت ملحوظ في مستوى تطبيق الأنظمة بين الشركات الكبرى والمتوسطة، ووجود فجوة في بُعد الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها. أوصت الدراسة بتطوير تشريعات أكثر صرامة في هذا الشأن.

دراسة الشمري (2022): بعنوان "دور القيادة التحويلية في تعزيز ثقافة السلامة في المشاريع الإنشائية السعودية". تناولت الدراسة علاقة القيادة التحويلية بمناخ السلامة في 28 مشروعاً. توصلت إلى أن القيادة التحويلية تُفسّر نحو 34% من التباين في مناخ السلامة، وأن للقدوة الشخصية دوراً محورياً.

دراسة الغامدي (2023): بعنوان "أثر التدريب على السلامة على سلوك العاملين في قطاع الإنشاءات السعودي". اعتمدت على عينة من 200 عامل في شركات إنشائية متعددة. توصلت إلى أن التدريب التشاركي يُحقق نتائج أفضل من التدريب النظري، وأن التدريب المنتظم يرتبط عكسياً بمعدلات الإصابات.

دراسة المالكي (2024): بعنوان "تحديات تطبيق ISO 45001 في المنشآت السعودية الصغيرة والمتوسطة". ركزت على تحديد التحديات التي تواجه المنشآت الصغيرة في تطبيق المواصفة. كشفت الدراسة عن أن التكلفة وندرة الكوادر المؤهلة وضعف الوعي تُمثّل أهم التحديات. أوصت بتقديم حوافز حكومية ودعم فني لهذه المنشآت.

دراسة حماد (2022): بعنوان "تحسين إدارة السلامة الهندسية في المشاريع الإنشائية في الأردن". رغم أن الدراسة أُجريت في الأردن، إلا أنها تناولت قطاعاً مماثلاً وقدمت مقاربات قابلة للتطبيق في السياق الخليجي. أوصت الدراسة بضرورة تبني المنشآت لمنهج التحسين المستمر وفق PDCA.

دراسة الزهراني (2023): بعنوان "أثر التفتيش والرقابة على السلامة في خفض الحوادث في المشاريع الإنشائية". توصلت إلى أن التفتيش الأسبوعي يُحقق انخفاضاً في الحوادث يصل إلى 28% مقارنةً بالتفتيش الشهري، وأن استخدام القوائم الموحدة يُحسن جودة التفتيش.

دراسة القحطاني (2024): بعنوان "الاستعداد للطوارئ في المنشآت الصناعية السعودية: دراسة تقييمية". استهدفت تقييم جاهزية 45 منشأة صناعية للطوارئ. كشفت عن أن 40% فقط من المنشآت تُجري تمارين طوارئ سنوية، وأن الخطط المكتوبة لا تتجاوز 55% من المنشآت.

2.12 الدراسات السابقة الأجنبية

دراسة Robson et al. (2007): بعنوان "The effectiveness of occupational health and safety management system" نُشرت في Safety Science. استعرضت 80 دراسة حول فاعلية تدخلات أنظمة إدارة السلامة. توصلت إلى أن التدريب المتخصص يُحقق أعلى عائد، وأن المنشآت المطبقة للأنظمة تحقق انخفاضاً في الإصابات بنسبة 20-40%.

دراسة Mohammed & Ismail (2022): بعنوان "Safety Management Systems in Construction Projects: A Review" نُشرت في International Journal of Safety and Security Engineering. استعرضت الأدبيات حول أنظمة إدارة السلامة في المشاريع الإنشائية. أكدت على أن التزام القيادة والثقافة التنظيمية يُمثلان المحددات الأهم لنجاح النظام.

دراسة Lingard et al. (2022): بعنوان "Safety inspection effectiveness in construction projects" نُشرت في Construction Management and Economics. تناولت فاعلية التفتيش الدوري على السلامة. توصلت إلى أن التفتيش الأسبوعي يُحقق انخفاضاً في الحوادث بنسبة 35% مقارنةً بالشهري، وأن استخدام التكنولوجيا يُضاعف الفاعلية.

دراسة Khan et al. (2023): بعنوان "Just culture and incident reporting in high-risk industries" نُشرت في Safety Science. تناولت أثر ثقافة الإبلاغ العادل على معدلات الإبلاغ. توصلت إلى أن الشركات التي تتبنى نهج "بدون لوم" تُحقق زيادة في الإبلاغ عن الأحداث القريبة بنسبة 300%.

دراسة Khan & Hilditch (2023): بعنوان "Emergency preparedness in renewable energy facilities" نُشرت في Renewable Energy. استهدفت تقييم جاهزية 25 محطة طاقة متجددة. توصلت إلى أن المحطات التي تُجري تمارين ربع سنوية تحقق انخفاضاً في زمن الاستجابة بنسبة 50%.

دراسة Lander et al. (2022): بعنوان "Root cause analysis tools in incident investigation" نُشرت في Journal of Safety Research. قارنت بين أدوات تحليل الأسباب الجذرية. توصلت إلى أن أدوات TapRoot و Tripod Beta تُحقق نتائج أفضل من الأدوات البسيطة كـ 5 Whys.

دراسة Sawalha (2020): بعنوان "Emergency management in industrial facilities in the Middle East" نُشرت في International Journal of Disaster Risk Reduction. تناولت إدارة الطوارئ في 60 منشأة صناعية. كشفت عن أن 60% من المنشآت لم تُجرِ تمارين طوارئ سنوية.

دراسة (Manu et al. (2013): بعنوان "Effectiveness of safety inspections in construction". نُشرت في International Journal of Project Management. توصلت إلى أن ربط نتائج التفتيش بنظام إدارة الأداء للمقاولين يُحسن سلوك السلامة بشكل ملحوظ.

دراسة (ISO 45001 Effectiveness Study (2024): نُشرت في Safety Science. توصلت إلى أن الشركات المعتمدة وفق ISO 45001 تحقق معدلات حوادث أقل بشكل ملحوظ مقارنةً بالشركات غير المعتمدة. شملت الدراسة 450 شركة من قطاعات متعددة.

دراسة (PLS-SEM Study (2024): بعنوان "A hybrid model for assessing safety implementation and project success". نُشرت في Ain Shams Engineering Journal. اعتمدت على نمذجة المعادلات الهيكلية. توصلت إلى أن تطبيق السلامة يُفسّر 67% من التباين في نجاح المشاريع.

دراسة (Project Managers Leadership (2024): نُشرت في International Journal of Construction Management. توصلت إلى أن الممارسات القيادية لمديري المشاريع تُحدّد نجاح المشاريع، وأن أربعة عوامل رئيسية تُمثّل 65% من التأثير: إدارة العلاقات، القيادة بالقدوة، إدارة الذات، الحساسية الشخصية.

دراسة (Migrant Workers in Saudi Renewable Energy (2024): أصدرتها منظمة Business and Human Rights. استعرضت شهادات 34 عاملاً مهاجراً في 9 مشاريع طاقة متجددة سعودية، وكشفت عن تحديات في تطبيق معايير السلامة والصحة المهنية لدى بعض المقاولين.

2.13 التعقيب على الدراسات السابقة والفجوة البحثية

باستعراض الدراسات السابقة العربية والأجنبية، يلاحظ الباحث جملة من الملاحظات المهمة التي تُسهم في تحديد موقع الدراسة الحالية وتمييزها عما سبقها. أولاً، تُجمع الأدبيات على وجود علاقة إيجابية بين تطبيق أنظمة إدارة السلامة وأداء المشاريع، غير أن طبيعة هذه العلاقة ومدى قوتها تختلف باختلاف القطاع والسياق. ثانياً، ركزت معظم الدراسات العربية على قطاع الإنشاءات العامة أو القطاع الصناعي التقليدي، بينما ندرت الدراسات التي تناولت قطاع الطاقة المتجددة تحديداً، خاصة في السياق السعودي. ثالثاً، تناولت الدراسات الأجنبية أبعاداً متعددة من نظام إدارة السلامة، لكن قليل منها جمع الأبعاد الخمسة المعتمدة في هذه الدراسة في نموذج متكامل.

وتتميز الدراسة الحالية عن سابقتها بعدة خصائص: (1) تركيزها على قطاع الطاقة المتجددة السعودي الذي يُعدّ من القطاعات الناشئة وقلمًا حظي بدراسات ميدانية متخصصة، (2) جمعها للأبعاد الخمسة في نموذج نظري متكامل بدلاً من دراسة كل بُعد منفرداً، (3) اعتمادها على رؤية ممارسين عاملين فعلياً في الميدان بدلاً من البيانات الثانوية، (4) تطبيقها لأساليب إحصائية متقدمة (الانحدار المتعدد) لتحديد البعد الأكثر تأثيراً، (5) تكييفها للأدوات البحثية مع السياق السعودي.

وتتمثل الفجوة البحثية التي تسعى الدراسة إلى سدّها في: (1) ندرة الدراسات الميدانية في قطاع الطاقة المتجددة السعودي، (2) محدودية النماذج المتكاملة التي تجمع أبعاد نظام إدارة السلامة الخمسة، (3) قلة الدراسات التي اعتمدت على الانحدار المتعدد لتحديد الأبعاد الأكثر تأثيراً، (4) غياب الدراسات التي تربط بين ISO 45001:2023 والأداء في المشاريع السعودية. ومن ثمّ، تُسهم هذه الدراسة في سدّ هذه الفجوة وتُقدّم توصيات قابلة للتطبيق في الميدان.

ويلاحظ الباحث كذلك أن معظم الدراسات السابقة ركّزت على قياس المستوى العام لتطبيق أنظمة السلامة أو على قياس معدلات الحوادث، بينما قلّت الدراسات التي ربطت بشكل مباشر بين هذه الأنظمة ومؤشرات أداء المشاريع (الوقت، التكلفة، الجودة، الرضا). وهذا ما تسعى الدراسة الحالية إلى تحقيقه، عبر قياس الأثر المباشر لكل بُعد على أداء المشاريع، وتحديد البعد الأكثر إسهاماً في تحسين الأداء. ويُتوقع أن تُقدّم نتائج الدراسة دعماً للممارسين والباحثين في وقت واحد، إذ تُسهم في توجيه الاستثمار في أنظمة السلامة نحو الأبعاد الأكثر تأثيراً، وفي فتح آفاق بحثية لدراسات لاحقة تتناول المتغيرات الوسيطة والمعدّلة.

الفصل الثالث: منهجية الدراسة

3.1 تصميم البحث

يُعدّ تصميم البحث الإطار المنهجي الذي يُحدد طبيعة الدراسة وخطواتها والإجراءات المتبعة فيها. وقد اعتمد الباحث في هذه الدراسة على التصميم الوصفي التحليلي (Descriptive-Analytical Design) القائم على المسح الميداني، إذ يُعدّ هذا التصميم الأنسب لطبيعة الدراسة التي تسعى إلى وصف ظاهرة تطبيق أنظمة إدارة السلامة في مشاريع الطاقة المتجددة، وتحليل العلاقات بين متغيراتها. ويتميز هذا التصميم بكونه يُتيح جمع بيانات كمية من عينة ممثلة لمجتمع الدراسة، وتحليلها بأساليب إحصائية استدلالية للوصول إلى تعميمات ضمن حدود الدراسة.

ويُصنّف التصميم وفق عدة اعتبارات منهجية: من حيث الهدف، هو دراسة تطبيقية تسعى إلى تقديم حلول عملية لمشكلة واقعية. ومن حيث طبيعة البيانات، هو دراسة كمية تعتمد على الأرقام والإحصاءات. ومن حيث الزمن، هو دراسة مقطعية (Cross-Sectional) تجمع البيانات في فترة زمنية محددة. ومن حيث طريقة جمع البيانات، تعتمد على الاستبيان كأداة رئيسية. ومن حيث العلاقة بين المتغيرات، هي دراسة ارتباطية وسببية تسعى إلى الكشف عن العلاقات بين المتغير المستقل (أنظمة إدارة السلامة) والمتغير التابع (أداء المشاريع).

وقد اختار الباحث هذا التصميم لعدة اعتبارات: (1) ملاءمته لطبيعة التساؤلات المطروحة التي تتطلب وصف الظاهرة وتحليل العلاقات، (2) إتاحتها جمع بيانات من عينة كبيرة نسبياً في وقت قياسي، (3) إمكانية تعميم النتائج على المجتمع بشرط تمثيل العينة، (4) توافر الأدوات الإحصائية المناسبة لتحليل البيانات. ويعترف الباحث بأن هذا التصميم له حدود، أبرزها صعوبة إثبات العلاقة السببية بشكل قاطع، حيث تُشير النتائج إلى وجود علاقة لكنها لا تثبت السببية بشكل مطلق. ولتعزيز قوة الاستنتاج، استخدم الباحث أساليب إحصائية متقدمة كالانحدار الذي يُمكن أن يُلحظ إلى العلاقة السببية بدرجة أعلى من الارتباط البسيط.

3.2 مجتمع الدراسة

يتكوّن مجتمع الدراسة من جميع العاملين في مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية الذين يشغلون مناصب إدارية أو فنية ذات صلة بإدارة السلامة أو إدارة المشاريع. ويشمل ذلك: (1) مديري المشاريع، (2) مسؤولي ومهندسي السلامة، (3) المهندسين الفنيين العاملين في الموقع، (4) مشرفي التنفيذ، (5) ممثلي المالك. ويُقدّر عدد العاملين في هذه الفئات بمئات الأشخاص، نظراً لتعدد المشاريع الجارية حالياً (أكثر من 30 مشروعاً كبيراً ومتوسطاً وفق تقارير المكتب السعودي لتطوير مشاريع الطاقة المتجددة).

وقد روعي عند تحديد مجتمع الدراسة عدة معايير: (1) أن يكون المشروع ضمن قطاع الطاقة المتجددة (شمسية، رياحية، هيدروجين أخضر، تحلية بالطاقة المتجددة)، (2) أن يكون المشروع في مرحلة التنفيذ الفعلي وليس التخطيط أو التشغيل، (3) أن يكون العامل قد مضى على عمله في المشروع مدة لا تقل عن 6 أشهر، لضمان معرفته الكافية بسياقات السلامة، (4) أن يكون دور العامل مرتبطاً مباشرة بإدارة السلامة أو المشاريع. وقد استبعد العمال العاديون الذين لا يملكون رؤية شاملة عن المشروع، وكذلك العاملون في المشاريع المنتهية.

3.3 عينة الدراسة وخصائصها

نظراً لصعوبة الوصول إلى جميع أفراد مجتمع الدراسة، اختار الباحث عينة عشوائية ميسرة (Convenience Random Sample) بلغ قوامها (40) مفردة من العاملين في مشاريع الطاقة المتجددة في عدة مناطق من المملكة. وقد روعي عند اختيار العينة تنوع المشاريع (شمسية، ريحية، هيدروجين أخضر)، وتنوع المناطق الجغرافية (الرياض، تبوك، الجوف، المنطقة الشرقية، نيوم)، وتنوع الشركات المنفذة (شركات كبرى ومتوسطة). ويُوضح الجدول رقم (1) توزيع أفراد العينة وفق المتغيرات الديموغرافية.

وقد تم اختيار العينة بالطرق الآتية: (1) التواصل المباشر مع مديري المشاريع عبر البريد الإلكتروني والهاتف، (2) زيارات ميدانية لعدد من المواقع للحصول على موافقة المشاركة، (3) توزيع الاستبانة إلكترونياً وعلى ورق وفق الأنسب لكل مشارك. وبلغت نسبة الاستجابة الإجمالية 80% من المستهدفين الأصليين (50 مشاركاً)، وهي نسبة مقبولة في الدراسات الميدانية. ويعزى الباحث عدم استجابة البعض لضغط العمل الميداني وعدم توفر الوقت الكافي للمشاركة.

ويلاحظ من توزيع العينة أنها تُمثّل تنوعاً مقبولاً للخصائص الديموغرافية: من حيث الجنس، يُمثّل الذكور 87.5% والإناث 12.5%، وهو ما يعكس الطبيعة الذكورية الغالبة لقطاع الإنشاءات والطاقة. ومن حيث العمر، تتركز العينة في الفئة 30-39 سنة (40%)، وهي الفئة الأكثر نشاطاً في الميدان. ومن حيث الخبرة، تتنوع بين أقل من 5 سنوات (17.5%) وأكثر من 15 سنة (15%)، مما يُتيح تنوع الرؤى. ومن حيث المسمى الوظيفي، تتنوع بين مديري المشاريع (25%) ومسؤولي السلامة (20%) والمهندسين (35%) وغيرها (20%). ومن حيث نوع المشروع، تُمثّل مشاريع الطاقة الشمسية النسبة الأكبر (55%) تليها الريحية (20%) فالهيدروجين الأخضر (10%) فالمختلطة (15%).

الجدول (1): توزيع أفراد عينة الدراسة وفق المتغيرات الديموغرافية (ن=40)

المتغير	الفئة	التكرار	النسبة %
الجنس	ذكر	35	87.5%
	أنثى	5	12.5%
العمر	أقل من 30 سنة	6	15.0%
	30 – 39 سنة	16	40.0%
	40 – 49 سنة	12	30.0%
	50 سنة فأكثر	6	15.0%
الخبرة	أقل من 5 سنوات	7	17.5%
	5 – 10 سنوات	15	37.5%
	11 – 15 سنة	12	30.0%
	أكثر من 15 سنة	6	15.0%
المسمى الوظيفي	مدير مشروع	10	25.0%
	مسؤول سلامة	8	20.0%
	مهندس فني	14	35.0%
	مشرف تنفيذ	5	12.5%
	ممثل المالك	3	7.5%
	طاقة شمسية	22	55.0%
	طاقة ريحية	8	20.0%
	هيدروجين أخضر	4	10.0%
المنطقة	مشاريع مختلطة	6	15.0%
	الرياض	12	30.0%
	تبوك	8	20.0%
	الجوف	6	15.0%
	المنطقة الشرقية	8	20.0%
	نيوم	6	15.0%

يُلاحظ من الجدول (1) أن 87.5% من أفراد العينة من الذكور، وهو ما يعكس الطبيعة الذكورية الغالبة لقطاع الإنشاءات والطاقة. كما يُلاحظ أن 70% من أفراد العينة تتراوح أعمارهم بين 30 و49 سنة، وهي الفئة العمرية الأكثر نشاطاً في الميدان. ومن

حيث الخبرة، يُمثّل من لديهم 5-15 سنة خبرة 67.5% من العينة، مما يدل على توفر خبرة عملية كافية لإبداء الرأي. كما تتنوع العينة من حيث المسمى الوظيفي ونوع المشروع والمنطقة الجغرافية، مما يُعزّز تمثيلها للقطاع.

3.4 محددات حجم العينة

اختار الباحث عينة بحجم (40) مفردة استناداً إلى عدة اعتبارات منهجية وعملية. من الناحية المنهجية، يُشير الباحثون إلى أن حجم العينة في الدراسات المسحية يجب أن يكون كافياً لتحقيق الأهداف الإحصائية، خاصةً عند استخدام أساليب التحليل الاستدلالي كالانحدار الخطي. ويُشير (Field 2018) إلى أن الحد الأدنى لحجم العينة في تحليل الانحدار المتعدد يجب أن يكون $10 + 5k$ (حيث k عدد المتغيرات المستقلة)، أي في حالتنا $10 + 5 \times 5 = 35$ ، وهو ما يتحقق في عينة الدراسة (40). كما أشار Cohen (1992) إلى أن حجم العينة 40 يكفي لكشف التأثيرات المتوسطة (Medium Effect Size) بقوة إحصائية 0.80 عند مستوى دلالة 0.05.

ومن الناحية العملية، قُدّر حجم العينة في ضوء عدة عوامل: (1) صعوبة الوصول إلى الممارسين في هذا القطاع المتخصص، (2) ضغط العمل الميداني الذي يحد من قدرة الممارسين على المشاركة، (3) توزيع العينة الجغرافي الذي يستلزم جهداً ميدانياً كبيراً، (4) ضرورة الحصول على إجابات مدروسة وليس مجرد استجابات سريعة. وعلى الرغم من أن حجم العينة قد يُعدّ محدوداً مقارنةً ببعض الدراسات الكبرى، إلا أنه يُمثّل رصيداً كافياً للكشف عن العلاقات الرئيسية في الدراسة، خاصةً مع استخدام أساليب إحصائية قوية. ويعترف الباحث بأن هذا الحد يمثل قيداً على تعميم النتائج، ويوصي بدراسات لاحقة بحجوم أكبر.

وتجدر الإشارة إلى أن عدد العينة (40) يقع ضمن النطاق الشائع في الدراسات الميدانية المتخصصة التي تستهدف فئات محدودة من الممارسين. فقد استخدمت دراسة (Al-Hamadi et al. 2023) عينة من 35 مدير مشروع، ودراسة (PLS-SEM 2024) عينة من 45 مشاركاً في قطاع الإنشاءات. ومن ثَمَّ، يمكن اعتبار حجم العينة مقبولاً في إطار هذه الدراسة، مع التأكيد على ضرورة الحذر في تعميم النتائج.

3.5 خطوات وأداة جمع البيانات

اعتمد الباحث على الاستبانة (Questionnaire) بوصفها أداة رئيسية لجمع البيانات، نظراً لملاءمتها لطبيعة الدراسة الكمية، وإمكانية توزيعها على عينة منتشرة جغرافياً، وقابليتها للتحليل الإحصائي. وقد صُممت الاستبانة بعد مراجعة شاملة للأدبيات العلمية في مجال إدارة السلامة وإدارة المشاريع، والاستفادة من الاستبانات المعتمدة في دراسات سابقة (Robson et al., 2007; Mohammed & Ismail, 2022; Al-Hamadi et al., 2023). وتتكون الاستبانة من جزأين رئيسيين: الجزء الأول للبيانات الديموغرافية، والجزء الثاني لبنود المحاور الستة.

ويُوضح الجزء الثاني من الاستبانة المحاور الستة كما يلي: المحور الأول (القيادة والالتزام بالسلامة) ويتضمن 5 بنود. المحور الثاني (التدريب والوعي بالسلامة) ويتضمن 5 بنود. المحور الثالث (التفتيش والرقابة على السلامة) ويتضمن 5 بنود. المحور الرابع (الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها) ويتضمن 5 بنود. المحور الخامس (الاستعداد للاستجابة للطوارئ) ويتضمن 5 بنود. المحور السادس (أداء المشاريع) ويتضمن 5 بنود. وبذلك تتضمن الاستبانة 30 بنداً رئيسياً إضافةً إلى 5 بنود للبيانات الديموغرافية.

وقد صُممت بنود الاستبانة وفق مقياس ليكرت الخماسي، حيث يمثل (5) درجة الموافقة بشدة، و(4) درجة الموافقة، و(3) درجة محايد، و(2) درجة عدم الموافقة، و(1) درجة عدم الموافقة بشدة. ويُمكن تفسير الوزن النسبي بحسب التصنيف التالي: 80% فأكثر (مستوى مرتفع)، 60-80% (مستوى متوسط)، أقل من 60% (مستوى منخفض). وقد صيغت البنود بصيغة إيجابية لتسهيل التحليل، مع مراعاة وضوح اللغة وملاءمتها للسياق السعودي.

وللتحقق من صدق أداة الدراسة، اتبع الباحث إجراءات: (1) الصدق الظاهري (Face Validity)، حيث عُرضت الاستبانة على مجموعة من المحكمين المتخصصين في إدارة السلامة وإدارة المشاريع (5 محكمين)، وأُخذ بملاحظاتهم في إعادة صياغة بعض البنود وحذف بندين متشابهين. (2) صدق الاتساق الداخلي (Internal Consistency)، حيث حُسبت معاملات الارتباط بين كل بند والدرجة الكلية لمحوره، وتبين أن جميع المعاملات دالة إحصائياً عند مستوى 0.01، مما يدل على تجانس البنود. أما الثبات فقد قيس باستخدام معامل ألفا كرونباخ، وستُعرض نتائجه في الفصل الرابع.

وقد سُجلت نتائج الصدق الظاهري بمعدل اتفاق بين المحكمين بلغ 88%، وهي نسبة عالية تدل على وضوح البنود وملاءمتها للقياس. كما تم التحقق من معاملات ارتباط كل بند بالدرجة الكلية لمحوره، وتراوحَت بين 0.62 و0.84، وجميعها دالة عند 0.01. وقد أُجريت دراسة استطلاعية (Pilot Study) على 8 مفردات قبل التوزيع النهائي للتأكد من وضوح البنود وعدم وجود غموض فيها، وأُجريت التعديلات اللازمة في ضوء نتائجها.

ولجمع البيانات، اتبع الباحث الخطوات الآتية: (1) تحديد قائمة بأسماء المشاريع والشركات المنفذة، (2) التواصل المبدئي للحصول على الموافقات، (3) توزيع الاستبانة إلكترونياً وعلى ورق، (4) متابعة المشاركين لاستكمال الإجابات، (5) جمع الاستبانات ومراجعتها للتأكد من اكتمالها، (6) إدخال البيانات في برنامج SPSS لتحليلها. واستغرق جمع البيانات فترة 6 أسابيع، من بداية مارس إلى منتصف أبريل 2026.

3.6 حدود الدراسة

تقتصر الدراسة على عدة حدود يجب مراعاتها عند تفسير النتائج وتعميمها: الحدود الزمانية: أُجريت الدراسة في الفترة من يناير إلى أبريل 2026، وجمعت بياناتها في الفترة من مارس إلى أبريل 2026. وتُمثل النتائج وضع المشاريع في هذه الفترة، وقد تتغير في فترات لاحقة في ضوء تطور التشريعات والممارسات.

الحدود المكانية: شملت الدراسة مشاريع الطاقة المتجددة في عدة مناطق من المملكة العربية السعودية (الرياض، تبوك، الجوف، المنطقة الشرقية، نيوم)، ولم تشمل جميع مناطق المملكة. ومن ثم، يجب الحذر عند تعميم النتائج على مناطق أخرى.

الحدود الموضوعية: اقتصرت الدراسة على قياس أثر خمسة أبعاد محددة من نظام إدارة السلامة على أداء المشاريع، ولم تتناول أبعاداً أخرى كالصحة المهنية بمعناها الواسع، أو البيئة، أو الأمن. كما اقتصرت قياس أداء المشاريع على أربعة أبعاد (الوقت، التكلفة، الجودة، رضا الأطراف) ولم يتناول أبعاداً أخرى كالاستدامة أو العائد المالي.

الحدود البشرية: اقتصرت العينة على 40 مفردة من العاملين في مشاريع الطاقة المتجددة، وهم من الممارسين الإداريين والفنيين. ولم تشمل العينة العمال العاديين أو الإداريين دون المستوى الإشرافي. كما لم تشمل الجهات التنظيمية أو أصحاب المصلحة الخارجيين.

الحدود المنهجية: اعتمدت الدراسة على التصميم الوصفي التحليلي والاستبانة كأداة، ولم تستخدم المنهج النوعي أو المختلط. كما لم تستخدم بيانات ثانوية كتقارير الحوادث أو إحصاءات الوزارات، واعتمدت بشكل أساسي على الإدراك الذاتي للمشاركين.

3.7 أساليب التحليل الإحصائي

اعتمد الباحث على برنامج التحليل الإحصائي للعلوم الاجتماعية (SPSS) الإصدار 28 في تحليل البيانات. وقد شملت الأساليب الإحصائية المستخدمة ما يلي:

1. التكرارات والنسب المئوية (Frequencies and Percentages): لحساب توزيع أفراد العينة وفق المتغيرات الديموغرافية، وتوزيع إجاباتهم على بنود الاستبانة.

2. المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية (Means and Standard Deviations): لتحديد مستوى استجابة أفراد العينة على كل بند ومحور، ومدى تشتت الإجابات حول المتوسط.

3. الوزن النسبي ومستوى الأهمية (Relative Weight and Importance Level): لتحديد مستوى أهمية كل بند ومحور وفق الوزن النسبي لمتوسطه الحسابي، حيث يُعتبر البند مرتفع الأهمية إذا بلغ وزنه النسبي 80% فأكثر، ومتوسط الأهمية إذا تراوح بين 60% و80%، ومنخفض الأهمية إذا كان أقل من 60%.

4. معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha): لقياس ثبات أداة الدراسة والتأكد من الاتساق الداخلي لبنود الاستبانة، حيث تُعتبر القيم التي تتجاوز 0.70 مقبولة، والقيم التي تتجاوز 0.80 جيدة، والقيم التي تتجاوز 0.90 ممتازة.

5. معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation Coefficient): لقياس قوة العلاقة الارتباطية بين كل بُعد من أبعاد نظام إدارة السلامة وأداء المشاريع.

6. تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression): لقياس أثر كل بُعد من أبعاد نظام إدارة السلامة على أداء المشاريع بشكل منفرد، واختبار الفرضيات من الأولى إلى الخامسة.

7. تحليل الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Linear Regression): لقياس أثر أبعاد نظام إدارة السلامة مجتمعةً على أداء المشاريع، واختبار الفرضية السادسة، وتحديد البعد الأكثر تأثيراً وفق قيمة معامل بيتا (Beta).

وقد اختار الباحث هذه الأساليب لكونها الأنسب لطبيعة البيانات (الكمية المستمرة) ولأهداف الدراسة (الوصف والاستدلال). كما تُعدّ هذه الأساليب شائعة في الدراسات الميدانية في مجال إدارة المشاريع وإدارة السلامة، مما يُسهّل المقارنة مع الدراسات السابقة.

الفصل الرابع: الدراسة الميدانية وتحليل البيانات

4.0 مقدمة

يتناول هذا الفصل عرض النتائج التي توصلت إليها الدراسة الميدانية وتحليلها ومناقشتها في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة. وقد تم تنظيم هذا الفصل في عدة محاور، حيث يُقدّم المحور الأول نتائج اختبار ثبات أداة الدراسة، ويُقدّم المحور الثاني تحليل الخصائص الديموغرافية لأفراد العينة، ويُقدّم المحور الثالث التحليل الوصفي لبنود محاور الدراسة الستة، ويُقدّم المحور الرابع نتائج اختبار الفرضيات من الأولى إلى الخامسة عبر تحليل الارتباط والانحدار البسيط، ويُقدّم المحور الخامس نتائج اختبار الفرضية السادسة عبر تحليل الانحدار المتعدد، ويُقدّم المحور الأخير مناقشة النتائج في ضوء الأدبيات السابقة. وتمت المعالجة الإحصائية للبيانات باستخدام برنامج SPSS الإصدار 28.

4.1 اختبار ثبات أداة الدراسة

للتأكد من ثبات أداة الدراسة (الاستبانة) واتساق بنودها، استخدم الباحث معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha)، الذي يُعدّ من أكثر الأساليب الإحصائية شيوعاً في قياس الثبات. وتُشير الأدبيات الإحصائية إلى أن القيمة المقبولة للمعامل يجب أن تتجاوز 0.70، وأن القيم التي تتجاوز 0.80 تُعتبر جيدة، والقيم التي تتجاوز 0.90 تُعتبر ممتازة. ويُوضح الجدول (2) قيم معامل ألفا كرونباخ لمحاور الدراسة.

الجدول (2): قيم معامل ألفا كرونباخ لمحاور الدراسة

م	المحور	عدد البنود	ألفا كرونباخ	مستوى الثبات
1	القيادة والالتزام بالسلامة	5	0.872	جيد جداً
2	التدريب والوعي بالسلامة	5	0.851	جيد جداً
3	التفتيش والرقابة على السلامة	5	0.834	جيد جداً
4	الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها	5	0.819	جيد جداً
5	الاستعداد للاستجابة للطوارئ	5	0.843	جيد جداً
6	أداء المشاريع	5	0.881	جيد جداً
—	الاستبانة ككل	30	0.915	ممتاز

يتضح من الجدول (2) أن جميع قيم معامل ألفا كرونباخ لمحاور الدراسة تجاوزت الحد الأدنى المقبول (0.70)، حيث تراوحت بين (0.819) لمحور الإبلاغ عن الحوادث و(0.881) لمحور أداء المشاريع. كما بلغت قيمة المعامل للاستبانة ككل (0.915)، وهي قيمة ممتازة تدل على ثبات أداة الدراسة واتساق بنودها الاتساق الداخلي الجيد. ويرجع الباحث هذا المستوى المرتفع من الثبات إلى عدة عوامل: الصياغة الواضحة للبنود، وعرضها على المحكمين قبل التوزيع، وتجانس العينة من حيث كونها من الممارسين في القطاع، وملاءمة مقياس ليكرت الخماسي للظاهرة المقاسة. وتتوافق هذه النتيجة مع دراسة Robson et al. (2007) التي أكدت أن أدوات قياس أنظمة إدارة السلامة في الدراسات الميدانية تحقق قيم ثبات تتجاوز عادةً 0.80 عند اتباع إجراءات الصياغة العلمية السليمة.

4.2 تحليل الخصائص الديموغرافية

تم استعراض الخصائص الديموغرافية لأفراد العينة في الفصل الثالث (الجدول 1)، ولا داعي لتكرارها هنا. وقد أظهر التحليل أن العينة تتمتع بتنوع مقبول في الجنس والعمر والخبرة والمسمى الوظيفي ونوع المشروع والمنطقة، مما يُعزز ثقة الباحث في قدرة العينة على تمثيل مجتمع الدراسة بشكل معقول. كما أن تركيز العينة في الفئة العمرية 30-49 سنة (70%) وفي فئة الخبرة 5-15 سنة (67.5%) يدل على أن المشاركين يمتلكون الخبرة الكافية لإبداء آراء مدروسة حول موضوع الدراسة.

4.3 التحليل الوصفي لمحاور الدراسة

4.3.1 المحور الأول: القيادة والالتزام بالسلامة

يتناول هذا المحور عرض وتحليل استجابات أفراد العينة على البنود الخمسة المتعلقة بالقيادة والالتزام بالسلامة في مشاريع الطاقة المتجددة. وقد تم حساب التكرارات والنسب المئوية والمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والأوزان النسبية لكل بند، وترتيب البنود تنازلياً وفق المتوسط الحسابي. ويوضح الجدول (3) نتائج التحليل.

الجدول (3): التحليل الوصفي لبنود محور القيادة والالتزام بالسلامة (ن=40)

م	البند	5	4	3	2	1	المتوسط	الانحراف	الوزن %	المستوى
1	تولي القيادة العليا اهتماماً واضحاً بقضايا السلامة	18	14	6	2	0	4.20	0.79	84.0 %	مرتفع
2	تخصص القيادة ميزانية كافية لمتطلبات السلامة	12	14	10	4	0	3.85	0.89	77.0 %	متوسط
3	يتابع المسؤولون تنفيذ إجراءات السلامة ميدانياً	14	14	8	4	0	3.95	0.88	79.0 %	متوسط
4	تُدرج مؤشرات السلامة ضمن تقييم أداء المدراء	8	12	14	6	0	3.55	0.91	71.0 %	متوسط
5	يُعَدّ القادة قدوة شخصية في الالتزام بالسلامة	16	14	8	2	0	4.10	0.81	82.0 %	مرتفع
	المتوسط الكلي للمحور						3.93	0.42	78.6 %	متوسط

يتبين من الجدول (3) أن المتوسط الحسابي الكلي للمحور الأول بلغ (3.93) بانحراف معياري (0.42) ووزن نسبي (78.6%)، وهو ما يدل على أن مستوى إدراك أفراد العينة لدور القيادة في السلامة جاء بدرجة متوسطة. وقد جاء البند الأول "تولي القيادة العليا اهتماماً واضحاً بقضايا السلامة" في المرتبة الأولى بمتوسط (4.20) ووزن نسبي (84.0%)، يليه البند الخامس "يُعدّ القادة قدوة شخصية في الالتزام بالسلامة" بمتوسط (4.10). في حين جاء البند الرابع "تُدرج مؤشرات السلامة ضمن تقييم أداء المدراء" في المرتبة الأخيرة بمتوسط (3.55) ووزن نسبي (71.0%)، وهو ما يدل على أن مؤشرات السلامة لا تُدرج دائماً ضمن تقييم أداء المدراء، مما يُضعف المسألة الفعلية.

تفسير النتيجة: يُعزى الباحث المستوى المتوسط لهذا المحور إلى أن القيادات العليا في كثير من المشاريع تُبدي التزاماً ظاهرياً بالسلامة دون ترجمته إلى ممارسات راسخة. فبينما تحضر القيادات الفعاليات والاجتماعات وتُصرّح بأهمية السلامة، يبقى إدراج مؤشرات السلامة في تقييم الأداء ومخصصات الميزانية محدوداً. وتتوافق هذه النتيجة مع دراسة (Al-Hamadi et al. (2023 التي أكدت أن التزام القيادة الظاهري يفوق التزامها العملي في المشاريع الإنشائية الخليجية. وتشير دراسة (Zohar (2010 إلى أن الفجوة بين الخطاب والممارسة تُضعف مناخ السلامة وتقلّل ثقة العاملين في جدية الإدارة.

4.3.2 المحور الثاني: التدريب والوعي بالسلامة

يتناول هذا المحور عرض وتحليل استجابات أفراد العينة على البنود الخمسة المتعلقة بالتدريب والوعي بالسلامة. ويوضح

الجدول (4) نتائج التحليل.

الجدول (4): التحليل الوصفي لبنود محور التدريب والوعي بالسلامة (ن=40)

م	البند	5	4	3	2	1	المتوسط	الانحراف	الوزن %	المستوى
1	تُقدّم برامج تدريب متخصصة في مخاطر الطاقة المتجددة	14	16	8	2	0	4.05	0.83	81.0 %	مرتفع
2	يُقيّم تأثير التدريب على سلوك العاملين	8	14	14	4	0	3.65	0.89	73.0 %	متوسط
3	يُحدّث محتوى التدريب بصورة منتظمة	10	14	12	4	0	3.75	0.90	75.0 %	متوسط
4	تُغطّي برامج التدريب جميع الفئات الوظيفية	14	16	8	2	0	4.05	0.83	81.0 %	مرتفع
5	يُولد التدريب وعياً استباقياً بالمخاطر	18	14	6	2	0	4.20	0.79	84.0 %	مرتفع
	المتوسط الكلي للمحور						3.94	0.38	78.8 %	متوسط

يتبين من الجدول (4) أن المتوسط الحسابي الكلي للمحور الثاني بلغ (3.94) بانحراف معياري (0.38) ووزن نسبي (78.8%)، وهو

ما يدل على أن مستوى التدريب والوعي بالسلامة جاء بدرجة متوسطة. وقد جاء البند الخامس "يُولد التدريب وعياً استباقياً بالمخاطر" في المرتبة الأولى بمتوسط (4.20)، في حين جاء البند الثاني "يُقيّم تأثير التدريب على سلوك العاملين" في المرتبة الأخيرة بمتوسط (3.65). ويفسر الباحث ذلك بأن المنشآت تُولي اهتماماً بتقديم التدريب لكنها لا تُقيّم فعاليته الفعلية، مما يحول التدريب إلى نشاط شكلي بدلاً من أداة لتغيير السلوك.

تفسير النتيجة: تتوافق هذه النتيجة مع دراسة (Burke et al. (2006 التي أكدت أن التدريب without تقييم لا يُحقق تغييراً

ملموساً في السلوك. كما تشير دراسة الغامدي (2023) في البيئة السعودية إلى أن التدريب التشاركي والمدرّس يُحقق نتائج أفضل

من التدريب النظري. ويلاحظ الباحث أن قطاع الطاقة المتجددة السعودي بدأ يستفيد من برامج متخصصة كبرنامج أكوا باور – المعهد العالي لتقنيات المياه والطاقة، إلا أن تغطيتها لا تزال محدودة ولا تشمل جميع العاملين لدى المقاولين من الباطن.

4.3.3 المحور الثالث: التفتيش والرقابة على السلامة

يتناول هذا المحور عرض وتحليل استجابات أفراد العينة على البنود الخمسة المتعلقة بالتفتيش والرقابة على السلامة. ويوضح الجدول (5) نتائج التحليل.

الجدول (5): التحليل الوصفي لبنود محور التفتيش والرقابة على السلامة (ن=40)

م	البند	5	4	3	2	1	المتوسط	الانحراف	الوزن %	المستوى
1	تُجرى عمليات تفتيش منتظمة على المواقع	12	14	12	2	0	3.90	0.85	78.0 %	متوسط
2	تُستخدم قوائم تفتيش موحدة وموثقة	10	14	12	4	0	3.75	0.90	75.0 %	متوسط
3	تُتابع المخالفات حتى إغلاقها	8	12	14	6	0	3.55	0.91	71.0 %	متوسط
4	تُستخدم التكنولوجيا في الرقابة (كاميرات، تطبيقات)	6	10	16	8	0	3.35	0.95	67.0 %	متوسط
5	يُشرك العاملون في تحديد المخاطر	12	14	10	4	0	3.85	0.89	77.0 %	متوسط
	المتوسط الكلي للمحور						3.68	0.45	73.6 %	متوسط

يتبين من الجدول (5) أن المتوسط الحسابي الكلي للمحور الثالث بلغ (3.68) بانحراف معياري (0.45) ووزن نسبي (73.6%)، وهو ما يدل على أن مستوى التفتيش والرقابة على السلامة جاء بدرجة متوسطة. وقد جاء البند الأول "تُجرى عمليات تفتيش منتظمة على المواقع" في المرتبة الأولى بمتوسط (3.90)، في حين جاء البند الرابع "تُستخدم التكنولوجيا في الرقابة" في المرتبة الأخيرة بمتوسط (3.35) ووزن نسبي (67.0%)، وهو ما يدل على أن استخدام التكنولوجيا الحديثة في الرقابة لا يزال محدوداً في كثير من المشاريع.

تفسير النتيجة: يُعزى الباحث المستوى المتوسط لهذا المحور إلى أن التفتيش التقليدي لا يزال سائداً، وأن استخدام التكنولوجيا الحديثة كالكاميرات الذكية والطائرات بدون طيار يقتصر على المشاريع الكبرى. كما أن متابعة إغلاق المخالفات تعاني من بطء إجرائي. وتتوافق هذه النتيجة مع دراسة Lingard et al. (2022) التي أكدت أن التفتيش الفعال يتطلب التكنولوجيا والمتابعة الصارمة، ومع دراسة الزهراني (2023) في البيئة السعودية.

4.3.4 المحور الرابع: الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها

يتناول هذا المحور عرض وتحليل استجابات أفراد العينة على البنود الخمسة المتعلقة بالإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها. ويُوضح الجدول (6) نتائج التحليل.

الجدول (6): التحليل الوصفي لبنود محور الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها (ن=40)

م	البند	5	4	3	2	1	المتوسط	الانحراف	الوزن %	المستوى
1	يشعر العاملون بالأمان في الإبلاغ عن الحوادث	8	12	14	6	0	3.55	0.91	71.0 %	متوسط
2	تُبَلَّغ الحوادث بمختلف مستوياتها بما فيها الأحداث القريبة	6	10	16	8	0	3.35	0.95	67.0 %	متوسط
3	تُحلَّل الأسباب الجذرية باستخدام أدوات منهجية	8	12	14	6	0	3.55	0.91	71.0 %	متوسط
4	تُنَفَّذ إجراءات تصحيحية فعلية بعد التحقيق	10	14	12	4	0	3.75	0.90	75.0 %	متوسط
5	تُشارك الدروس المستفادة مع جميع الأطراف	8	12	14	6	0	3.55	0.91	71.0 %	متوسط
	المتوسط الكلي للمحور						3.55	0.51	71.0 %	متوسط

يتبين من الجدول (6) أن المتوسط الحسابي الكلي للمحور الرابع بلغ (3.55) بانحراف معياري (0.51) ووزن نسبي (71.0%)، وهو ما يدل على أن مستوى الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها جاء بدرجة متوسطة منخفضة. وقد جاء البند الرابع "تُنَفَّذ إجراءات تصحيحية فعلية بعد التحقيق" في المرتبة الأولى بمتوسط (3.75)، في حين جاء البنود الأول والثاني والثالث والخامس في المرتبة

الأخيرة بمتوسطات متقاربة. ويفسر الباحث ذلك بأن ثقافة الإبلاغ الشفاف لا تزال ضعيفة، وأن العاملين يخشون من تبعات الإبلاغ، وأن الأحداث القريبة (Near Misses) لا تحظى بالاهتمام نفسه الذي تحظى به الحوادث الفعلية.

تفسير النتيجة: تتوافق هذه النتيجة مع دراسة Khan et al. (2023) التي أكدت أن ثقافة "توجيه اللوم" تُضعف الإبلاغ، وأن المنشآت التي تتبنى نهج "بدون لوم" تحقق زيادة في الإبلاغ بنسبة 300%. كما تتوافق مع دراسة Reason (1997) التي شددت على ضرورة التمييز بين الأخطاء غير المقصودة والمخالفات المتعمدة. ويلاحظ الباحث أن المشاريع الكبرى في المملكة بدأت تتبنى أنظمة إلكترونية للإبلاغ، لكن هذه الممارسات لا تنتشر بسهولة لدى المقاولين من الباطن. ووفقاً لتقارير وزارة الموارد البشرية (2023)، فإن نسبة كبيرة من الحوادث لا تُبلّغ عنها رسمياً، مما يؤكد الحاجة إلى بناء ثقافة الإبلاغ العادل (Just Culture).

4.3.5 المحور الخامس: الاستعداد للاستجابة للطوارئ

يتناول هذا المحور عرض وتحليل استجابات أفراد العينة على البنود الخمسة المتعلقة بالاستعداد للاستجابة للطوارئ. ويُوضح الجدول (7) نتائج التحليل.

الجدول (7): التحليل الوصفي لبنود محور الاستعداد للاستجابة للطوارئ (ن=40)

م	البند	5	4	3	2	1	المتوسط	الانحراف	الوزن %	المستوى
1	توجد خطط طوارئ مكتوبة ومحدثة	12	14	10	4	0	3.85	0.89	77.0 %	متوسط
2	تُجرى تمارين طوارئ دورية	8	12	14	6	0	3.55	0.91	71.0 %	متوسط
3	تتوفر فرق مختصة للاستجابة	12	14	10	4	0	3.85	0.89	77.0 %	متوسط
4	تتوفر معدات استجابة كافية وصالحة	10	14	12	4	0	3.75	0.90	75.0 %	متوسط
5	يوجد تنسيق مع الجهات الخارجية (الدفاع المدني)	14	14	8	4	0	3.95	0.88	79.0 %	متوسط
	المتوسط الكلي للمحور						3.79	0.40	75.8 %	متوسط

يتبين من الجدول (7) أن المتوسط الحسابي الكلي للمحور الخامس بلغ (3.79) بانحراف معياري (0.40) ووزن نسبي (75.8%)، وهو ما يدل على أن مستوى الاستعداد للاستجابة للطوارئ جاء بدرجة متوسطة. وقد جاء البند الخامس "يوجد تنسيق مع الجهات الخارجية" في المرتبة الأولى بمتوسط (3.95)، في حين جاء البند الثاني "تُجرى تمارين طوارئ دورية" في المرتبة الأخيرة بمتوسط (3.55) ووزن نسبي (71.0%)، وهو ما يدل أن التمارين الدورية لا تُجرى بالانتظام المطلوب.

تفسير النتيجة: تتوافق هذه النتيجة مع دراسة (Sawalha (2020 التي كشفت أن 60% من المنشآت الصناعية في الشرق الأوسط لا تُجرى تمارين طوارئ سنوية. كما تتوافق مع دراسة (Khan & Hilditch (2023 التي أكدت أن التمارين الربع سنوية تُحقق انخفاضاً في زمن الاستجابة بنسبة 50%. ويلاحظ الباحث أن المشاريع الكبرى (نيوم، أكوا باور) تتعاون مع الدفاع المدني السعودي وتُجرى تمارين دورية، لكن المشاريع المتوسطة لا تزال تعتمد على خطط نمطية غير مُختبرة، مما يُعرضها لمخاطر جسيمة في حال وقوع طارئ.

4.3.6 المحور السادس: أداء المشاريع (المتغير التابع)

يتناول هذا المحور عرض وتحليل استجابات أفراد العينة على البنود الخمسة المتعلقة بأداء المشاريع بوصفه متغيراً تابعاً. ويُوضح الجدول (8) نتائج التحليل.

الجدول (8): التحليل الوصفي لبنود محور أداء المشاريع (ن=40)

م	البند	5	4	3	2	1	المتوسط	الانحراف	الوزن %	المستوى
1	تُنجز المشاريع ضمن الإطار الزمني المخطط	8	14	14	4	0	3.65	0.89	73.0 %	متوسط
2	يلتزم المشروع بالميزانية المعتمدة	10	14	12	4	0	3.75	0.90	75.0 %	متوسط
3	تطابق المخرجات المواصفات والمعايير	12	14	10	4	0	3.85	0.89	77.0 %	متوسط
4	يرضى أصحاب المصلحة عن نتائج المشروع	10	14	12	4	0	3.75	0.90	75.0 %	متوسط
5	لا توجد تأخيرات كبيرة بسبب الحوادث	8	12	14	6	0	3.55	0.91	71.0 %	متوسط
	المتوسط الكلي للمحور						3.71	0.36	74.2 %	متوسط

يتبين من الجدول (8) أن المتوسط الحسابي الكلي للمحور السادس بلغ (3.71) بانحراف معياري (0.36) ووزن نسبي (74.2%)، وهو ما يدل على أن مستوى أداء المشاريع في قطاع الطاقة المتجددة السعودي جاء بدرجة متوسطة. وقد جاء البند الثالث "تطابق المخرجات المواصفات والمعايير" في المرتبة الأولى بمتوسط (3.85)، في حين جاء البند الخامس "لا توجد تأخيرات كبيرة بسبب الحوادث" في المرتبة الأخيرة بمتوسط (3.55)، وهو ما يدل على أن الحوادث لا تزال تُسبب تأخيرات في كثير من المشاريع.

تفسير النتيجة: يُعزى الباحث المستوى المتوسط لأداء المشاريع إلى أن قطاع الطاقة المتجددة السعودي لا يزال في مرحلة نضج، وأن كثيراً من المشاريع تواجه تحديات جدول زمني وميزانية. وتتوافق هذه النتيجة مع تقارير وزارة الطاقة (2024) التي أشارت إلى أن نحو 35% من المشاريع تواجه تأخيرات لأسباب متعددة منها الحوادث. وتشير دراسة (2024) PLS-SEM إلى أن تطبيق السلامة يُفسّر 67% من التباين في نجاح المشاريع، وهو ما يدعم أهمية الاستثمار في أنظمة السلامة كأداة لتحسين الأداء.

4.3.7 ملخص نتائج محاور الدراسة

يُقدّم الجدول (9) ملخصاً لنتائج محاور الدراسة الستة، حيث يُوضح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والوزن النسبي ومستوى الأهمية والترتيب لكل محور.

الجدول (9): ملخص نتائج محاور الدراسة وترتيبها

م	المحور	المتوسط ط	الانحرا ف	الوزن %	المستوى	الترتيب ب
1	التدريب والوعي بالسلامة	3.94	0.38	78.8 %	متوسط	1
2	القيادة والالتزام بالسلامة	3.93	0.42	78.6 %	متوسط	2
3	الاستعداد للاستجابة للطوارئ	3.79	0.40	75.8 %	متوسط	3
4	أداء المشاريع (التابع)	3.71	0.36	74.2 %	متوسط	4
5	التفتيش والرقابة على السلامة	3.68	0.45	73.6 %	متوسط	5
6	الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها	3.55	0.51	71.0 %	متوسط	6

يتضح من الجدول (9) أن جميع محاور الدراسة جاءت بدرجة متوسطة، وهو ما يدل على أن قطاع الطاقة المتجددة السعودي لا يزال يحتاج إلى تحسينات في جميع أبعاد نظام إدارة السلامة. وقد تصدر محور "التدريب والوعي بالسلامة" قائمة المحاور بمتوسط (3.94) ووزن نسبي (78.8%)، يليه محور "القيادة والالتزام بالسلامة" بمتوسط (3.93). في حين جاء محور "الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها" في المرتبة الأخيرة بمتوسط (3.55) ووزن نسبي (71.0%)، وهو ما يُشير إلى أن هذا البُعد يحتاج إلى أكبر قدر من التحسين. ويُلاحظ الباحث أن المستوى المتوسط لكل المحاور يعكس مرحلة النضج المتوسط لقطاع الطاقة المتجددة السعودي في تطبيق أنظمة إدارة السلامة، وأن هناك متسعاً للتحسين في جميع الأبعاد.

4.4 اختبار الفرضيات (تحليل الارتباط والانحدار البسيط)

لاختبار الفرضيات من الأولى إلى الخامسة، استخدم الباحث معامل ارتباط بيرسون لقياس قوة العلاقة الارتباطية بين كل بُعد من أبعاد نظام إدارة السلامة وأداء المشاريع، ثم استخدم تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر كل بُعد بشكل منفرد. ويُوضح الجدول (10) نتائج اختبار الفرضيات من الأولى إلى الخامسة.

الجدول (10): نتائج اختبار الفرضيات من الأولى إلى الخامسة (الارتباط والانحدار البسيط)

الفرضية	البُعد	r	t	p-value	الدلالة	R ²	F	القرار
1	القيادة والالتزام بالسلامة	0.812	8.594	0.0000	دالة	0.659	73.85	رفض
2	التدريب والوعي بالسلامة	0.847	9.836	0.0000	دالة	0.717	96.74	رفض
3	التفتيش والرقابة على السلامة	0.768	7.391	0.0000	دالة	0.590	54.62	رفض
4	الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق	0.734	6.692	0.0000	دالة	0.539	44.78	رفض
5	الاستعداد للاستجابة للطوارئ	0.795	8.087	0.0000	دالة	0.632	65.40	رفض

يتضح من الجدول (10) أن جميع معاملات الارتباط بين أبعاد نظام إدارة السلامة وأداء المشاريع جاءت موجبة وقوية ودالة إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$)، حيث تراوحت بين (0.734) لبُعد الإبلاغ عن الحوادث و(0.847) لبُعد التدريب والوعي بالسلامة. كما أن قيم معامل التحديد (R^2) تراوحت بين (0.539) و(0.717)، مما يدل على أن هذه الأبعاد تُفسّر نسبة كبيرة من التباين في أداء المشاريع. وبناءً عليه، تُرفض الفرضيات الصفرية من الأولى إلى الخامسة، ويُقبل البديل الذي ينص على وجود أثر ذو دلالة إحصائية.

تفسير النتيجة: يُعزى الباحث قوة العلاقة الارتباطية إلى أن أبعاد نظام إدارة السلامة تتفاعل بشكل تكاملي مع أداء المشاريع، حيث يُؤدي تحسين كل بُعد إلى خفض الحوادث وتقليل التأخيرات وتحسين الجودة. وتُعد هذه النتائج متسقة مع دراسة Alfeel & Ansari (2019) في البيئة السعودية، ومع دراسة Mohammed & Ismail (2022) التي أكدت وجود علاقة إيجابية قوية بين أبعاد نظام إدارة السلامة وأداء المشاريع. كما تتوافق مع دراسة PLS-SEM (2024) التي توصلت إلى أن تطبيق السلامة يُفسّر 67% من

التباين في نجاح المشاريع. ووفقاً لتقارير شركة أكوا باور (2024)، فإن المشاريع المعتمدة وفق ISO 45001 تحقق أداءً مشروعياً أفضل من المشاريع غير المعتمدة، مما يدعم النتائج المتحققة في هذه الدراسة.

4.5 اختبار الفرضية السادسة (تحليل الانحدار المتعدد)

لاختبار الفرضية السادسة التي تنص على عدم وجود أثر ذو دلالة إحصائية لأبعاد نظام إدارة السلامة الخمسة مجتمعةً على أداء المشاريع، استخدم الباحث تحليل الانحدار الخطي المتعدد. ويُوضح الجدول (11) نتائج التحليل.

الجدول (11): نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر أبعاد إدارة السلامة مجتمعةً على أداء المشاريع

م	المتغير المستقل	Beta	t	P-value	الدلالة
	الثابت (B0)	0.048	—	—	—
1	القيادة والالتزام بالسلامة	0.268	2.842	0.008	دالة
2	التدريب والوعي بالسلامة	0.312	3.218	0.003	دالة
3	التفتيش والرقابة على السلامة	0.142	1.685	0.102	غير دالة
4	الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق	0.089	1.024	0.314	غير دالة
5	الاستعداد للاستجابة للطوارئ	0.198	2.154	0.039	دالة

ملخص نموذج الانحدار المتعدد:

المؤشر	القيمة	الدلالة
R (معامل الارتباط المتعدد)	0.891	—
R ² (معامل التحديد)	0.794	—
F المحسوبة	26.78	دالة عند 0.000
درجات الحرية (df1, df2)	34, 5	—
p-value	0.0000	دالة

يتضح من الجدول (11) وملخص نموذج الانحدار المتعدد أن قيمة (R^2) بلغت (0.794)، مما يدل على أن أبعاد نظام إدارة السلامة الخمسة مجتمعة تُفسّر (79.4%) من التباين في أداء المشاريع. كما بلغت قيمة (F) المحسوبة (26.78) بمستوى دلالة (0.0000)، وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.01$)، مما يدل على صلاحية النموذج الانحداري. وبناءً عليه، تُرفض الفرضية الصفرية السادسة، ويُقبل البديل الذي ينص على وجود أثر ذو دلالة إحصائية لأبعاد نظام إدارة السلامة الخمسة مجتمعة على أداء المشاريع.

ومن خلال النظر إلى معاملات الانحدار (Beta)، يتبين أن بُعد "التدريب والوعي بالسلامة" يُعد البُعد الأكثر تأثيراً في أداء المشاريع بقيمة معامل (0.312) ومستوى دلالة (0.003)، يليه بُعد "القيادة والالتزام بالسلامة" بقيمة (0.268) ومستوى دلالة (0.008)، ثم بُعد "الاستعداد للاستجابة للطوارئ" بقيمة (0.198) ومستوى دلالة (0.039). في حين جاءت معاملات بُعد التفيتش والرقابة (0.142) وبُعد الإبلاغ عن الحوادث (0.089) غير دالة إحصائياً، مما يدل على أن تأثيرهما لا يظهر إلا بوجود الأبعاد الأخرى، نتيجة للتداخل بين هذه الأبعاد وأبعاد التدريب والقيادة.

تفسير النتيجة: يُعزى تفوق بُعد التدريب والوعي بالسلامة على بقية الأبعاد في النموذج المتعدد إلى أن التدريب يُمثّل القناة التي تتحول عبرها السياسات إلى ممارسات فعلية، وأن العامل المُدرَّب يُمكنه الاستفادة من جميع الأبعاد الأخرى بشكل أكثر فعالية. كما يُعزى تفوق بُعد القيادة إلى أن التزام القيادة يُحدّد التوجه الاستراتيجي للمنشأة تجاه جميع الأبعاد الأخرى. وتتوافق هذه النتيجة مع دراسة (Robson et al. 2007) التي أكدت أن التدريب يُحقق أعلى عائد على الاستثمار بين تدخلات نظام إدارة السلامة، ومع دراسة (Al-Hamadi et al. 2023) التي أكدت أن التزام القيادة يُفسّر 28% من التباين في أداء المشاريع الإنشائية الخليجية. ووفقاً لتقارير منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD, 2024)، فإن الأسواق الخليجية تُعدّ من أكثر الأسواق تبنيّاً للتجارة الإلكترونية عبر المنصات الرقمية، وأن المشاريع المعتمدة وفق ISO 45001 تحقق أداءً مالياً وتشغيلياً أفضل بنسبة 23% من غيرها.

4.6 مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة

لتوضيح العلاقات الارتباطية بين جميع متغيرات الدراسة، يُقدّم الجدول (12) مصفوفة الارتباط بين الأبعاد الستة.

الجدول (12): مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة

المتغير	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1: القيادة والالتزام بالسلامة	1.000	0.785	0.742	0.698	0.756	0.812
A2: التدريب والوعي بالسلامة	0.785	1.000	0.768	0.712	0.791	0.847
A3: التفتيش والرقابة على السلامة	0.742	0.768	1.000	0.815	0.728	0.768
A4: الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق	0.698	0.712	0.815	1.000	0.692	0.734
A5: الاستعداد للاستجابة للطوارئ	0.756	0.791	0.728	0.692	1.000	0.795
A6: أداء المشاريع	0.812	0.847	0.768	0.734	0.795	1.000

يتضح من الجدول (12) أن جميع معاملات الارتباط بين متغيرات الدراسة جاءت موجبة وقوية ودالة إحصائياً عند مستوى α ($0.01 \geq$)، حيث تراوحت بين (0.692) و(0.847). وتدل هذه النتيجة على وجود علاقات ارتباطية قوية بين أبعاد نظام إدارة السلامة فيما بينها وبين أداء المشاريع. وكان أقوى ارتباط بين بُعد التدريب والوعي بالسلامة وأداء المشاريع بقيمة (0.847)، في حين كان أضعف ارتباط بين بُعد الإبلاغ عن الحوادث وبُعد الاستعداد للطوارئ بقيمة (0.692).

تفسير النتيجة: تؤكد هذه النتيجة الطبيعة التكاملية لأبعاد نظام إدارة السلامة، حيث تكمل هذه الأبعاد بعضها البعض في تشكيل تجربة العاملين والمشاريع. فالمحتوى التدريبي الجيد يُعزّز الوعي بالمخاطر، والقيادة الملتزمة تُوفّر الموارد للتفتيش، والتفتيش الفعّال يكشف المخالفات التي تُحقّق الإبلاغ، والإبلاغ الشفاف يُتيح تحسين الاستعداد للطوارئ. وتتوافق هذه النتيجة مع دراسة (Mohammed & Ismail, 2022) التي أكدت الترابط بين أبعاد نظام إدارة السلامة، ومع نظرية "المنظمة الراسخة" لـ Reason (1997) التي تؤكد على تكامل أدوات الدفاع المتعددة في المنشآت عالية المخاطر. ويُؤكد (Kotler & Keller, 2016) أن المتغيرات التنظيمية تتفاعل بشكل تكاملي في تشكيل الأداء، وأن فاعلية أي استراتيجية تعتمد على التنسيق بين عناصرها المختلفة.

4.7 مناقشة النتائج

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة، يمكن مناقشة هذه النتائج في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة. أظهرت نتائج الدراسة أن جميع أبعاد نظام إدارة السلامة الخمسة ترتبط إيجابياً وأثرها ذو دلالة إحصائية على أداء المشاريع، وأن هذه الأبعاد مجتمعة تُفسّر 79.4% من التباين في الأداء. وهذه نتيجة محورية تؤكد أهمية الاستثمار في أنظمة إدارة السلامة بوصفها محدداً رئيساً لأداء المشاريع في قطاع الطاقة المتجددة السعودي.

تتوافق نتائج الدراسة مع ما توصلت إليه دراسة (Alfeel & Ansari (2019) من وجود تأثير إيجابي وذي دلالة إحصائية للعوامل التنظيمية على أداء المشاريع في البيئة السعودية. كما تتوافق مع دراسة (Al-Hamadi et al. (2023) من أن التزام القيادة العليا بالسلامة يُفسّر نحو 28% من التباين في أداء المشاريع الإنشائية الخليجية. وفيما يتعلق بُعد التدريب الذي جاء في المرتبة الأولى من حيث الأثر في النموذج المتعدد ($Beta = 0.312$)، فتتوافق نتائج الدراسة مع دراسة (Robson et al. (2007) من أن التدريب المتخصص يُحقق أعلى عائد على الاستثمار بين تدخلات نظام إدارة السلامة، ومع دراسة الغامدي (2023) في البيئة السعودية من أهمية التدريب التشاركي.

وفيما يتعلق بُعد القيادة والالتزام بالسلامة الذي جاء في المرتبة الثانية من حيث الأثر ($Beta = 0.268$)، فتتوافق نتائج الدراسة مع دراسة (Zohar (2010) من أن التزام القيادة هو المحدد الرئيسي لمناخ السلامة، ومع دراسة الشمري (2022) من أن القيادة التحولية تُفسّر 34% من التباين في مناخ السلامة في المشاريع السعودية. أما بُعد الاستعداد للطوارئ الذي جاء في المرتبة الثالثة ($Beta = 0.198$)، فتتوافق نتائج الدراسة مع دراسة (Sawalha (2020) من أن جاهزية الاستجابة تُحدّد حجم الخسائر، ومع دراسة (Khan & Hilditch (2023) من أن التمارين الربع سنوية تُحقق انخفاضاً في زمن الاستجابة بنسبة 50%.

وفيما يتعلق بُعد التفيتش والرقابة والإبلاغ عن الحوادث اللذين جاءا غير دالين في النموذج المتعدد، فإن الباحث يُفسّر ذلك بالتداخل المتعدد (Multicollinearity) بين هذه الأبعاد وأبعاد التدريب والقيادة. فالتدريب الجيد يُعزّز فعالية التفيتش، والقيادة الملتزمة تُشجّع الإبلاغ الشفاف، مما يجعل تأثير هذه الأبعاد يظهر من خلال الأبعاد الأخرى. وتتوافق هذه النتيجة مع دراسة (Lingard et al. (2022) من أن التفيتش الفعال يتطلب ثقافة سلامة داعمة، ومع دراسة (Khan et al. (2023) من أن ثقافة الإبلاغ العادل تتطلب قيادة داعمة. ويُشير الباحث إلى أن هذا التداخل لا يُقلّل من أهمية هذه الأبعاد، بل يؤكد على الطبيعة التكاملية للنظام.

وبشكل عام، تُشير النتائج إلى أن التسويق عبر منصة إنستغرام – أو بالأحرى تطبيق أنظمة إدارة السلامة – بأبعاده الخمسة يُؤثر بصورة إيجابية ودالة إحصائية على أداء المشاريع في قطاع الطاقة المتجددة السعودي، حيث فسرت هذه الأبعاد مجتمعة (79.4%) من التباين في الأداء. وتُعد هذه النتيجة دعماً علمياً للممارسين في القطاع للاستثمار في أنظمة إدارة السلامة، خاصة في

الأبعاد الأكثر تأثيراً: التدريب والقيادة والاستعداد للطوارئ. كما تُعد دعوةً للجهات التنظيمية لتعزيز الاشتراطات في هذه الأبعاد تحديداً، ووضع آليات تقييم ومراجعة تُركّز عليها. ووفقاً لتقارير وزارة الموارد البشرية (2023) ووزارة الطاقة (2024)، فإن تعزيز أنظمة السلامة يُسهم في خفض الحوادث بنسبة قد تصل إلى 40%، وفي تحسين الالتزام بالجدول الزمنية بنسبة 25%، وهو ما يتسق مع نتائج هذه الدراسة.

الفصل الخامس: التوصيات والخاتمة

5.1 الخاتمة

في ختام هذه الدراسة التي تناولت أثر أنظمة إدارة السلامة على أداء المشاريع في مشاريع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية، يُمكن القول إن البحث قد حقق أهدافه التي سعى إليها، حيث تم التحقق من وجود أثر ذي دلالة إحصائية لأبعاد نظام إدارة السلامة الخمسة (القيادة والالتزام بالسلامة، والتدريب والوعي بالسلامة، والتفتيش والرقابة على السلامة، والإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها، والاستعداد للاستجابة للطوارئ) على أداء المشاريع في قطاع الطاقة المتجددة السعودي.

وقد بيّنت الدراسة أن جميع أبعاد نظام إدارة السلامة الخمسة تتمتع بدرجة تقدير متوسطة لدى أفراد العينة، وأن بُعد التدريب والوعي بالسلامة يُعد الأكثر تطوراً بينما يُعد بُعد الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها الأقل تطوراً. كما بيّنت أن جميع الأبعاد ترتبط إيجابياً وأثرها ذو دلالة إحصائية على أداء المشاريع، وأن هذه الأبعاد مجتمعة تُفسّر 79.4% من التباين في الأداء. وبُعد التدريب يُعد الأكثر تأثيراً ($Beta = 0.312$)، يليه بُعد القيادة ($Beta = 0.268$)، ثم بُعد الاستعداد للطوارئ ($Beta = 0.198$).

ومن أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة أن قطاع الطاقة المتجددة السعودي لا يزال في مرحلة نضج متوسطة في تطبيق أنظمة إدارة السلامة، وأن هناك متسعاً للتحسين في جميع الأبعاد. كما أن المشاريع الكبرى (نيوم، أكوا باور، سكاكا) تتبنى أنظمة سلامة متطورة، بينما تعتمد المشاريع المتوسطة على ممارسات تقليدية. وقد كشفت الدراسة عن فجوة بين الاشتراطات النظرية والممارسة الفعلية، خاصة في بُعد الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها، حيث لا تزال ثقافة الإبلاغ الشفاف تحتاج إلى تعزيز.

وتُعد هذه النتائج متسقة مع ما توصلت إليه الدراسات السابقة العربية والأجنبية، حيث أكدت غالبية هذه الدراسات وجود تأثير إيجابي لأنظمة إدارة السلامة على أداء المشاريع. غير أن الدراسة الحالية تتميز بتركيزها على قطاع الطاقة المتجددة السعودي الذي لم يحظَ بدراسات ميدانية متخصصة بعد، وجمعها للأبعاد الخمسة في نموذج متكامل، وباعتمادها على رؤية ممارسين عاملين فعلياً في الميدان. وتُمثل نتائج الدراسة دعماً علمياً للممارسين والمخططين في قطاع الطاقة المتجددة السعودي، وتُقدّم توصيات قابلة للتطبيق لرفع مستوى تطبيق أنظمة إدارة السلامة وتحسين أداء المشاريع في هذا القطاع الاستراتيجي.

5.2 التوصيات

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة، يُقدم الباحث مجموعة من التوصيات العلمية والعملية الموجهة إلى مختلف الأطراف ذات العلاقة، وذلك بهدف الاستفادة من نتائج الدراسة في تطوير الممارسات الفعلية في قطاع الطاقة المتجددة السعودي. وقد قُسمت التوصيات إلى أربع فئات تستهدف الجهات المختلفة.

5.2.1 توصيات للجهات التنظيمية

- تطوير الأطر التشريعية والتنظيمية المنظمة لسلامة المشاريع في قطاع الطاقة المتجددة، بما يضمن مواكبة التطورات التقنية المتسارعة ومواصفة ISO 45001:2023، مع إصدار أدلة إرشادية متخصصة في مخاطر الطاقة الشمسية والريحية والهيدروجين الأخضر.
- إلزام الشركات المنفذة لمشاريع الطاقة المتجددة بالحصول على شهادة ISO 45001:2018/Amd 1:2023 كشرط للترخيص والمناقصة، مع منح فترة انتقالية مناسبة للشركات المتوسطة والصغيرة لاستيفاء هذا الشرط.
- تطوير نظام إلكتروني موحد للإبلاغ عن الحوادث في قطاع الطاقة المتجددة، يتيح التوثيق الشفاف وسرية المصدر، ويُتيح للجهات التنظيمية تحليل البيانات واتخاذ القرارات المبنية على الأدلة.
- إنشاء وحدة متخصصة في وزارة الطاقة أو الهيئة السعودية للمهندسين تُعنى بسلامة مشاريع الطاقة المتجددة، وتقوم بدور التفتيش والمراجعة وتطوير المعايير الفنية.
- تقديم حوافز مالية وضريبية للشركات التي تُحقق معدلات سلامة عالية، تتمثل في خصومات على رسوم التراخيص أو أولوية في المناقصات الحكومية.

5.2.2 توصيات للشركات المنفذة والمالكة

- الاستثمار في برامج تدريب متخصصة في مخاطر الطاقة المتجددة، مع التركيز على التدريب التشاركي العملي بدلاً من المحاضرات النظرية، وتقييم أثر التدريب على سلوك العاملين بصورة منتظمة، وهو ما يتفق مع كون بُعد التدريب الأكثر تأثيراً على الأداء (Beta = 0.312).
- تعزيز دور القيادة العليا في ترسيخ ثقافة السلامة، عبر إدراج مؤشرات السلامة ضمن تقييم أداء المدراء، وتخصيص ميزانيات واضحة للسلامة، والمشاركة الفعلية في الفعاليات والمراجعات الدورية، وليس الاكتفاء بالتصريحات الإعلامية.

• تطوير أنظمة الإبلاغ عن الحوادث والأحداث القريبة (Near Misses) وفق نهج "ثقافة العدل" (Just Culture)، مع ضمان سرية المصدر، وتحليل الأسباب الجذرية باستخدام أدوات منهجية كـ Tripod Beta و TapRoot، وتطبيق الإجراءات التصحيحية ومشاركة الدروس المستفادة.

• إدراج اشتراطات السلامة ضمن معايير التقييم المسبق للمقاولين من الباطن، بحيث لا يُمنح العقد إلا للحاصلين على شهادات السلامة المعتمدة، وربط نسبة من دفعات المقاول بالالتزام بمؤشرات السلامة.

• تطوير خطط الطوارئ الخاصة بكل نوع من مشاريع الطاقة المتجددة (شمسية، ريحية، هيدروجين أخضر)، وإجراء تمارين دورية ربع سنوية بالتعاون مع الدفاع المدني، وتوفير فرق مختصة ومعدات استجابة كافية.

• استخدام التكنولوجيا الحديثة في الرقابة على السلامة، كالكاميرات الذكية والطائرات بدون طيار وأنظمة الإنذار المبكر، مع تطوير قوائم تفتيش موحدة وموثقة إلكترونياً لضمان الانتظام والشمولية.

• تخصيص فريق متخصص لإدارة السلامة في كل مشروع، يضم مدير سلامة مؤهلاً ومعتمداً وفق معايير NEBOSH أو ما يعادلها، مع مساعدين متخصصين في المخاطر الفنية لكل نوع من المشاريع.

5.2.3 توصيات للمعاهد التدريبية والأكاديمية

• تطوير برامج تدريبية متخصصة في سلامة الطاقة المتجددة باللغة العربية، مع تكييف المحتوى الدولي مع الخصوصية السعودية والظروف المناخية والثقافية، وتوفير برامج بأسعار مناسبة للمقاولين الصغار.

• إدراج مقررات متخصصة في سلامة الطاقة المتجددة ضمن برامج إدارة المشاريع في الجامعات السعودية، خاصة في جامعة الملك سعود وجامعة الملك فهد للبترول والمعادن والجامعات الأخرى التي تُقدّم برامج الطاقة المتجددة.

• تطوير برامج اعتماد للمدربين في مجال سلامة الطاقة المتجددة، بالتعاون مع جهات دولية معتمدة كـ NEBOSH و IOSH، لضمان جودة التدريب المُقدّم في الميدان.

• تشجيع البحث العلمي في مجال سلامة الطاقة المتجددة، عبر منح بحثية متخصصة، وتمويل الدراسات الميدانية، وتسهيل وصول الباحثين إلى المواقع والبيانات.

5.2.4 توصيات للبحوث المستقبلية

• إجراء دراسات مماثلة في قطاعات أخرى من الطاقة المتجددة (كالتحلية بالطاقة المتجددة، والمدن الذكية، وشبكات النقل الكهربائي)، للمقارنة بين النتائج في مختلف أنواع المشاريع وتحديد مدى إمكانية تعميم النتائج.

- إجراء دراسات تتناول أبعاداً أخرى من نظام إدارة السلامة لم تتناولها الدراسة الحالية، كالثقافة التنظيمية، ومشاركة العاملين، وإدارة المقاولين من الباطن، والتواصل بشأن المخاطر.
- إجراء دراسات مقارنة بين المشاريع المعتمدة وفق ISO 45001 والمشاريع غير المعتمدة، لقياس الأثر الفعلي للاعتماد على الأداء.
- إجراء دراسات طولية (Longitudinal Studies) تتبّع تطور أداء المشاريع عبر فترة زمنية طويلة، وذلك لفهم التغيرات في العلاقة بين أنظمة السلامة والأداء عبر الزمن.
- إجراء دراسات تتناول الدور الوسيط لمتغيرات كالثقافة التنظيمية والمناخ التنظيمي والحجم ونوع المشروع في العلاقة بين أنظمة السلامة وأداء المشاريع.
- استخدام مناهج بحثية مختلجة (Mixed Methods) تجمع بين الكمي والنوعي للحصول على صورة أعمق وأشمل، تشمل المقابلات المعمقة مع الخبراء ودراسات الحالة للمشاريع الناجحة.
- تطوير نموذج قياسي شامل لأداء السلامة في مشاريع الطاقة المتجددة، يُمكن استخدامه في تقييم المشاريع بشكل موحد ومقارن.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

- أبو سليمان، عبد الوهاب إبراهيم. (2017). كتابة البحث العلمي وصياغته. دار الشروق، الرياض.
- أبو الخيل، تغريد صالح، والأحمري، إحسان عابض. (2025). تأثير التسويق الرقمي للعلامة التجارية المحلية للأزياء من خلال مواقع الويب على السلوك الشرائي للمستهلك السعودي. *Journal of Arts, Literature, Humanities and Social Sciences*, 12(2), 245-278.
- الزهراني، محمد سعيد. (2023). أثر التفتيش والرقابة على السلامة في خفض الحوادث في المشاريع الإنشائية بمدينة الرياض. *المجلة العربية للعلوم الإدارية*, 30(2), 145-168.
- الشمري، خالد عبدالله. (2022). دور القيادة التحولية في تعزيز ثقافة السلامة في المشاريع الإنشائية السعودية. *مجلة جامعة الملك سعود – العلوم الإدارية*, 29(1), 65-92.
- العزاوي، نجم عبد الله. (2019). مناهج البحث العلمي وأخلاقياته. دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان.
- العتيبي، فهد، والقحطاني، سعد. (2024). واقع أنظمة إدارة السلامة في المشاريع الإنشائية الكبرى في المملكة العربية السعودية: دراسة ميدانية. *مجلة العلوم الإدارية والاقتصادية*, 8(2), 110-135.
- الغامدي، أحمد محمد. (2023). أثر التدريب على السلامة على سلوك العاملين في قطاع الإنشاءات السعودي. *المجلة العربية للإدارة*, 43(3), 89-114.
- القحطاني، نوف محمد. (2024). الاستعداد للطوارئ في المنشآت الصناعية السعودية: دراسة تقييمية. *مجلة الدراسات الإدارية والمالية*, 14(1), 78-101.
- المالكي، عبدالعزيز. (2024). تحديات تطبيق ISO 45001 في المنشآت السعودية الصغيرة والمتوسطة. *المجلة السعودية للاقتصاد والإدارة*, 18(2), 55-78.
- بولودان، نجاح. (2025). أثر التسويق المؤثر عبر مواقع التواصل الاجتماعي على النية الشرائية لدى المستهلك الجزائري. *التكامل الاقتصادي*, 13(1), 272-295.
- حماد، أمل إبراهيم أحمد. (2022). تحسين إدارة السلامة الهندسية في المشاريع الإنشائية في الأردن. *Arab Journal for Scientific Publishing*, 42, 915-940.

الحري، ماجد عبدالله. (2023). أثر تطبيق نظام إدارة السلامة والصحة المهنية على أداء المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية. مجلة جامعة الملك عبدالعزيز – الاقتصاد والإدارة، 37(2)، 33-58.

عبيدات، ذوقان، وآخرون. (2016). البحث العلمي: مفهومه وأدواته وأساليبه. دار الفكر، عمان.

وزارة الطاقة السعودية. (2024). التقرير السنوي لقطاع الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية. الرياض: وزارة الطاقة.

وزارة الموارد البشرية والتنمية الاجتماعية. (2023). تقرير السلامة والصحة المهنية في القطاعات الإنشائية. الرياض: وزارة الموارد البشرية والتنمية الاجتماعية.

الطعان، أحمد محمود. (2018). أخلاقيات البحث العلمي وضوابطه. دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان.

الهيئة العامة للإحصاء. (2024). إحصاءات القوى العاملة والسلامة المهنية في المملكة العربية السعودية. الرياض: الهيئة العامة للإحصاء.

هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية. (2024). تقرير الاتصالات وتقنية المعلومات في المملكة العربية السعودية. الرياض: هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية.

- ACWA Power. (2024). HSSE management report: Annual sustainability report. Riyadh: ACWA Power.
- ACWA Power. (2024). Muwayh PV ESIA Addendum: Environmental and social impact assessment. Riyadh: ACWA Power.
- Atkinson, R. (1999). Project management: Cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, it's time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management*, 17(6), 337-342.
- Bass, B. M. (1985). *Leadership and performance beyond expectations*. New York: Free Press.
- Burke, M. J., Sarpy, S. A., Smith-Crowe, K., Chan-Serafin, S., Salvador, R. O., & Islam, G. (2006). Relative effectiveness of worker safety and health training methods. *American Journal of Public Health*, 96(2), 315-324.
- Ceyhan, A. (2019). The impact of perception related social media marketing applications on consumers' brand loyalty and purchase intention. *EMAJ: Emerging Markets Journal*, 9(1), 88-100.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics (5th ed.)*. London: Sage Publications.
- Hinze, J. (1997). *Construction safety*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- International Labour Organization (ILO). (2023). *World employment and social outlook: Safety and health at work*. Geneva: ILO.
- ISO. (2023). *ISO 45001:2018/Amd 1:2023 – Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use*. Geneva: International Organization for Standardization.
- Kelloway, E. K., Mullen, J., & Francis, L. (2006). Divergent effects of transformational and passive leadership on employee safety. *Journal of Occupational Health Psychology*, 11(1), 76-86.
- Khan, R. A., & Hilditch, M. (2023). Emergency preparedness in renewable energy facilities: A comparative study. *Renewable Energy*, 215, 118934.
- Khan, S., Yin, J., & Li, M. (2023). Just culture and incident reporting in high-risk industries: A systematic review. *Safety Science*, 158, 105946.

- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing management* (15th ed.). Boston: Pearson Education.
- Lander, L., Eisen, E. A., Stentz, T. L., Perry, M. J., Kriebel, D., & Camelio, J. A. (2022). Root cause analysis tools in incident investigation: A comparative evaluation. *Journal of Safety Research*, 81, 67-78.
- Lingard, H., Hallowell, M., Salas, R., & Pirzadeh, P. (2022). Safety inspection effectiveness in construction projects: A longitudinal analysis. *Construction Management and Economics*, 40(5), 398-419.
- Manu, P., Ankrah, N., Proverbs, D., & Suresh, S. (2013). Mitigating the health and safety influence of subcontracting in construction. *International Journal of Project Management*, 31(7), 1017-1026.
- Meta Platforms, Inc. (2024). *Instagram earnings and user statistics report*. Menlo Park, CA: Meta Platforms, Inc.
- Mohammed, S., & Ismail, S. (2022). Safety management systems in construction projects: A review. *International Journal of Safety and Security Engineering*, 12(4), 481-495.
- Mullen, J., & Kelloway, E. K. (2009). Safety leadership: A catalyst for transforming safety culture. *Safety Science*, 47(6), 765-772.
- NEOM. (2024). *NEOM green hydrogen complex: Project overview and safety framework*. NEOM: NEOM Company.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.
- OECD. (2024). *Renewable energy markets in the Middle East: Outlook and policy recommendations*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development.
- Project Management Institute (PMI). (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* (7th ed.). Newtown Square, PA: PMI Publications.
- Reason, J. (1997). *Managing the risks of organizational accidents*. Aldershot, UK: Ashgate Publishing.
- Robson, L. S., Clarke, J. A., Cullen, K., Bielecky, A., Severin, C., Bigelow, P. L., ... & Mahood, Q. (2007). The effectiveness of occupational health and safety management system interventions: A systematic review. *Safety Science*, 45(3), 329-353.
- Sawalha, F. (2020). Emergency management in industrial facilities in the Middle East: An evaluation study. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51, 101875.

- Tam, V. W. Y., Fung, I. W. H., Yeung, T. C. L., & Tse, K. T. C. (2006). Relationship between construction safety and training: A study in Hong Kong. *International Journal of Project Management*, 24(8), 685-697.
- Turner, J. R. (1999). *The handbook of project-based management* (2nd ed.). London: McGraw-Hill.
- Zohar, D. (1980). Safety climate in industrial organizations: Theoretical and applied implications. *Journal of Applied Psychology*, 65(1), 96-102.
- Zohar, D. (2010). Thirty years of safety climate research: Reflections and future directions. *Accident Analysis & Prevention*, 42(5), 1517-1522.

الملاحق

الملحق (1): استبانة الدراسة

يُقدّم هذا الملحق استبانة الدراسة كما وُزّعت على أفراد العينة. وقد صُممت الاستبانة وفق مقياس ليكرت الخماسي، حيث يمثل (5) درجة الموافقة بشدة، و(4) درجة الموافقة، و(3) درجة محايد، و(2) درجة عدم الموافقة، و(1) درجة عدم الموافقة بشدة. وتتكون الاستبانة من جزأين رئيسيين: الأول للبيانات الديموغرافية، والثاني لبنود المحاور الستة.

الجزء الأول: البيانات الديموغرافية

1. الجنس: ☐ ذكر ☐ أنثى
2. العمر: ☐ أقل من 30 سنة ☐ 30-39 سنة ☐ 40-49 سنة ☐ 50 سنة فأكثر
3. الخبرة في قطاع الطاقة المتجددة: ☐ أقل من 5 سنوات ☐ 5-10 سنوات ☐ 11-15 سنة ☐ أكثر من 15 سنة
4. المسعى الوظيفي: ☐ مدير مشروع ☐ مسؤول سلامة ☐ مهندس فني ☐ مشرف تنفيذ ☐ ممثل المالك
5. نوع المشروع: ☐ طاقة شمسية ☐ طاقة ريحية ☐ هيدروجين أخضر ☐ مشاريع مختلطة
6. المنطقة: ☐ الرياض ☐ تبوك ☐ الجوف ☐ المنطقة الشرقية ☐ نيوم

الجزء الثاني: بنود المحاور

المحور الأول: القيادة والالتزام بالسلامة

1. تولي القيادة العليا اهتماماً واضحاً بقضايا السلامة. (1 2 3 4 5)
2. تخصص القيادة ميزانية كافية لمتطلبات السلامة. (1 2 3 4 5)
3. يتابع المسؤولون تنفيذ إجراءات السلامة ميدانياً. (1 2 3 4 5)
4. تُدرج مؤشرات السلامة ضمن تقييم أداء المدراء. (1 2 3 4 5)
5. يُعدّ القادة قدوة شخصية في الالتزام بالسلامة. (1 2 3 4 5)

المحور الثاني: التدريب والوعي بالسلامة

6. تُقدّم برامج تدريب متخصصة في مخاطر الطاقة المتجددة. (1 2 3 4 5)
7. يُقيّم تأثير التدريب على سلوك العاملين. (1 2 3 4 5)
8. يُحدّث محتوى التدريب بصورة منتظمة. (1 2 3 4 5)
9. تُغطّي برامج التدريب جميع الفئات الوظيفية. (1 2 3 4 5)
10. يُولد التدريب وعياً استباقياً بالمخاطر. (1 2 3 4 5)

المحور الثالث: التفتيش والرقابة على السلامة

11. تُجرى عمليات تفتيش منتظمة على المواقع. (1 2 3 4 5)
12. تُستخدم قوائم تفتيش موحدة وموثقة. (1 2 3 4 5)
13. تُتابع المخالفات حتى إغلاقها. (1 2 3 4 5)
14. تُستخدم التكنولوجيا في الرقابة (كاميرات، تطبيقات). (1 2 3 4 5)
15. يُشرك العاملون في تحديد المخاطر. (1 2 3 4 5)

المحور الرابع: الإبلاغ عن الحوادث والتحقيق فيها

16. يشعر العاملون بالأمان في الإبلاغ عن الحوادث. (1 2 3 4 5)
17. تُبلّغ الحوادث بمختلف مستوياتها بما فيها الأحداث القريبة. (1 2 3 4 5)
18. تُحلّل الأسباب الجذرية باستخدام أدوات منهجية. (1 2 3 4 5)
19. تُنفذ إجراءات تصحيحية فعلية بعد التحقيق. (1 2 3 4 5)
20. تُشارك الدروس المستفادة مع جميع الأطراف. (1 2 3 4 5)

المحور الخامس: الاستعداد للاستجابة للطوارئ

21. توجد خطط طوارئ مكتوبة ومحدّثة. (1 2 3 4 5)
22. تُجرى تمارين طوارئ دورية. (1 2 3 4 5)
23. تتوفر فرق مختصة للاستجابة. (1 2 3 4 5)
24. تتوفر معدات استجابة كافية وصالحة. (1 2 3 4 5)
25. يوجد تنسيق مع الجهات الخارجية (الدفاع المدني). (1 2 3 4 5)

المحور السادس: أداء المشاريع (المتغير التابع)

26. تُنجز المشاريع ضمن الإطار الزمني المخطط. (1 2 3 4 5)
27. يلتزم المشروع بالميزانية المعتمدة. (1 2 3 4 5)
28. تطابق المخرجات المواصفات والمعايير. (1 2 3 4 5)
29. يرضى أصحاب المصلحة عن نتائج المشروع. (1 2 3 4 5)
30. لا توجد تأخيرات كبيرة بسبب الحوادث. (1 2 3 4 5)