

دور الحوكمة التكنولوجية في إدارة المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة

إعداد/

حسين عبد الله الأهدل

الرقم الجامعي: 243001492

إشراف/

أ.د. الفیصل عبد الحمید محمد

أ.د. فايز علي جراد

العام الجامعي

2025م

الشكر والعرفان

الحمد لله رب العالمين الذي وفقني لإتمام هذه الرسالة العلمية، والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى آله الغر الميامين القائل: (من لا يشكر الناس لا يشكر الله).

مع انتهائي من هذه الرسالة لا يسعني إلا أن أعترف لكل ذي فضل عليّ بفضلته، فهم أهلّ للشكر والثناء، ولذا اتقدم بالشكر الجزيل وبخالص المودة والتقدير للمشرفين على هذه الرسالة، الأستاذ الدكتور/ الفيصّل عبد الحميد، والأستاذ الدكتور/ فايز علي جراد لما قدماه لي من إرشادات وتوجيهات علمية ومنهجية قيمة وسديدة، وعلى سعة صدرهما في الأخذ والعطاء طوال فترة الدراسة.

كما أتوجه بالشكر إلى جميع القائمين على قطاع الكهرباء بمنطقة مكة، الذين قدموا لي الدعم والمؤازرة فيما يتعلق بالحصول على المعلومات، والاستجابة على تساؤلات وفقرات أداة الدراسة.

كما أشكر كل من انتفعت بعلمه، وكل من ساعدني على إخراج هذه الدراسة إلى النور، فما وفقت فيه فمن الله، وما قصرت فمني ومن الشيطان، والله الهادي إلى سواء السبيل.

الباحث

مستخلص الدراسة

دور الحوكمة التكنولوجية في إدارة المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة

المستخلص

هدفت هذه الدراسة إلى استكشاف وتحليل دور الحوكمة التكنولوجية في إدارة المخاطر التشغيلية بقطاع الكهرباء في منطقة مكة المكرمة. لتحقيق هذا الهدف، اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، حيث قامت بوصف الظاهرة المدروسة وتحليل العلاقات بين متغيراتها. كانت الأداة الرئيسية لجمع البيانات الأولية استبيانًا مصممًا خصيصًا لهذا الغرض، واحتوى على محورين رئيسيين لقياس المتغير المستقل (الحوكمة التكنولوجية بأبعادها) والمتغير التابع (إدارة المخاطر التشغيلية بأبعادها)، وقد تم التحقق من صدق وثبات الأداة باستخدام معامل ألفا كرونباخ ومعاملات الارتباط، مما أكد موثوقيتها العالية. شمل مجتمع الدراسة جميع المختصين والمهندسين والفنيين والإداريين المعنيين بالجوانب التكنولوجية والتشغيلية وإدارة المخاطر في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة. وقد تم اختيار عينة عشوائية طبقية لتمثيل هذا المجتمع، وجمعت البيانات منها، ثم عُولجت وحُللت باستخدام برنامج SPSS v.28. تضمنت الأساليب الإحصائية المستخدمة الإحصاء الوصفي (التكرارات، النسب المئوية، المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية) لوصف المتغيرات، والإحصاء الاستدلالي (معامل ارتباط بيرسون لتحليل العلاقة، وتحليل الانحدار الخطي المتعدد لقياس الأثر).

أظهرت النتائج أن مستوى تطبيق معايير الحوكمة التكنولوجية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة جاء مرتفعًا بمتوسط حسابي كلي بلغ 3.86، مع بروز بُعد حوكمة الأمن السيبراني كالأعلى تطبيقًا بمتوسط 4.05 بمستوى "مرتفع جدًا". كما كشفت النتائج أن مستوى إدارة المخاطر التشغيلية في القطاع كان مرتفعًا أيضًا بمتوسط كلي بلغ 3.86، وتصدر بُعد تحديد المخاطر التشغيلية الأبعاد الأخرى بمتوسط 4.10 بمستوى "مرتفع جدًا". والأهم من ذلك، أظهرت الدراسة وجود علاقة ارتباطية إيجابية قوية وذات دلالة إحصائية بين تطبيق الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية، حيث بلغ معامل ارتباط بيرسون 0.785. علاوة على ذلك، أكد تحليل الانحدار الخطي المتعدد أن الحوكمة التكنولوجية تفسر ما نسبته 65.9% من التباين في إدارة المخاطر التشغيلية، مع تأثيرات دالة إحصائية لأبعاد حوكمة الأمن السيبراني، حوكمة البيانات والمعلومات، وحوكمة البنية التحتية التكنولوجية.

وبناءً على هذه النتائج، أوصت الدراسة بضرورة تعزيز وتطوير إطار الحوكمة الشامل للأمن السيبراني، تحسين جودة البيانات وتكامل أنظمة المعلومات، تعزيز مرونة البنية التحتية التكنولوجية وخطط استمرارية الأعمال، وتطوير الكفاءات البشرية في مجال التقنية وإدارة المخاطر. كما شددت على أهمية تضمين خصوصية منطقة مكة المكرمة في استراتيجيات الحوكمة وإدارة المخاطر، وتبني مبادئ الحوكمة الرشيدة، والاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالمخاطر.

الكلمات المفتاحية: الحوكمة التكنولوجية، إدارة المخاطر التشغيلية، قطاع الكهرباء، الأمن السيبراني، منطقة مكة المكرمة.

قائمة المحتويات

الصفحة	الموضوع
الصفحات التمهيدية	
أ	صفحة الغلاف.
ب	الشكر والعرفان.
ج	ملخص الدراسة.
هـ	قائمة المحتويات.
الفصل الأول: الإطار العام للدراسة	
2	- مقدمة الدراسة
4	- مشكلة الدراسة.
5	- أهمية الدراسة.
6	- تساؤلات الدراسة.
7	- أهداف الدراسة.
7	- متغيرات وأبعاد الدراسة.
9	- فرضيات الدراسة.
10	- حدود الدراسة.
11	- مصطلحات الدراسة وتعريفاتها الإجرائية.
الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة	
18	- مقدمة
18	المحور الأول: الدراسات السابقة
18	- تمهيد
18	- الدراسات السابقة.
24	- تعقيب تحليلي عام على الدراسات السابقة.

المحور الثاني: الإطار النظري	
28	المبحث الأول: الحوكمة التكنولوجية
35	المبحث الثاني: إدارة المخاطر التشغيلية
42	المبحث الثالث: العلاقة التكاملية بين الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية.
47	خاتمة الإطار النظري
الفصل الثالث: منهجية الدراسة	
50	- منهج الدراسة.
51	- مصادر جمع البيانات.
51	- مجتمع الدراسة وعينتها.
53	- أداة الدراسة.
56	- الخصائص السيكمترية لأداة الدراسة.
58	- طريقة ومعيار تصحيح أداة الدراسة.
59	- إجراءات الدراسة.
60	- الأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة.
الفصل الرابع: نتائج الدراسة ومناقشتها	
62	- تحليل نتائج التساؤل الأول للدراسة.
65	- تحليل نتائج التساؤل الثاني للدراسة.
67	- تحليل نتائج التساؤل الثالث للدراسة.
69	- تحليل نتائج التساؤل الرابع للدراسة.
72	- خلاصة بنتائج الدراسة.
72	- استنتاجات الدراسة.
73	- توصيات الدراسة العملية وإجراءاتها التنفيذية.
77	- مقترحات بدراسات مستقبلية.
77	- خاتمة الدراسة.

قائمة المراجع	
80	أولاً: المراجع بالعربية.
82	ثانياً: المراجع بالإنجليزية.
قائمة الملاحق	
87	- ملحق الاستبانة في صورتها النهائية.
91	- ملخص الدراسة باللغة الإنجليزية.
93	- صفحة غلاف الدراسة باللغة الإنجليزية.

الفصل الأول

الإطار العام للدراسة

1. المقدمة.
2. مشكلة الدراسة.
3. أهمية الدراسة.
4. تساؤلات الدراسة.
5. أهداف الدراسة.
6. متغيرات وأبعاد الدراسة.
7. فرضيات الدراسة.
8. حدود الدراسة.
9. مصطلحات الدراسة.

الفصل الأول

الإطار العام للدراسة

مقدمة الدراسة

يشهد قطاع الكهرباء تحولات جذرية في ظل التطورات التكنولوجية المتسارعة، مما يفرض تحديات تشغيلية معقدة تتطلب تبني آليات حوكمة متطورة لضمان الكفاءة والاستدامة. وتعد الحوكمة التكنولوجية إطاراً استراتيجياً يهدف إلى تنظيم عمليات تبني التقنيات الحديثة، وضمان توافقها مع الأهداف المؤسسية، مع تخفيف المخاطر الناجمة عن الاعتماد المتزايد على الأنظمة الرقمية (الغامدي، 2022، ص. 45). وفي هذا السياق، تبرز إدارة المخاطر التشغيلية كعنصر حاسم لضمان استمرارية الخدمة، خاصة في قطاع حيوي مثل الكهرباء، حيث يمكن أن تؤدي الأعطال أو الاختراقات الأمنية إلى انقطاعات واسعة النطاق، مما يؤثر على الاقتصاد وجودة الحياة (World Bank, 2021, p. 12).

تكتسب منطقة مكة أهمية خاصة في هذا المجال نظراً لكونها مركزاً اقتصادياً ودينيّاً يستقبل ملايين الزوار سنوياً، مما يزيد من الطلب على الطاقة الكهربائية ويُعقدّ عمليات إدارتها. لذا، تهدف هذه الدراسة إلى تحليل كيف يمكن للحوكمة التكنولوجية أن تعزز قدرة قطاع الكهرباء في مكة على إدارة المخاطر التشغيلية، مستندةً إلى أحدث الأدبيات والممارسات العالمية.

ويُعدّ إدارة المخاطر التشغيلية محوراً أساسياً في هذه الدراسة، حيث يشير إلى العمليات المنهجية لتحديد وتقييم ومعالجة المخاطر الناتجة عن الأعطال التقنية أو الأخطاء البشرية أو التهديدات الخارجية (ISO 31000, 2018, p. 7). وفي قطاع الكهرباء، تشمل هذه المخاطر الأعطال الفنية مثل انهيار الشبكات أو فشل أنظمة التحكم، والمخاطر الأمنية كالاختراقات الإلكترونية التي تستهدف البنية التحتية الحرجة (المعيان، 2023، ص. 33)، بالإضافة إلى التحديات التشريعية المتمثلة في عدم مواكبة اللوائح المحلية للتطورات التكنولوجية (IEA, 2022, p. 19). وتؤكد الدراسات أن الفشل في إدارة هذه المخاطر قد يؤدي إلى خسائر مالية فادحة، حيث قد تتجاوز تكلفة انقطاع الكهرباء في المناطق الحضرية مليوني دولار لكل ساعة (Gharavi & Ghafurian, 2021, p. 114).

كما أن التباطؤ في معالجة هذه التحديات يُضعف ثقة المستهلكين ويُهدد أمن الطاقة (Khan et al., 2020, p. 8).

أما الحوكمة التكنولوجية فتتمثل الإطار التنظيمي الذي يضمن الاستخدام الأمثل للتكنولوجيا لتحقيق الأهداف الاستراتيجية مع تخفيف المخاطر (Weill & Ross, 2020, p. 56). وتتضمن أبعادها الرئيسية في قطاع الكهرباء حوكمة البيانات لضمان دقة وسلامة البيانات المستخدمة في تشغيل الشبكات الذكية، والأمن السيبراني من خلال تبني معايير مثل NIST CSF لحماية البنية التحتية من الهجمات (NIST, 2021, p. 23)، والتوافق التشريعي عبر مواءمة السياسات المحلية مع المعايير الدولية مثل IEC 62443. وتشير تقارير الوكالة الدولية للطاقة المتجددة إلى أن المنظمات التي تطبق نماذج حوكمة تكنولوجية متكاملة تُسجل انخفاضاً بنسبة 40% في حوادث التشغيل مقارنةً بغيرها (IRENA, 2023, p. 41). كما تُظهر دراسة السليمان وآخرون (2022، ص. 77) أن تبني الحوكمة التكنولوجية في قطاع الكهرباء السعودي ساهم في خفض وقت استعادة الخدمة بعد الأعطال بنسبة 30%.

هذا وتتضاعف أهمية دراسة التفاعل بين الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية في منطقة مكة بسبب الطلب المتزايد على الطاقة مع توسع المشاريع العمرانية مثل "مشروع القدية" و"مسار مكة المكرمة"، والحساسية التشغيلية حيث أن أي انقطاع للكهرباء قد يُعطل حركة الحجاج ويؤثر على السمعة العالمية (شركة الكهرباء السعودية، 2023، ص. 15)، بالإضافة إلى التوجه السعودي نحو التحول الرقمي ضمن رؤية 2030 الذي يتطلب تحديث البنية التحتية التقنية (رؤية السعودية 2030، 2020، ص. 9). وتُظهر البيانات الصادرة عن شركة الكهرباء السعودية (2023، ص. 22) أن منطقة مكة شهدت 15% من إجمالي الأعطال التشغيلية في المملكة خلال 2022، مما يُبرز الحاجة إلى حلول استباقية.

وبناءً على ما سبق، تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق ثلاثة أهداف رئيسية تشمل تحليل الفجوات في تطبيق الحوكمة التكنولوجية بقطاع كهرباء مكة، وقياس أثر الحوكمة التكنولوجية على خفض المخاطر التشغيلية، وتقديم توصيات قابلة للتطبيق لصناع القرار. ويعتمد البحث على منهجية مختلطة تشمل تحليل البيانات الثانوية من التقارير الرسمية، بالإضافة إلى استطلاع آراء الخبراء في

القطاع. ومن المتوقع أن تساهم النتائج في تعزيز المرونة التشغيلية للبنية التحتية الكهربائية وتطوير سياسات حوكمة تكنولوجية متوافقة مع أفضل الممارسات العالمية.

مشكلة الدراسة:

يواجه قطاع الكهرباء في منطقة مكة تحديًا متزايدًا في إدارة المخاطر التشغيلية في ظل التوسع الكبير في الطلب على الطاقة واعتماد المنشآت الكهربائية على الأنظمة التكنولوجية المعقدة. حيث تشير البيانات الحديثة إلى ارتفاع ملحوظ في معدلات الأعطال التشغيلية بنسبة 15% خلال العام 2022 مقارنة بالسنوات السابقة (شركة الكهرباء السعودية، 2023، ص. 22)، مما ينعكس سلبًا على جودة الخدمة ويزيد من التكاليف التشغيلية. وتزداد حدة هذه المشكلة في منطقة مكة نظرًا للطبيعة الحساسة للمنطقة التي تستقبل ملايين الزوار سنويًا، حيث قد يؤدي أي انقطاع في التيار الكهربائي إلى اضطرابات واسعة النطاق تؤثر على القطاعات الحيوية والخدمات الأساسية.

ومن خلال مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة، يلاحظ الباحث وجود قصور واضح في تطبيق آليات الحوكمة التكنولوجية الفاعلة في إدارة المخاطر التشغيلية بقطاع الكهرباء السعودي. حيث أظهرت دراسة السليمان وآخرون (2022، ص. 80) أن 60% من حالات الأعطال التشغيلية في قطاع الكهرباء تعزى إلى ضعف في أنظمة الحوكمة التكنولوجية. كما أكدت نتائج المؤتمر السعودي للأمن السيبراني للبنية التحتية (2023) على وجود فجوة كبيرة بين الممارسات الحالية في إدارة المخاطر التشغيلية وبين المعايير الدولية في هذا المجال، خاصة فيما يتعلق بحوكمة التقنيات الحديثة مثل أنظمة الشبكات الذكية وإنترنت الأشياء.

وبهذا الصدد، تكشف الدراسات السابقة عن توجيهين رئيسيين: الأول يتمثل في دراسات تناولت الحوكمة التكنولوجية بشكل عام (مثل دراسة الغامدي، 2022)، والثاني شمل أبحاثًا ركزت على إدارة المخاطر التشغيلية (مثل بحث Khan et al., 2020). إلا أن هذه الدراسات لم تتناول بالعمق الكافي التفاعل بين هذين المتغيرين في بيئة قطاع الكهرباء السعودي، وخاصة في منطقة مكة ذات الخصائص الفريدة. كما أغفلت معظم هذه الأبحاث الجانب التطبيقي لآليات الحوكمة التكنولوجية في معالجة أنواع المخاطر التشغيلية المحددة التي يواجهها القطاع.

وبالتالي، تسعى الدراسة الحالية إلى سد هذه الفجوة البحثية من خلال تحقيق عدة أهداف: أولاً، تحليل واقع تطبيق الحوكمة التكنولوجية في إدارة المخاطر التشغيلية بقطاع كهرباء مكة. ثانياً، تحديد أنواع المخاطر التشغيلية الأكثر تأثيراً والتي يمكن للحوكمة التكنولوجية أن تسهم في تخفيفها. ثالثاً، تقديم نموذج مقترح لتعزيز فعالية الحوكمة التكنولوجية في إدارة هذه المخاطر، مع مراعاة الخصائص الفريدة لقطاع الكهرباء في منطقة مكة. ويهدف هذا التوجه إلى تزويد متخذي القرار بأدوات عملية لتحسين كفاءة إدارة المخاطر التشغيلية، بما يتماشى مع متطلبات رؤية السعودية 2030 في مجال تحسين جودة خدمات البنية التحتية وضمان استدامتها.

أهمية الدراسة:

الأهمية العلمية (النظرية):

- تسهم الدراسة في تعميق الفهم النظري لآليات تفاعل الحوكمة التكنولوجية مع إدارة المخاطر التشغيلية في القطاعات الحيوية.
- تُثري المكتبة الأكاديمية العربية بأبحاث تطبيقية في مجال حوكمة تقنيات الطاقة، الذي لا يزال يعاني من ندرة في الدراسات.
- تُقدم إطاراً مفاهيمياً متكاملًا يربط بين نظريات الحوكمة التكنولوجية ونماذج إدارة المخاطر التشغيلية.
- تُحدّث الأدبيات العلمية ببيانات ومؤشرات حديثة (2020-2025) تعكس واقع قطاع الكهرباء السعودي.

2. الأهمية العملية (التطبيقية):

- تقدم حلولاً عملية لصناع القرار في شركة الكهرباء السعودية لتحسين كفاءة إدارة المخاطر.
- تُسهم في رفع مستوى جودة الخدمة الكهربائية المقدمة في منطقة مكة المكرمة.
- توفر مؤشرات قياس دقيقة لتقييم فعالية أنظمة الحوكمة التكنولوجية القائمة.

○ تُمكن من تطوير سياسات وإجراءات وقائية استباقية للحد من الأعطال التشغيلية.

3. القيمة المضافة للدراسة:

○ تركّز على بيئة جغرافية فريدة (منطقة مكة) ذات خصوصية دينية وسياحية واقتصادية.

○ تجمع بين المنهجين الكمي والنوعي لتقديم تحليل شمولي للمشكلة.

○ تُقدم نموذجاً تطبيقياً قابلاً للتعميم على المناطق الأخرى ذات الظروف المشابهة.

○ تربط بشكل مباشر بين مخرجات الدراسة ومتطلبات رؤية السعودية 2030 في قطاع الطاقة.

تساؤلات الدراسة:

التساؤل الرئيس:

ما دور الحوكمة التكنولوجية في إدارة المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة؟

التساؤلات الفرعية:

1. ما مستوى تطبيق معايير الحوكمة التكنولوجية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة؟ (المتغير المستقل)

2. ما طبيعة المخاطر التشغيلية الأكثر شيوعاً في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة؟ (المتغير التابع)

3. ما العلاقة بين تطبيق الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية في القطاع؟ (العلاقة بين المتغيرين)

4. كيف يؤثر تحسين آليات الحوكمة التكنولوجية في خفض معدلات المخاطر التشغيلية؟ (تأثير المستقل على التابع)

أهداف الدراسة:

الهدف العام:

تحليل دور الحوكمة التكنولوجية في تحسين إدارة المخاطر التشغيلية بقطاع الكهرباء في منطقة مكة.

الأهداف الفرعية:

1. تقييم واقع تطبيق معايير الحوكمة التكنولوجية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة.
2. تحديد أنواع المخاطر التشغيلية السائدة وتأثيراتها على أداء القطاع.
3. الكشف عن طبيعة العلاقة بين ممارسات الحوكمة التكنولوجية وكفاءة إدارة المخاطر التشغيلية.
4. تقديم توصيات عملية لتعزيز فعالية الحوكمة التكنولوجية في الحد من المخاطر التشغيلية.

متغيرات وأبعاد الدراسة

تتمثل المتغيرات الرئيسية للدراسة الحالية والأبعاد المرتبطة بكل متغير منها، في الآتي:

1. المتغير المستقل: الحوكمة التكنولوجية (Technology Governance)

هذا المتغير يمثل العامل الذي تسعى الدراسة إلى قياس تأثيره على إدارة المخاطر التشغيلية. يمكن تقسيم أبعاده إلى ما يلي:

• حوكمة البيانات والمعلومات:

- جودة البيانات ودقتها.
- أمن البيانات وخصوصيتها.
- إدارة دورة حياة البيانات (جمع، تخزين، تحليل، حذف).
- تكامل أنظمة البيانات والمعلومات.

• حوكمة البنية التحتية التكنولوجية:

- معايير تصميم وتطوير البنية التحتية (الشبكات، الخوادم، أنظمة التحكم).

○ مرونة البنية التحتية وقابليتها للتكيف.

○ كفاءة استخدام الموارد التكنولوجية.

○ إدارة تحديث وصيانة الأصول التكنولوجية.

• **حوكمة القرارات التكنولوجية والاستثمارات:**

○ وضوح الصلاحيات والمسؤوليات في اتخاذ القرارات التكنولوجية.

○ التوافق بين استراتيجية التكنولوجيا وأهداف الأعمال.

○ تقييم عوائد الاستثمار في التكنولوجيا.

○ عمليات الموافقة والمتابعة للمشاريع التقنية.

• **حوكمة الأمن السيبراني:**

○ تطبيق سياسات وإجراءات الأمن السيبراني.

○ أنظمة الكشف عن الاختراقات والاستجابة للحوادث.

○ الالتزام بالمعايير الدولية والمحلية للأمن السيبراني.

○ التوعية والتدريب على الأمن السيبراني للموظفين.

• **حوكمة الموارد البشرية التكنولوجية:**

○ توفر الكفاءات والخبرات التقنية.

○ التدريب والتطوير المستمر للموظفين التقنيين.

○ توزيع الأدوار والمسؤوليات بوضوح في فرق العمل التقنية.

2. المتغير التابع: إدارة المخاطر التشغيلية (Operational Risk Management)

هذا المتغير يمثل النتيجة أو الظاهرة التي تسعى الدراسة إلى فهم مدى تأثرها بالحوكمة

التكنولوجية. يمكن تقسيم أبعاده إلى ما يلي:

• **تحديد المخاطر التشغيلية:**

○ شمولية عمليات تحديد المخاطر المحتملة (فنية، بشرية، نظامية، بيئية).

○ استخدام أدوات وتقنيات تحديد المخاطر (مثل تحليل الفشل، العصف الذهني).

○ تحديث قائمة المخاطر بشكل دوري.

• **تقييم المخاطر التشغيلية:**

○ قياس احتمالية وقوع المخاطر.

- تقدير تأثير المخاطر على العمليات والأداء.
- تصنيف المخاطر حسب أولويتها وخطورتها.
- **معالجة المخاطر التشغيلية:**
 - تطوير خطط الاستجابة للمخاطر (تخفيف، تجنب، نقل، قبول).
 - تطبيق إجراءات التحكم والوقاية (صيانة وقائية، أنظمة مراقبة).
 - جاهزية خطط التعافي من الكوارث واستمرارية الأعمال.
- **مراقبة ومراجعة المخاطر التشغيلية:**
 - المتابعة المستمرة للمخاطر المحددة.
 - تقييم فعالية إجراءات التحكم في المخاطر.
 - إعداد التقارير الدورية حول حالة المخاطر والأداء.
 - التعلم من الحوادث السابقة وتحسين العمليات.
- **المرونة التشغيلية (Operational Resilience):**
 - قدرة الأنظمة والعمليات على تحمل الاضطرابات.
 - سرعة التعافي واستعادة الخدمة بعد الحوادث.
 - التكيف مع الظروف المتغيرة والمستجدة.

فرضيات الدراسة

الفرضية الرئيسية: توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين مستوى تطبيق الحوكمة التكنولوجية وكفاءة إدارة المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة.

الفرضيات الفرعية:

1. يطبق قطاع الكهرباء بمنطقة مكة معايير الحوكمة التكنولوجية بمستوى متوسط.
2. تُعد المخاطر الفنية والأمن السيبراني أكثر أنواع المخاطر التشغيلية انتشاراً في القطاع.
3. توجد علاقة طردية ذات دلالة إحصائية بين ارتفاع مستوى الحوكمة التكنولوجية وانخفاض معدلات المخاطر التشغيلية.

4. يسهم تطوير آليات الحوكمة التكنولوجية في خفض تكاليف معالجة الأعطال التشغيلية بنسبة لا تقل عن 25%.

حدود الدراسة

1. الحدود الموضوعية:

تركز هذه الدراسة بشكل رئيسي على دراسة العلاقة بين الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء. وعليه، تتحدد الحدود الموضوعية لهذه الدراسة فيما يلي:

- التركيز على الحوكمة التكنولوجية كإطار فعال لتحسين إدارة المخاطر التشغيلية، دون التطرق إلى جوانب أخرى من إدارة الأعمال أو الحوكمة التي قد لا ترتبط بشكل مباشر بإدارة العمليات التشغيلية.

- تناول المخاطر التشغيلية المحددة في قطاع الكهرباء فقط، مثل الأعطال الفنية والتهديدات السيبرانية، وإغفال أنواع المخاطر الأخرى مثل المخاطر البيئية أو المالية التي قد تؤثر على القطاع بشكل غير مباشر.

- الاعتماد على معايير وأساليب الحوكمة التكنولوجية حسب الأدبيات الحديثة، دون تناول نماذج تقليدية قد لا تتماشى مع التطورات الحالية في التكنولوجيا.

2. الحدود المكانية:

- تستهدف الدراسة منطقة مكة بشكل خاص، بما في ذلك جميع المنشآت والمرافق الكهربائية بها. وبالتالي، لن تشمل نتائج البحث تطبيقات أو دراسات تتعلق بالمناطق الأخرى في المملكة أو خارجها.

- التركيز على القطاع العام فقط، مع استبعاد القطاعات الخاصة أو المؤسسات غير الربحية التي تعمل في مجال الكهرباء.

3. الحدود البشرية:

- تركز الدراسة على عينة من الخبراء والمهنيين في قطاع الكهرباء، مما قد يحد من تمثيل آراء الفئات الأخرى مثل المستهلكين أو الجهات الحكومية المعنية.

- تبنى الدراسة أيضًا على استقصاءات وآراء شخصية من محددين في صنع القرار، مما قد يؤدي إلى تحيز في النتائج بناء على خلفيات وتجارب هؤلاء الأفراد.

4. الحدود الزمنية:

- تقتصر الدراسة على البيانات والأبحاث المتاحة بين الفترة الزمنية 2020-2025. وهذا قد يؤثر على دقة التوقعات المتعلقة بالمستقبل، خاصة في ظل التطورات السريعة في مجال التكنولوجيا والطاقة.

مصطلحات الدراسة وتعريفاتها الإجرائية

يُعَدّ الضبط المفاهيمي للمتغيرات حجر الزاوية في بناء أي دراسة علمية رصينة، إذ يؤسس لأرضية مشتركة وواضحة المعالم ينطلق منها الباحث ويستند إليها القارئ. وفي هذا المبحث، سيتم تناول متغيرات الدراسة الرئيسية بالتعريف والتحليل، من خلال استعراض تعريفات اصطلاحية مستقاة من أحدث الأدبيات العلمية المتخصصة، ومن ثم صياغة تعريفات إجرائية دقيقة، تم تصميمها خصيصًا لتجسيد هذه المفاهيم ضمن السياق التشغيلي والتنظيمي لقطاع الكهرباء في منطقة مكة المكرمة، بما يخدم أهداف الدراسة ومنهجيتها بشكل مباشر.

أولاً: المتغير المستقل: الحوكمة التكنولوجية (Technology Governance)

1. التعريفات الاصطلاحية:

• **التعريف الأول:** تُعرّف حوكمة تكنولوجيا المعلومات بأنها "نظام متكامل تقع مسؤوليته على عاتق مجلس الإدارة والقيادة التنفيذية، ويتألف من الهياكل التنظيمية والعمليات القيادية التي تضمن مواءمة استراتيجيات وأهداف المؤسسة مع تكنولوجيا المعلومات الداعمة لها". ويشدد هذا التعريف على أن الحوكمة عملية استراتيجية وليست مجرد وظيفة تقنية، حيث تهدف إلى تحقيق القيمة من الاستثمارات التكنولوجية وإدارة المخاطر المرتبطة بها (De Haes et al., 2020, p. 5).

• **التعريف الثاني:** يشير كل من بيل والتون (Beal & Walton, 2022) إلى حوكمة التكنولوجيا بوصفها "الإطار الذي يمكن المؤسسات من اتخاذ قرارات متسقة وقابلة للتتبع بشأن التكنولوجيا، وضمان أن هذه القرارات تتماشى مع الأهداف الاستراتيجية، وتدعم إدارة

المخاطر، وتحقق العائد الأمثل على الاستثمار (p. 87). ويركز هذا التعريف على آليات صنع القرار والشفافية كعناصر جوهرية في ممارسة الحوكمة.

2. التعريف الإجرائي:

تُعرّف **الحوكمة التكنولوجية** في سياق هذه الدراسة بأنها: "منظومة السياسات والهياكل التنظيمية والعمليات الرقابية وآليات اتخاذ القرار التي تطبقها الشركة السعودية للكهرباء والجهات التنظيمية ذات العلاقة في منطقة مكة المكرمة، بهدف توجيه وضبط كافة الجوانب المتعلقة بالأصول التكنولوجية (الشبكات الذكية، أنظمة التحكم والمراقبة SCADA، مراكز البيانات، الأمن السيبراني)، بما يضمن توافقها مع الأهداف الاستراتيجية للقطاع المتمثلة في موثوقية الخدمة واستمرارية الإمداد، خصوصاً في ظل الأحمال الكهربائية الاستثنائية خلال مواسم الحج والعمرة، وبما يحقق إدارة فعالة للمخاطر التشغيلية المرتبطة بها".

تعريفات أبعاد المتغير المستقل (الحوكمة التكنولوجية):

1. حوكمة البيانات والمعلومات (Data and Information Governance)

- **التعريف الاصطلاحي:** هي "مجموعة العمليات، والأدوار، والسياسات، والمعايير، والمقاييس التي تضمن الاستخدام الفعال والكفؤ للمعلومات في تمكين المؤسسة من تحقيق أهدافها" (Sarsfield, 2023, p. 19).

- **التعريف الإجرائي:** يقصد بها في هذه الدراسة "مجموعة القواعد والمسؤوليات التي تنظم دورة حياة بيانات الشبكة الكهربائية في منطقة مكة المكرمة—بدءاً من جمع بيانات الأحمال من العدادات الذكية، مروراً بمعالجتها لضمان دقتها وجودتها، وانتهاءً بتأمينها وتوفيرها بشكل آمن للأنظمة التحليلية لدعم عمليات الصيانة التنبؤية وإدارة الأصول بفاعلية".

2. حوكمة البنية التحتية التكنولوجية (Technology Infrastructure Governance)

- **التعريف الاصطلاحي:** هي "العمليات التي تضمن التسليم الفعال والكفؤ للخدمات والبنية التحتية التكنولوجية، بما في ذلك التخطيط التشغيلي، والصيانة، والمراقبة، وحماية الأصول المادية" (De Haes et al., 2020, p. 112).

- **التعريف الإجرائي:** تُعرّف إجرائياً بأنها "الأطر والمعايير التي تحكم قرارات تصميم وتحديث وصيانة الأصول المادية والرقمية للبنية التحتية الكهربائية في مكة المكرمة، بما في ذلك الخوادم وشبكات الاتصال ومحطات التحويل، لضمان مرونتها وقابليتها للتوسع وكفاءتها في مواجهة الطلب المتزايد".

3. حوكمة القرارات التكنولوجية والاستثمارات (Technology Decision and Investment Governance)

- **التعريف الاصطلاحي:** يوضح كل من صن وآخرين (Sun et al., 2022) أن حوكمة تكنولوجيا المعلومات تضمن أن "استثمارات تكنولوجيا المعلومات تتوافق مع الأهداف الاستراتيجية، وأن القرارات المتعلقة بها يتم اتخاذها من قبل الأطراف المناسبة، مع تقييم منهجي للعوائد والمخاطر (p. 3)".
- **التعريف الإجرائي:** يقصد بها "الآلية المنهجية المتبعة في قطاع الكهرباء بمكة المكرمة، والتي يتم من خلالها تحديد أولويات المشاريع التقنية، وتخصيص الميزانيات، وتقييم جدواها التشغيلية، وضمان توافقها مع أهداف تعزيز موثوقية الشبكة، مع تحديد واضح للسلطات في الموافقة على هذه الاستثمارات ومتابعتها".

4. حوكمة الأمن السيبراني (Cybersecurity Governance)

- **التعريف الاصطلاحي:** تُعرّف حوكمة الأمن السيبراني بأنها "مجموعة المسؤوليات والممارسات التي يمارسها مجلس الإدارة والإدارة التنفيذية بهدف توفير التوجيه الاستراتيجي، وضمان تحقيق الأهداف، وإدارة المخاطر السيبرانية بفعالية، والتحقق من استخدام موارد المؤسسة بشكل مسؤول (Fasano et al., 2022, p. 25)".
- **التعريف الإجرائي:** تُعرّف إجرائياً بأنها "مدى التزام قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة بتطبيق الضوابط الأساسية للأمن السيبراني (ECC-1:2018)، ويشمل ذلك وجود هيكل تنظيمي واضح، وتطبيق السياسات الأمنية، وآليات الكشف عن التهديدات والاستجابة للحوادث لحماية أنظمة التقنيات التشغيلية (OT/ICS) من الهجمات التي قد تؤدي إلى انقطاع الخدمة".

5. حوكمة الموارد البشرية التكنولوجية (Technology Human Resources Governance)

- **التعريف الاصطلاحي:** يؤكد كلٌّ من غناوان وآخرين (Gunawan et al., 2023) على أن "تكامل الموارد البشرية والتكنولوجيا هو أساس ضروري لإنشاء خدمات عالية الجودة، ويتطلب ذلك وجود كفاءات قادرة على إدارة وتشغيل الأنظمة التكنولوجية بفعالية (p. 265)".
- **التعريف الإجرائي:** يقصد بها "السياسات والممارسات المطبقة في قطاع الكهرباء بمكة المكرمة لضمان توافر الكفاءات الهندسية والفنية المتخصصة، ووضوح الأدوار والمسؤوليات، وتوفير برامج تدريب وتطوير مستمرة لرفع قدرتهم على التعامل مع التقنيات المتقدمة للشبكات الذكية وأنظمة التحكم".

ثانياً: المتغير التابع: إدارة المخاطر التشغيلية (Operational Risk Management)

1. التعريفات الاصطلاحية:

- **التعريف الأول:** يُعرّف مجلس الاستقرار المالي المخاطر التشغيلية بأنها "مخاطر الخسارة الناتجة عن عدم كفاية أو فشل العمليات الداخلية، والأفراد، والأنظمة، أو عن أحداث خارجية"، ويؤكد الإطار الحديث على أن إدارة هذه المخاطر هي جزء لا يتجزأ من تحقيق المرونة التشغيلية (Financial Stability Board, 2021, p. 8).

- **التعريف الثاني:** يصف كلٌّ من فريزر وسيمكينز (Fraser & Simkins, 2021) إدارة المخاطر التشغيلية بأنها "العملية التي تهدف إلى فهم وإدارة المخاطر الناشئة عن العمليات اليومية للمؤسسة، وهي مصممة لتحديد وتقييم وتخفيف ومراقبة هذه المخاطر لضمان تحقيق الأهداف التشغيلية وحماية قيمة المؤسسة (p. 12)".

2. التعريف الإجرائي:

تُعرّف إدارة المخاطر التشغيلية في هذه الدراسة بأنها: "مجموع الأنشطة المنهجية التي يمارسها قطاع الكهرباء في منطقة مكة المكرمة، والتي تشمل تحديد وتحليل ومعالجة ومراقبة جميع الأخطار التي تهدد استمرارية العمليات اليومية للشبكة، سواء كانت ناتجة عن أعطال فنية، أو أخطاء بشرية،

أو هجمات سببرانية، أو ظروف بيئية، وذلك بهدف تقليل احتمالية وقوع الانقطاعات وتخفيف آثارها لضمان أمن وموثوقية الخدمة الكهربائية".

تعريفات أبعاد المتغير التابع (إدارة المخاطر التشغيلية):

1. تحديد المخاطر التشغيلية (Operational Risk Identification)

- **التعريف الاصطلاحي:** هي "العملية التي يتم من خلالها تحديد مصادر المخاطر، والمجالات المتأثرة، والأحداث، وأسبابها وعواقبها المحتملة، وتوثيقها بشكل منهجي (International Organization for Standardization, 2018, p. 9)".
- **التعريف الإجرائي:** يقصد به "مدى شمولية وانتظام العمليات المتبعة في قطاع الكهرباء بمكة المكرمة للتعرف على كافة مصادر الخطر المحتملة، مثل فشل المحولات في ظل الأحمال العالية أو نقاط الضعف في أنظمة التحكم، وتوثيقها في سجل متخصص للمخاطر".

2. تقييم المخاطر التشغيلية (Operational Risk Assessment)

- **التعريف الاصطلاحي:** هو "العملية الشاملة لتحليل المخاطر من حيث تقدير احتمالية حدوثها وشدة عواقبها، وتحديد مستوى الخطورة الإجمالي لكل خطر لاتخاذ قرار بشأن أولويات المعالجة (Hopkin, 2022, p. 154)".
- **التعريف الإجرائي:** يُعرّف إجرائياً بأنه "المنهجية المستخدمة لتقدير احتمالية وقوع كل خطر تم تحديده، وتحليل حجم تأثيره المحتمل على موثوقية الخدمة (كمدة الانقطاع المتوقعة)، ومن ثم تصنيف هذه المخاطر في مصفوفة لتحديد الأعلى خطورة والأكثر أولوية للمعالجة".

3. معالجة المخاطر التشغيلية (Operational Risk Treatment)

- **التعريف الاصطلاحي:** هي "عملية اختيار وتطبيق الإجراءات والضوابط المناسبة لتعديل مستوى المخاطر، والتي قد تشمل تجنب الخطر، أو تخفيفه، أو نقله، أو قبوله بوعي" (Chapman, 2021, p. 98).

- **التعريف الإجرائي:** يقصد بها "مجموعة الإجراءات الوقائية والعلاجية المطبقة للاستجابة للمخاطر ذات الأولوية، مثل تطبيق برامج الصيانة التنبؤية، وتفعيل أنظمة المراقبة عن بعد، وتطوير خطط التعافي من الكوارث واستمرارية الأعمال".

4. مراقبة ومراجعة المخاطر التشغيلية (Operational Risk Monitoring and Review)

- **التعريف الاصطلاحي:** هي "الأنشطة المستمرة والدورية للتحقق من فعالية إطار وعملية إدارة المخاطر، ومتابعة حالة المخاطر المحددة، وتقييم أداء الضوابط، وتحديد الدروس المستفادة من الحوادث (Protiviti, 2022, p. 24)".
- **التعريف الإجرائي:** تُعرّف إجرائياً بأنها "مدى استخدام مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) لمتابعة فعالية إجراءات التحكم في المخاطر بشكل مستمر، ومراجعة سجل المخاطر دورياً، وتحليل أسباب الحوادث التشغيلية الفعلية لاستخلاص الدروس المستفادة وتحديث الخطط الوقائية".

5. المرونة التشغيلية (Operational Resilience)

- **التعريف الاصطلاحي:** هي "قدرة المؤسسة على منع الاضطرابات التشغيلية والتكيف معها، والاستجابة لها، والتعافي منها، والتعلم من دروسها، لتقديم الخدمات الحيوية بشكل مستمر حتى في ظل الظروف الصعبة (Deloitte, 2022, p. 4)".
- **التعريف الإجرائي:** يقصد بها "قدرة الشبكة الكهربائية والعمليات الداعمة لها في منطقة مكة المكرمة على الصمود في وجه الأعطال الكبرى، وسرعة استعادة الخدمة للمشاركين ضمن أطر زمنية محددة، والتكيف مع التحديات التشغيلية المفاجئة لتقليل التأثير على استقرار الإمداد الكهربائي".

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

- مقدمة
- المحور الأول: الدراسات السابقة
- المحور الثاني: الإطار النظري للدراسة

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

مقدمة

يؤسس هذا الفصل للقاعدة المعرفية والأساس النظري الذي تنطلق منه الدراسة، من خلال استعراض وتحليل الأدبيات المتخصصة المتعلقة بمتغيري الدراسة الرئيسيين. يهدف الفصل إلى تفكيك المفاهيم الجوهرية للحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية، واستعراض الأطر والنماذج النظرية المفسرة لهما. كما يسعى إلى بناء الجسر المفاهيمي الذي يربط بين المتغيرين، مستعرضاً الدراسات السابقة التي تناولت هذه العلاقة، ومن ثم ينتقل لتوصيف البيئة التشغيلية الفريدة لقطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة، بما يمهّد الطريق لتحليل ميداني قائم على فهم عميق للأبعاد النظرية والسياقية للمشكلة البحثية.

المحور الأول

الدراسات السابقة

تمهيد

فيما يلي ملخصات لعدد من الدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع الدراسة الحالية أو أحد جوانبها، من مختلف البيئات "المحلية، الإقليمية، والدولية" مرتبة من الأحدث إلى الأقدم باعتبار أن الأحدث يُبنى على الأقدم:

1. دراسة الحربي والعمري (2023)، المملكة العربية السعودية، بعنوان: "حوكمة التقنية في المنشآت الحيوية: دراسة تطبيقية على قطاع الكهرباء السعودي". هدفت هذه الدراسة إلى تحليل فاعلية أنظمة الحوكمة التكنولوجية في تخفيف المخاطر التشغيلية بقطاع الكهرباء. اتبعت الدراسة المنهج المختلط الذي جمع بين الأساليب الكمية والكيفية، واستخدمت استبانة إلكترونية ومقابلات شبه منظمة كأدوات لجمع البيانات. جُمعت البيانات من عينة تكونت من 215 مختصاً في قطاع الطاقة. توصلت الدراسة إلى أن تطبيق معايير الحوكمة التكنولوجية يقلل

الأعطال التشغيلية بنسبة 37%. وفي ضوء هذه النتائج، أوصت الدراسة بتطوير إطار تنظيمي موحد للحوكمة التكنولوجية في القطاع.

2. دراسة IRENA (2023)، في 30 دولة، بعنوان: "Digitalization and Energy Transition: Governance Challenges". هدفت هذه الدراسة إلى تحليل تحديات الحوكمة الرقمية في سياق تحول الطاقة. اتبعت الدراسة المنهج التحليلي المقارن. توصلت الدراسة إلى أن 65% من دول الشرق الأوسط تحتاج إلى تحديث أنظمة الحوكمة التكنولوجية لديها. بناءً على ذلك، أوصت الدراسة بتبني معايير دولية موحدة للحوكمة الرقمية في قطاع الطاقة.

3. دراسة Al-Muhanna (2023)، في دول مجلس التعاون الخليجي، بعنوان: "Critical Infrastructure Protection in GCC Countries". هدفت هذه الدراسة إلى تقييم سياسات حماية البنى التحتية الحرجة في دول مجلس التعاون الخليجي. اتبعت الدراسة المنهج المقارن، واستخدمت تحليل SWOT كأداة رئيسية، مع الاستعانة ببيانات من 120 خبيراً. توصلت الدراسة إلى أن المملكة العربية السعودية تصدر دول الخليج في تطبيق معايير الحوكمة التكنولوجية، بنسبة تطبيق بلغت 78%. وفي ضوء هذه النتائج، أوصت الدراسة بتعزيز التعاون الإقليمي في مجال إدارة المخاطر التشغيلية.

4. دراسة العتيبي والزهراني (2022)، المملكة العربية السعودية، بعنوان: "الأمن السيبراني للبنية التحتية للطاقة: التحديات والحلول". هدفت هذه الدراسة إلى تقييم التهديدات السيبرانية التي تواجه شبكات الكهرباء الذكية. اتبعت الدراسة المنهج التحليلي، واستخدمت نماذج محاكاة للهجمات الإلكترونية، بالإضافة إلى تحليل 50 تقريراً أمنياً. توصلت الدراسة إلى أن 42% من المنشآت تقتصر على نظم كشف الاختراقات المتقدمة. بناءً على هذه النتائج، أوصت الدراسة بتبني إطار NIST للأمن السيبراني في قطاع الطاقة.

5. دراسة الجهني (2021)، المملكة العربية السعودية، بعنوان: "إدارة المخاطر التشغيلية في القطاعات الحيوية". هدفت هذه الدراسة إلى تحديد أنجع الممارسات وأكثرها فاعلية في إدارة المخاطر التشغيلية التي قد تواجه البنى التحتية الحيوية، وذلك لضمان استمرارية وكفاءة عمل هذه القطاعات. اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، حيث اعتمدت على تحليل معمق للوثائق والتقارير الرسمية ذات الصلة، بالإضافة إلى تحليل بيانات تفصيلية لـ 30 حادثة تشغيلية رئيسية وقعت في قطاعات حيوية، وذلك لاستخلاص الأسباب الجذرية والأنماط

المتكررة لهذه الحوادث. توصلت الدراسة إلى أن نسبة كبيرة بلغت 68% من الأعطال التشغيلية المسجلة كانت ناتجة بشكل مباشر عن ضعف آليات المراقبة الفنية، ونقص الأنظمة المتطورة للكشف المبكر عن المشكلات المحتملة. وفي ضوء هذه النتائج، أوصت الدراسة بضرورة تكامل أنظمة إدارة المخاطر بشكل فعال ومحكم مع الأنظمة التكنولوجية الحديثة والمتقدمة، لضمان استجابة سريعة وفعالة لأي مخاطر محتملة.

6. دراسة NIST (2021)، الولايات المتحدة، بعنوان: "Cybersecurity Framework for Energy Sector". كان الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو تطوير إطار أمني شامل وموحد خصيصًا لقطاع الطاقة، لتعزيز مرونته وقدرته على مواجهة التهديدات السيبرانية المتزايدة. اتبعت الدراسة المنهج التشاركي بشكل مكثف، حيث اعتمدت على الخبرات والمعارف المتراكمة لـ 120 خبيرًا من مختلف التخصصات المتعلقة بالأمن السيبراني وقطاع الطاقة، وذلك لضمان شمولية الإطار وواقعيته. توصلت الدراسة إلى أن التطبيق الفعال لهذا الإطار يساهم بشكل كبير في تقليل الهجمات الإلكترونية بنسبة تصل إلى 60%، مما يعكس الأثر الإيجابي المباشر للإطار على مستوى الأمن. بناءً على هذه النتائج، أوصت الدراسة بدمج إدارة المخاطر التشغيلية بشكل متكامل مع استراتيجيات الأمن السيبراني، لإنشاء نهج موحد وشامل لحماية الأصول الحيوية.

7. دراسة World Bank (2021)، في 45 دولة نامية، بعنوان: "Energy Sector Risk Assessment in Developing Countries". هدفت هذه الدراسة إلى إجراء تقييم شامل لمخاطر القطاع الطاقة في مجموعة واسعة من الدول النامية، وذلك لتحديد نقاط الضعف والمجالات التي تحتاج إلى تطوير لضمان استدامة إمدادات الطاقة. اتبعت الدراسة المنهج الكمي بشكل أساسي، حيث استخدمت مجموعة من مؤشرات الأداء الكمية لتقييم المخاطر وتأثيرها على القطاع. توصلت الدراسة إلى أن ضعف الحوكمة التكنولوجية يلعب دورًا رئيسيًا في التسبب بنسبة 35% من الأعطال في قطاع الطاقة بهذه الدول، مما يشير إلى الحاجة الملحة لتحسين الإدارة التكنولوجية. وفي ضوء هذه النتائج، أوصت الدراسة بضرورة زيادة الاستثمارات في البنية التحتية الرقمية لقطاع الطاقة، لتعزيز مرونته وقدرته على الصمود أمام التحديات.

8. دراسة Gharavi & Ghafurian (2021)، الولايات المتحدة الأمريكية، بعنوان: "Smart grid resilience". هدفت هذه الدراسة إلى تحليل معمق لمرونة الشبكات الذكية وقدرتها على الصمود

والتعافي السريع أمام المخاطر التشغيلية المختلفة، وذلك لضمان استمرارية إمدادات الطاقة. اتبعت الدراسة منهج دراسة الحالة، حيث قامت بتحليل دقيق لـ 25 حادثة تشغيلية كبرى وقعت في الشبكات الذكية، وذلك لفهم الأسباب وتأثيرات هذه الحوادث واستراتيجيات الاستجابة لها. توصلت الدراسة إلى أن أنظمة الحوكمة التكنولوجية المطبقة بشكل جيد تساهم بشكل فعال في تخفيض وقت استعادة الخدمة بعد الأعطال بنسبة ملحوظة تصل إلى 53%، مما يؤكد أهمية الحوكمة في تعزيز المرونة. بناءً على هذه النتائج، أوصت الدراسة بتطبيق مبادئ "الحوكمة الرشيقة" في إدارة المخاطر، والتي تركز على المرونة والتكيف والتحسين المستمر في مواجهة التحديات.

9. دراسة Khan et al (2020)، في 15 دولة نامية، بعنوان: "Operational risk in power sectors". هدفت هذه الدراسة إلى قياس الأثر المباشر للتحول الرقمي على فاعلية إدارة المخاطر التشغيلية في قطاعات الطاقة. اتبعت الدراسة المنهج الكمي الصارم، حيث استخدمت نموذج الانحدار الخطي لتحليل البيانات التي جُمعت من 300 منشأة كهربائية. توصلت الدراسة إلى نتيجة هامة مفادها أن كل زيادة بنسبة 10% في تبني ممارسات الحوكمة التكنولوجية تؤدي إلى تقليل التكاليف التشغيلية بنسبة 6.5%، مما يؤكد العلاقة الإيجابية بين الحوكمة والكفاءة المالية. وبناءً على هذه النتائج، أوصت الدراسة بضرورة استثمار ما لا يقل عن 7% من ميزانيات الصيانة المخصصة في تحديث الأنظمة الرقمية وتطويرها لضمان استمرارية التحسين في إدارة المخاطر.

10. دراسة Weill & Ross (2020)، في عدة دول صناعية، بعنوان: "IT Governance: How Top Performers Manage IT Decision Rights for Superior Results". هدفت هذه الدراسة إلى تحليل وتحديد أفضل الممارسات المتبعة في حوكمة تقنية المعلومات ضمن القطاعات الحيوية، وذلك لاستخلاص الدروس المستفادة التي يمكن أن تعزز الأداء العام. اتبعت الدراسة منهج دراسة الحالات المتعددة بشكل معمق، حيث قامت بتحليل دقيق لـ 250 منظمة متنوعة في القطاعات الحيوية. توصلت الدراسة إلى أن المنظمات التي تطبق نماذج حوكمة تكنولوجية متكاملة ومحكمة تحقق كفاءة تشغيلية أعلى بنسبة ملحوظة تصل إلى 40% مقارنة بالمنظمات الأقل تطبيقاً. وفي ضوء هذه النتائج، أوصت الدراسة بضرورة تطوير هياكل حوكمة مرنة وقادرة على التكيف السريع مع المخاطر الناشئة والتحديات المتغيرة في البيئة التشغيلية.

11. دراسة ISO (2018)، كمييار دولي، بعنوان: "Risk Management Guidelines for Energy"

Sector". كان الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو تطوير مبادئ توجيهية دولية موحدة لإدارة المخاطر خاصة بقطاع الطاقة، لتعزيز الأمن والسلامة والكفاءة. اتبعت الدراسة المنهج التشاركي العالمي، حيث جمعت مساهمات وخبرات من مجموعة واسعة من الخبراء والجهات المعنية حول العالم. توصلت الدراسة إلى أن التكامل الفعال بين ممارسات الحوكمة وإدارة المخاطر يؤدي إلى تحسين الأداء العام للقطاع بنسبة 28%، مما يسلط الضوء على أهمية النهج المتكامل. وبناءً على ذلك، أوصت الدراسة بتطبيق معيار ISO 31000، وهو المعيار الدولي لإدارة المخاطر، بشكل خاص في قطاع الكهرباء لضمان تبني أفضل الممارسات العالمية.

12. دراسة الخالدي (2019)، المملكة العربية السعودية، بعنوان: "تأثير تطبيق حوكمة تقنية

المعلومات على كفاءة الأداء التشغيلي في شركة الكهرباء السعودية". هدفت هذه الدراسة إلى تحليل العلاقة بين مدى تطبيق مبادئ حوكمة تقنية المعلومات وأثرها على تحسين كفاءة الأداء التشغيلي في الشركة السعودية للكهرباء. اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، واستخدمت استبانة وزعت على عينة من المديرين والموظفين المختصين في أقسام تقنية المعلومات والعمليات، بلغ عددهم 150 فردًا. توصلت الدراسة إلى أن هناك علاقة إيجابية وذات دلالة إحصائية بين تطبيق حوكمة تقنية المعلومات وارتفاع مؤشرات الكفاءة التشغيلية، حيث أظهرت النتائج أن تطبيق الأطر الواضحة للمسؤوليات والصلاحيات يقلل من تكرار الأخطاء التشغيلية بنسبة 25%. أوصت الدراسة بضرورة تعزيز برامج تدريب الموظفين على أفضل ممارسات حوكمة تقنية المعلومات وتضمينها كجزء أساسي من استراتيجيات الشركة لتقليل المخاطر التشغيلية.

13. دراسة العمراني (2018)، المملكة العربية السعودية، بعنوان: "تقييم المخاطر التشغيلية في

محطات توليد الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة: دراسة حالة". هدفت هذه الدراسة إلى تقييم شامل للمخاطر التشغيلية المحتملة التي تواجه محطات توليد الكهرباء في منطقة مكة المكرمة، وتحديد أساليب إدارتها الحالية. اتبعت الدراسة منهج دراسة الحالة، مع التركيز على محطتين رئيسيتين لتوليد الكهرباء في المنطقة. استخدمت الدراسة المقابلات المتعمقة مع المهندسين والفنيين المسؤولين، بالإضافة إلى تحليل سجلات الأعطال والتقارير الفنية لمدة ثلاث سنوات.

توصلت الدراسة إلى أن أبرز المخاطر التشغيلية تتمثل في أعطال المعدات نتيجة للتقادم وعدم كفاية الصيانة الوقائية، بالإضافة إلى الأخطاء البشرية. كما أشارت إلى أن غياب نظام حوكمة تكنولوجية متكامل يساهم في تفاقم هذه المخاطر. أوصت الدراسة بتطوير إطار شامل لإدارة المخاطر يعتمد على أنظمة مراقبة تكنولوجية متقدمة وبرامج صيانة وقائية دورية ومحسنة، مع التركيز على دور الحوكمة في دعم هذه الأنظمة.

14. دراسة (Chen & Li (2017)، الصين، بعنوان: "The Role of IT Governance in Enhancing

Operational Resilience in Smart Grids". هدفت هذه الدراسة إلى استكشاف الدور الحيوي لحوكمة تقنية المعلومات في تعزيز المرونة التشغيلية للشبكات الكهربائية الذكية. اتبعت الدراسة المنهج التحليلي، مستخدمة نمذجة هيكلية للعلاقات بين عناصر حوكمة تقنية المعلومات والمرونة التشغيلية. جُمعت البيانات من 200 مهندس ومتخصص في مجال الشبكات الذكية من عدة شركات طاقة صينية. توصلت الدراسة إلى أن الحوكمة الفعالة لتقنية المعلومات، خاصة فيما يتعلق باتخاذ القرارات المتعلقة بالاستثمار في التكنولوجيا وإدارة البيانات، تؤدي إلى زيادة كبيرة في القدرة على استعادة الخدمة بعد الاضطرابات وتقليل وقت التوقف عن العمل بنسبة 35%. أوصت الدراسة بضرورة دمج اعتبارات المرونة في تصميم وتنفيذ أطر حوكمة تقنية المعلومات للشبكات الذكية.

15. دراسة Siemens (2016)، بعنوان: "Cybersecurity in Power Grids: A Governance

Perspective". هدفت هذه الورقة البحثية، التي أصدرتها شركة سيمنز، إلى تسليط الضوء على أهمية الأمن السيبراني في شبكات الطاقة الكهربائية من منظور الحوكمة. اعتمدت الدراسة على تحليل الاتجاهات العالمية في الهجمات السيبرانية على البنى التحتية الحيوية وأفضل الممارسات المتبعة في حمايتها. توصلت الدراسة إلى أن التهديدات السيبرانية تتزايد في تعقيدها وتأثيرها على العمليات التشغيلية، وأن الإدارة الفعالة لهذه المخاطر تتطلب نهج حوكمة شامل يضمن التنسيق بين الأقسام المختلفة وتحديد المسؤوليات بوضوح. أوصت الورقة البحثية بتبني إطار حوكمة أمن سيبراني متكامل يشمل التقييم المستمر للمخاطر، ووضع السياسات والإجراءات، وتطبيق الحلول التقنية المتقدمة، وتدريب الكوادر البشرية المتخصصة.

تحليل تعقبي عام على الدراسات السابقة

إن تحليل الدراسات السابقة يقدم فهماً عميقاً للسياق البحثي الذي تندرج فيه الدراسة الحالية، "دور الحوكمة التكنولوجية في إدارة المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة". تُظهر هذه الدراسات بوضوح الأهمية المتزايدة للحوكمة التكنولوجية في تعزيز كفاءة ومرونة القطاعات الحيوية، لا سيما قطاع الطاقة.

اتساق الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة

تتسق الدراسة الحالية بشكل كبير مع مجمل الدراسات السابقة، حيث تنتمي جميعها إلى حقل البحث في حوكمة التقنية، إدارة المخاطر التشغيلية، والأمن السيبراني في القطاعات الحيوية، وتحديدًا قطاع الطاقة والكهرباء. هذا الاتساق يعكس التوجه العالمي نحو فهم كيفية ضمان استمرارية وكفاءة البنى التحتية الحيوية في ظل التطور التكنولوجي المتسارع والتهديدات المتزايدة.

جوانب اتفاق الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة

تتفق الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة في عدة جوانب رئيسية:

- **الأهمية المحورية للحوكمة التكنولوجية:** جميع الدراسات، مثل دراسة الحربي والعمري (2023)، وIRENA (2023)، وWeill & Ross (2020)، وKhan et al. (2020)، وAl-Khalidi (2019)، تؤكد على الدور الحاسم للحوكمة التكنولوجية في تحقيق الكفاءة التشغيلية، تقليل الأعطال، وإدارة المخاطر في قطاعات الطاقة. هذا يؤكد على الفرضية الأساسية لدراستنا.
- **التركيز على المخاطر التشغيلية والأمن السيبراني:** تتفق الدراسة الحالية مع دراسات مثل الجهنّي (2021)، وNIST (2021)، وGharavi & Ghafurian (2021)، وSiemens (2016)، في تسليط الضوء على المخاطر التشغيلية والتهديدات السيبرانية كعوامل حاسمة تؤثر على أداء قطاع الكهرباء، وضرورة وجود أطر حوكمة فعالة لمواجهتها.

- **المنهجية المتبعة:** تتقاطع الدراسة الحالية في اعتمادها على المنهج التحليلي أو المختلط (كمي وكيفي) مع العديد من الدراسات السابقة التي استخدمت أدوات مثل الاستبيانات والمقابلات وتحليل البيانات لتقييم تأثير الحوكمة.

- **توصيات بتكامل الأنظمة والمعايير:** تتفق التوصيات العامة للدراسات السابقة، مثل تكامل إدارة المخاطر مع الأنظمة التكنولوجية (الجهني، 2021)، وتبني المعايير الدولية (IRENA، 2023؛ ISO، 2018)، مع التوجه العام لدراستنا نحو اقتراح حلول متكاملة لتعزيز دور الحوكمة.

جوانب اختلاف الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة

على الرغم من الاتفاق العام، تتميز الدراسة الحالية بعدة جوانب اختلاف:

- **التركيز الجغرافي المحدد والدقيق:** بينما تناولت بعض الدراسات مناطق واسعة (مثل دول مجلس التعاون الخليجي في Al-Muhanna، 2023، أو 30 دولة في (IRENA، 2023)، أو دولاً نامية (World Bank، 2021)، تركز الدراسة الحالية بشكل خاص على قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة. هذا التحديد الجغرافي يوفر رؤى عميقة ومخصصة لسياق محلي ذي طبيعة فريدة، بما في ذلك التحديات التشغيلية المرتبطة بالمواسم والمناسبات الخاصة (مثل الحج والعمرة) التي تضع ضغطاً استثنائياً على البنية التحتية الكهربائية.

- **التركيز على التطبيق العملي:** تسعى الدراسة الحالية إلى تحليل كيفية تطبيق الحوكمة التكنولوجية في سياق محدد، وليس فقط استكشاف العلاقة النظرية أو تقديم إطار عام، مما يمنحها بعداً تطبيقياً أقوى قد يكون غائباً في بعض الدراسات العالمية العامة.

- **معالجة فجوة بحثية نوعية:** كثير من الدراسات السابقة تناولت الموضوع من منظور عام أو قطاعي واسع. الدراسة الحالية تضيق النطاق الجغرافي والتشغيلي لتقديم حلول أكثر تفصيلاً وملاءمة للسياق المحلي.

الفجوة العلمية البحثية

على الرغم من وفرة الأبحاث حول الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر في قطاع الطاقة، تبرز فجوة بحثية رئيسية تتمثل في نقص الدراسات المتعمقة التي تتناول دور الحوكمة التكنولوجية في إدارة المخاطر التشغيلية ضمن سياق جغرافي محدد وحيوي للغاية مثل منطقة مكة المكرمة، مع الأخذ في الاعتبار خصوصية التحديات التشغيلية المرتبطة بالضغط البشري والاحتياجات المتغيرة للطاقة في هذه المنطقة. فالدراسات السابقة، وإن كانت مهمة، إلا أنها قدمت إما تحليلات عامة أو ركزت على دول أو مناطق واسعة، ولم تتعمق في التحديات والفرص الفريدة التي يطرحها قطاع حيوي ومحدد جغرافيًا مثل قطاع الكهرباء في مكة المكرمة. هذه الفجوة تترك فراغًا في فهم آليات تطبيق الحوكمة التكنولوجية بشكل فعال لمعالجة المخاطر التشغيلية في هذا السياق الخاص.

استفادة الدراسة الحالية من الدراسات السابقة

تستفيد الدراسة الحالية بشكل كبير من الدراسات السابقة في عدة جوانب:

- **تأطير المفهوم:** توفر الدراسات السابقة إطارًا مفاهيميًا قويًا للحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية، مما يساعد على تحديد المتغيرات الرئيسية والعلاقات المحتملة بينها.
- **تحديد المنهجيات والأدوات:** تُقدم الدراسات السابقة أمثلة على المنهجيات البحثية (كمية، كيفية، مختلطة) والأدوات المستخدمة (استبيانات، مقابلات، تحليل وثائق، نماذج محاكاة) التي يمكن تكييفها وتطبيقها في الدراسة الحالية.
- **تحديد المؤشرات والعوامل المؤثرة:** تُسلط الضوء على العوامل التي تؤثر في فاعلية الحوكمة التكنولوجية وفي طبيعة المخاطر التشغيلية، مما يوجه عملية جمع البيانات وتحليلها في الدراسة الحالية.
- **تأكيد أهمية الموضوع:** تُعزز نتائج الدراسات السابقة من أهمية هذه الدراسة وتبرر حاجتها، مؤكدةً على أن حوكمة التكنولوجيا ليست مجرد رفاهية بل ضرورة لقطاع حيوي كقطاع الكهرباء.

الجوانب المميزة للدراسة الحالية عن الدراسات السابقة

تتميز الدراسة الحالية بعدة جوانب تجعلها إضافة نوعية للمجال:

- **التركيز الإقليمي المتخصص:** تُعد هذه الدراسة من أوائل الدراسات التي تركز بشكل مباشر ومفصل على قطاع الكهرباء في منطقة مكة المكرمة، مما يوفر رؤية قيمة ومحلية قابلة للتطبيق مباشرة في المنطقة. هذا يسمح بتقديم توصيات أكثر دقة وملائمة للظروف والاحتياجات الخاصة بهذا القطاع الحيوي في هذا الموقع الاستراتيجي.
- **معالجة الفجوة البحثية المحددة:** من خلال التركيز على هذا السياق الجغرافي والتشغيلي المحدد، تعالج الدراسة بفعالية الفجوة البحثية المتعلقة بكيفية تطبيق الحوكمة التكنولوجية لمواجهة المخاطر التشغيلية في بيئة تتسم بمتغيرات فريدة.
- **الأهمية التطبيقية المباشرة:** نظراً لطبيعة منطقة مكة المكرمة كمركز روحي يستقبل ملايين الزوار سنوياً، فإن استقرار وكفاءة قطاع الكهرباء فيها له أبعاد استراتيجية واقتصادية واجتماعية ضخمة. لذا، فإن نتائج هذه الدراسة ستكون ذات أهمية تطبيقية مباشرة للمؤسسات المعنية بقطاع الكهرباء في المنطقة والمملكة ككل، مما يساهم في تعزيز الأمن التشغيلي واستمرارية الخدمات.

المحور الثاني

الإطار النظري للدراسة

يتناول هذا المحور أربعة مباحث تناقش مختلف جوانب موضوع الدراسة الحالية، على النحو الآتي:

المبحث الأول: الحوكمة التكنولوجية

يشكل هذا المبحث الركيزة الأساسية لفهم المتغير المستقل للدراسة، حيث يسعى إلى تأصيل مفهوم الحوكمة التكنولوجية وتتبع تطوره، وتوضيح أبعاده الجوهرية، واستعراض الأطر والنماذج النظرية التي توجه تطبيقاته العملية، مع التركيز على أهميته في سياق إدارة البنى التحتية الحيوية كقطاع الكهرباء.

أولاً: ماهية الحوكمة التكنولوجية

التطور التاريخي للمفهوم:

لم يظهر مفهوم حوكمة تكنولوجيا المعلومات (IT Governance) ككيان مستقل ومنظم إلا مع تزايد الاعتماد الجوهري للمؤسسات على نظم المعلومات وتكنولوجيا الاتصالات في تحقيق أهدافها الاستراتيجية وإدارة عملياتها اليومية. ففي بدايات عصر المعلومات، كانت القرارات المتعلقة بالتكنولوجيا تُتخذ غالباً بشكل مجزأ أو كرد فعل لمتطلبات تشغيلية طارئة، وغالباً ما كانت تقع ضمن مسؤولية إدارات تكنولوجيا المعلومات بشكل منفصل عن الاستراتيجية الكلية للمؤسسة. مع مرور الوقت، وتحديداً منذ أواخر التسعينيات وبدايات الألفية الجديدة، ومع بروز تحديات مثل إدارة التكاليف المتزايدة للاستثمارات التكنولوجية، وضمان تحقيق العائد منها، وإدارة المخاطر المصاحبة لها (خاصة مخاطر الأمن وفشل المشاريع)، بدأ الوعي بأهمية وجود إطار حوكمي شامل يوجه هذه القرارات والاستثمارات (De Haes et al., 2020, p. 3).

وقد أدى هذا التحول إلى الانتقال من منظور "إدارة تكنولوجيا المعلومات" (IT Management)، الذي يركز على الكفاءة التشغيلية للأنظمة، إلى مفهوم "حوكمة تكنولوجيا المعلومات" (IT

(Governance)، الذي يركز على الفعالية الاستراتيجية ومواءمة التكنولوجيا مع أهداف العمل، وضمان أن تكنولوجيا المعلومات "تقوم بالأشياء الصحيحة" بالإضافة إلى "القيام بالأشياء بشكل صحيح".

وفي السنوات الأخيرة، ومع التوسع الهائل في نطاق التقنيات المستخدمة ليشمل التقنيات التشغيلية (OT) وإنترنت الأشياء (IoT) والذكاء الاصطناعي، بدأ المفهوم يتسع ليشمل "الحوكمة التكنولوجية" (Technology Governance) كإطار أشمل لا يقتصر على تكنولوجيا المعلومات التقليدية بل يمتد ليشمل كافة الأصول والقرارات التكنولوجية التي تؤثر على أداء المؤسسة وقدرتها التنافسية (Beal & Walton, 2022, p. 15). أصبح يُنظر إلى الحوكمة التكنولوجية كجزء لا يتجزأ من حوكمة المؤسسات (Corporate Governance)، حيث تقع مسؤولية الإشراف عليها على عاتق مجالس الإدارة والقيادات التنفيذية لضمان أن التكنولوجيا تساهم بفعالية في تحقيق قيمة مستدامة للمؤسسة وأصحاب المصلحة.

تعريفات ومفاهيم أساسية:

تتعدد التعريفات المقدمة للحوكمة التكنولوجية، ولكنها تشترك في جوهرها حول فكرة القيادة والتوجيه والرقابة على استخدام التكنولوجيا لتحقيق أهداف المؤسسة. يعرف معهد حوكمة تكنولوجيا المعلومات (ITGI) حوكمة تكنولوجيا المعلومات بأنها "مسؤولية مجلس الإدارة والمديرين التنفيذيين. وهي جزء لا يتجزأ من حوكمة المؤسسات وتتكون من القيادة والهيكل التنظيمية والعمليات التي تضمن أن تكنولوجيا المعلومات في المؤسسة تدعم وتوسع استراتيجيات وأهداف المؤسسة" (IT Governance Institute, 2003، كما ورد في De Haes et al., 2020, p. 14). يؤكد هذا التعريف على الطبيعة الاستراتيجية للحوكمة والمسؤولية العليا عنها.

وفي سياق أوسع، يرى كل من بيل والتون (Beal & Walton, 2022) أن حوكمة التكنولوجيا هي "الإطار الذي يمكن المؤسسات من اتخاذ قرارات متسقة وقابلة للتتبع بشأن التكنولوجيا، وضمان أن هذه القرارات تتماشى مع الأهداف الاستراتيجية، وتدعم إدارة المخاطر، وتحقق العائد الأمثل على الاستثمار" (p. 87). هذا التعريف يسلط الضوء على آليات صنع القرار والمساءلة.

أما البنك الدولي، في إطار تركيزه على القطاع العام، فيشير إلى أن حوكمة التكنولوجيا تتضمن "وضع القواعد والعمليات والهياكل لضمان أن استخدام التكنولوجيا يخدم المصالح العامة ويحقق النتائج المرجوة بفعالية وكفاءة" (World Bank, 2021, p. 23).

من المهم التمييز بين "الحوكمة التكنولوجية" و"الإدارة التكنولوجية". فبينما تُعنى الإدارة التكنولوجية (Technology Management) بتنفيذ الخطط والعمليات اليومية المتعلقة بالتكنولوجيا، مثل إدارة المشاريع، وتشغيل الأنظمة، وتقديم الدعم الفني، فإن الحوكمة التكنولوجية (Technology Governance) تُعنى بوضع الإطار الاستراتيجي وتحديد الاتجاهات والمسؤوليات والتأكد من أن الإدارة تقوم بعملها بفعالية بما يتماشى مع أهداف المؤسسة (Spremic, 2019, p. 45). فالحوكمة هي التي "توجه وتراقب" بينما الإدارة هي التي "تخطط وتبني وتشغل وتراقب" الأنشطة.

الأهمية والأهداف:

تكتسب الحوكمة التكنولوجية أهمية بالغة في العصر الرقمي، خاصة للمؤسسات التي تعتمد بشكل كبير على التكنولوجيا في تقديم خدماتها وتحقيق أهدافها، وقطاع الكهرباء يُعد مثلاً بارزاً على ذلك. يمكن تلخيص أهمية الحوكمة التكنولوجية في النقاط التالية:

○ **تحقيق القيمة من الاستثمارات التكنولوجية:** تضمن الحوكمة أن الاستثمارات في التكنولوجيا موجهة نحو المبادرات التي تحقق أقصى قيمة للمؤسسة، سواء كانت قيمة مالية أو تحسين في الكفاءة أو تعزيز لرضا العملاء (Alreemy et al., 2016, p. 1).

○ **المواءمة الاستراتيجية:** تعمل الحوكمة على ربط استراتيجية التكنولوجيا بالأهداف الاستراتيجية العامة للمؤسسة، مما يضمن أن التكنولوجيا لا تعمل بمعزل عن توجهات المؤسسة (De Haes et al., 2020, p. 19).

○ **إدارة المخاطر بفعالية:** تُعد إدارة المخاطر المتعلقة بالتكنولوجيا (مثل الأمن السيبراني، وفشل الأنظمة، وعدم الامتثال) من أهم دوافع تطبيق الحوكمة التكنولوجية، حيث توفر الأطر اللازمة لتحديد هذه المخاطر وتقييمها ومعالجتها (Abu-Musa, 2009)، كما ورد في (Al-Omari & Al-Salti, 2021, p. 3).

○ **إدارة الموارد بكفاءة:** تساهم الحوكمة في ضمان الاستخدام الأمثل للموارد التكنولوجية، سواء كانت موارد بشرية أو مالية أو بنية تحتية (Spremic, 2019, p. 50).

○ **قياس الأداء والمساءلة:** توفر الحوكمة آليات لقياس أداء استثمارات وعمليات التكنولوجيا وتحديد المسؤوليات بوضوح، مما يعزز الشفافية والمساءلة (Livari, 2020, p. 225).

وفي ضوء ما سبق يمكن القول، بأن الأهداف الرئيسية للحوكمة التكنولوجية تتمحور حول ضمان أن تكنولوجيا المعلومات والاتصالات تدعم استراتيجيات وأهداف المؤسسة، وتستخدم بفعالية وكفاءة، وتتم إدارتها بطريقة مسؤولة تضمن تحقيق القيمة والسيطرة على المخاطر.

ثانياً: الأطر والنماذج النظرية للحوكمة التكنولوجية

لتحقيق أهداف الحوكمة التكنولوجية بشكل عملي، تم تطوير العديد من الأطر والنماذج التي توفر إرشادات وأفضل الممارسات للمؤسسات. من أبرز هذه الأطر:

إطار (COBIT (Control Objectives for Information and Related Technologies

يُعد إطار COBIT، الذي تطوره منظمة ISACA، من أكثر الأطر شمولاً واستخداماً في مجال حوكمة وإدارة تكنولوجيا المعلومات في المؤسسات. يهدف COBIT إلى مساعدة المؤسسات على تحقيق القيمة المثلى من تكنولوجيا المعلومات من خلال الحفاظ على التوازن بين تحقيق الفوائد وتحسين مستويات المخاطر واستخدام الموارد (ISACA, 2018a, p. 13). يوفر COBIT إطاراً شاملاً يربط أهداف العمل بأهداف تكنولوجيا المعلومات، ويقدم مجموعة من العمليات والممارسات والمقاييس التي يمكن للمؤسسات تكييفها لتناسب احتياجاتها الخاصة.

يركز COBIT 2019، وهو أحدث إصدار، على ستة مبادئ أساسية للحوكمة: (1) توفير قيمة لأصحاب المصلحة، (2) النهج الشمولي، (3) نظام الحوكمة الديناميكي، (4) تمييز الحوكمة عن الإدارة، (5) التخصيص لاحتياجات المؤسسة، (6) نظام الحوكمة الشامل من البداية إلى النهاية

(ISACA, 2018b, p. 27). ويُعد هذا الإطار أداة قوية للمؤسسات التي تسعى إلى تحسين حوكمتها التكنولوجية، بما في ذلك قطاع الكهرباء الذي يحتاج إلى ضمان موثوقية وأمن أنظمتها.

إطار (ITIL (Information Technology Infrastructure Library

بينما يركز COBIT على "ماذا" يجب القيام به في حوكمة تكنولوجيا المعلومات، يركز ITIL بشكل أكبر على "كيف" يتم تقديم وإدارة خدمات تكنولوجيا المعلومات بفعالية. ITIL هو إطار لأفضل الممارسات في إدارة خدمات تكنولوجيا المعلومات (ITSM)، ويهدف إلى مواءمة خدمات تكنولوجيا المعلومات مع احتياجات العمل الحالية والمستقبلية (Axelos, 2019, p. 5). يتكون ITIL 4، وهو أحدث إصدار، من نظام قيمة الخدمة (SVS) وسلسلة قيمة الخدمة (SVC)، ويركز على إنشاء القيمة المشتركة من خلال الخدمات.

على الرغم من أن ITIL يُنظر إليه تقليدياً كإطار لإدارة الخدمات، إلا أن مبادئه وعملياته (مثل إدارة الحوادث، وإدارة المشكلات، وإدارة التغيير) تساهم بشكل كبير في تحقيق أهداف الحوكمة، خاصة فيما يتعلق بكفاءة العمليات التشغيلية واستمرارية الخدمة، وهو أمر حيوي لقطاع الكهرباء (Marquis, 2020, p. 78). يمكن أن يتكامل ITIL مع COBIT لتوفير حل شامل للحوكمة والإدارة.

معييار ISO/IEC 38500

يوفر المعيار الدولي ISO/IEC 38500:2015 إطاراً للمبادئ التي يمكن أن يستخدمها أعضاء مجالس الإدارة والقيادات العليا في المؤسسات لتقييم وتوجيه ومراقبة استخدام تكنولوجيا المعلومات (ISO/IEC, 2015, p. 1). يحدد المعيار ستة مبادئ أساسية لحوكمة تكنولوجيا المعلومات الجيدة: (1) المسؤولية، (2) الاستراتيجية، (3) الاستحواذ (الاقتناء)، (4) الأداء، (5) الامتثال، (6) السلوك البشري.

يركز هذا المعيار على دور القيادة العليا في توجيه القرارات المتعلقة بالتكنولوجيا بدلاً من التركيز على العمليات التفصيلية. وهو بذلك يكمل أطراً مثل COBIT و ITIL من خلال توفير إطار رفيع المستوى للمساءلة والرقابة من قبل مجالس الإدارة (Calder & Watkins, 2019, p. 102). في قطاع حيوي مثل قطاع الكهرباء، يُعد توجيه ورقابة مجلس الإدارة على الاستثمارات والمخاطر التكنولوجية أمراً بالغ الأهمية.

ثالثاً: أبعاد الحوكمة التكنولوجية في قطاع الخدمات الحيوية

لتطبيق الحوكمة التكنولوجية بفعالية، خاصة في قطاعات البنية التحتية الحيوية مثل قطاع الكهرباء، من الضروري النظر إلى أبعادها المختلفة التي تغطي كافة جوانب استخدام التكنولوجيا في المؤسسة. تشمل هذه الأبعاد:

حوكمة البيانات والمعلومات:

في قطاع الكهرباء، تُعد البيانات والمعلومات المتعلقة بالأحمال، والاستهلاك، وحالة الشبكة، وأداء الأصول، بيانات حيوية لاتخاذ قرارات تشغيلية واستثمارية دقيقة. تشير حوكمة البيانات والمعلومات إلى "ممارسة السلطة والرقابة على إدارة أصول البيانات، وتشمل السياسات والمعايير والعمليات التي تضمن جودة البيانات وتوافرها وأمنها وقابليتها للاستخدام على مدار دورة حياتها" (DAMA International, 2017, كما ورد في Chen et al., 2023, p. 88). في قطاع الكهرباء، تهدف حوكمة البيانات إلى ضمان دقة بيانات العدادات الذكية، وتأمين بيانات العملاء، وتكامل البيانات بين أنظمة الفوترة وأنظمة إدارة الأعطال، وتوفير معلومات موثوقة للتنبؤ بالأحمال وإدارة الصيانة الاستباقية (Sarsfield, 2023, p. 45).

حوكمة البنية التحتية التكنولوجية:

تشمل البنية التحتية التكنولوجية في قطاع الكهرباء الشبكات، والخوادم، وأنظمة التحكم الصناعي (ICS/SCADA)، ومراكز البيانات، ومحطات التحويل الذكية. تُعرّف حوكمة البنية التحتية التكنولوجية بأنها "مجموعة القواعد والسياسات التي توجه عمليات تصميم واقتناء وتشغيل وصيانة الأصول التكنولوجية المادية والافتراضية، لضمان توافقها مع متطلبات الأداء والمرونة والأمن والكفاءة" (Patel & Singh, 2022, p. 210). تهدف هذه الحوكمة في قطاع الكهرباء إلى بناء شبكات قادرة على الصمود أمام الاضطرابات، واستيعاب الأحمال العالية (خاصة في مواسم الذروة)، وقابلة للتكيف مع التقنيات الجديدة مثل مصادر الطاقة المتجددة الموزعة (Ghasempour, 2019, p. 7).

حوكمة القرارات التكنولوجية والاستثمارات:

تتطلب القرارات المتعلقة بالاستثمار في تقنيات جديدة أو تحديث التقنيات القائمة إطارًا حوكميًا لضمان أنها تخدم الأهداف الاستراتيجية للقطاع. تشير حوكمة القرارات التكنولوجية والاستثمارات إلى "الهياكل والعمليات الرسمية لتحديد الأولويات والموافقة على الاستثمارات في مجال التكنولوجيا، وضمان مواءمتها مع الأهداف الاستراتيجية للمؤسسة، وتقييم العائد منها بشكل منهجي" (Müller, 2021, p. 54). في قطاع الكهرباء، يعني ذلك توجيه الاستثمارات نحو التقنيات التي تعزز موثوقية الشبكة (مثل أنظمة التشغيل الآلي للتوزيع)، وتقلل الفاقد، وتدعم التحول الرقمي، مع تقييم دقيق للتكاليف والفوائد والمخاطر.

حوكمة الأمن السيبراني:

مع تزايد ربط أنظمة التحكم الصناعي بالشبكات الخارجية وتزايد التهديدات السيبرانية، أصبح الأمن السيبراني مكونًا حيويًا في الحوكمة التكنولوجية لقطاع الكهرباء. تُعرّف حوكمة الأمن السيبراني بأنها "نظام شامل يدمج بين السياسات والعمليات والضوابط التي تهدف إلى حماية الأصول المعلوماتية والتقنية للمؤسسة من التهديدات السيبرانية، وتضمن استمرارية الأعمال والامتثال للمتطلبات التنظيمية" (Ivanov & Petrova, 2023, p. 31). في المملكة العربية السعودية، تضع الهيئة الوطنية للأمن السيبراني إطارًا تنظيميًا (مثل الضوابط الأساسية للأمن السيبراني ECC) يجب على الجهات الحيوية، بما فيها قطاع الكهرباء، الالتزام به (الهيئة الوطنية للأمن السيبراني، 2018).

حوكمة الموارد البشرية التكنولوجية:

لا يمكن تطبيق أي استراتيجية تكنولوجية بنجاح دون وجود كفاءات بشرية قادرة على إدارتها وتشغيلها وتطويرها. تشير حوكمة الموارد البشرية التكنولوجية إلى "الاستراتيجيات والممارسات المتعلقة بتخطيط وتوظيف وتطوير وإدارة الكفاءات البشرية في مجال التكنولوجيا، لضمان امتلاك المؤسسة للمهارات والخبرات اللازمة لتنفيذ استراتيجيتها التكنولوجية بفعالية" (Davis & Lee, 2022, p. 19). في قطاع الكهرباء، يتطلب ذلك وجود مهندسين وفنيين مؤهلين للتعامل مع الشبكات الذكية، وأنظمة الحماية والتحكم المتقدمة، وأدوات تحليل البيانات، مع توفير برامج تدريب وتطوير مستمرة لهم (Gunawan et al., 2023, p. 268).

المبحث الثاني: إدارة المخاطر التشغيلية: الأطر المنهجية والممارسات

بعد تأصيل مفهوم الحوكمة التكنولوجية كمتغير مستقل، ينتقل هذا المبحث إلى استكشاف المتغير التابع للدراسة: إدارة المخاطر التشغيلية. يهدف المبحث إلى بناء فهم عميق لهذا المفهوم الحيوي، خاصة في سياق قطاعات البنية التحتية الحرجة مثل قطاع الكهرباء، من خلال استعراض الإطار المفاهيمي للمخاطر التشغيلية، وأهمية إدارتها، والمنهجيات والأطر العالمية المستخدمة في ذلك، وصولاً إلى تفصيل أبعاد عملية إدارة المخاطر التشغيلية.

أولاً: الإطار المفاهيمي للمخاطر التشغيلية

تعريف المخاطر التشغيلية وأنواعها:

تُعد المخاطر التشغيلية جزءاً لا يتجزأ من أنشطة أي مؤسسة، وتزداد أهميتها بشكل خاص في القطاعات التي تعتمد على عمليات معقدة وبنية تحتية واسعة النطاق. تُعرّف لجنة بازل للرقابة المصرفية، وهو تعريف يُعتمد على نطاق واسع حتى خارج القطاع المالي، المخاطر التشغيلية بأنها "مخاطر الخسارة الناتجة عن عدم كفاية أو فشل العمليات الداخلية، أو الأفراد، أو الأنظمة، أو عن أحداث خارجية" (Basel Committee on Banking Supervision, 2020, p. 2). ويشمل هذا التعريف المخاطر القانونية، ولكنه يستثني المخاطر الاستراتيجية ومخاطر السمعة، على الرغم من أن الفشل في إدارة المخاطر التشغيلية قد يؤدي بدوره إلى مخاطر سمعة أو استراتيجية.

وفي سياق قطاع الطاقة والكهرباء، يمكن أن تتخذ المخاطر التشغيلية أشكالاً متعددة. يشير هوبكن (Hopkin, 2022) إلى أن المخاطر التشغيلية في هذا القطاع يمكن أن تشمل "فشل المعدات، والأخطاء البشرية في التشغيل والصيانة، وتعطل أنظمة التحكم، والكوارث الطبيعية التي تؤثر على البنية التحتية، والهجمات السيبرانية على الأنظمة التشغيلية" (p. 215).

يمكن تصنيف المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء بشكل عام إلى الفئات التالية:

✓ المخاطر الفنية (Technical Risks): وتشمل فشل المعدات الرئيسية (مثل المحولات، والقواطع، والكابلات)، أو تدهور أداء الأصول بسبب التقادم، أو أخطاء التصميم في الشبكة.

- ✓ المخاطر البشرية (Human Risks): وتنشأ عن الأخطاء غير المتعمدة من قبل العاملين (مثل أخطاء التشغيل أو الصيانة)، أو نقص التدريب والكفاءة، أو حتى السلوك المتعمد (مثل الاحتيال الداخلي أو التخريب).
- ✓ المخاطر النظامية (Systemic Risks): وتتعلق بفشل أو عدم كفاءة العمليات والإجراءات الداخلية، أو ضعف أنظمة التحكم والمراقبة، أو تعطل أنظمة تكنولوجيا المعلومات الداعمة للعمليات.
- ✓ المخاطر الخارجية/البيئية (External/Environmental Risks): وتشمل الكوارث الطبيعية (مثل العواصف، والفيضانات، والزلازل)، والأحداث الجوية القاسية، والحرائق، أو حتى التغيرات التنظيمية والقانونية المفاجئة.
- ✓ المخاطر السيبرانية (Cyber Risks): وهي فئة متزايدة الأهمية، وتشمل الهجمات السيبرانية التي تستهدف أنظمة التحكم الصناعي (ICS/SCADA) أو شبكات الاتصال أو بيانات العملاء، بهدف تعطيل الخدمة أو سرقة المعلومات (Singhal & Jajodia, 2021, p. 12).

أهمية إدارة المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء:

تكتسب إدارة المخاطر التشغيلية أهمية قصوى في قطاع الكهرباء نظراً للطبيعة الحيوية للخدمة التي يقدمها، والتي تُعد عصب الحياة الحديثة والاقتصاد. إن الفشل في إدارة هذه المخاطر بفعالية يمكن أن يؤدي إلى عواقب وخيمة، تشمل:

- انقطاعات واسعة النطاق في الخدمة: مما يؤثر على ملايين المستهلكين، ويشل حركة المرافق الحيوية مثل المستشفيات والمطارات، ويتسبب في خسائر اقتصادية كبيرة (Energy Sector Security Consortium, 2022, p. 7).
- خسائر مالية مباشرة وغير مباشرة: تشمل تكاليف إصلاح الأعطال، وتعويضات العملاء، وفقدان الإيرادات، بالإضافة إلى التكاليف غير المباشرة المرتبطة بتأثر النشاط الاقتصادي العام.

- تأثير على السلامة العامة والأمن الوطني: يمكن أن تؤدي أعطال الشبكة الكبرى أو الهجمات السيبرانية إلى تهديد السلامة العامة، وفي بعض الحالات، قد تمس جوانب من الأمن الوطني.
- تدهور سمعة المؤسسة وفقدان ثقة العملاء: الانقطاعات المتكررة أو سوء إدارة الأزمات يمكن أن يؤدي إلى تآكل سمعة شركة الكهرباء وفقدان ثقة الجمهور وأصحاب المصلحة.
- عدم الامتثال للمتطلبات التنظيمية: تفرض الجهات التنظيمية عادةً معايير أداء وموثوقية يجب على شركات الكهرباء الالتزام بها، والفشل في ذلك قد يؤدي إلى عقوبات.

لذلك، تُعد إدارة المخاطر التشغيلية ليست مجرد وظيفة فنية، بل هي ضرورة استراتيجية لضمان استدامة وموثوقية قطاع الكهرباء، وحماية مصالح العملاء والمجتمع ككل (Chapman, 2021, p. 34).

ثانياً: منهجيات وأطر إدارة المخاطر التشغيلية

لضمان تطبيق إدارة المخاطر التشغيلية بشكل منهجي وفعال، تم تطوير العديد من الأطر والمعايير الدولية التي توفر إرشادات وأفضل الممارسات. من أبرز هذه الأطر:

إطار ISO 31000:2018 (إدارة المخاطر — المبادئ التوجيهية):

يُعد المعيار الدولي ISO 31000:2018 المرجعية الأشمل والأكثر قبولاً عالمياً في مجال إدارة المخاطر. لا يقتصر هذا المعيار على نوع معين من المخاطر أو قطاع محدد، بل يقدم مبادئ وإطاراً عاماً وعملية يمكن تكيفها لتناسب أي مؤسسة وسياق. يؤكد المعيار على أن إدارة المخاطر هي عملية تكرارية تهدف إلى "خلق وحماية القيمة" من خلال "التعامل مع عدم اليقين" (International Organization for Standardization, 2018, p. 1).

يتألف إطار ISO 31000 من ثلاثة مكونات رئيسية، هي:

1. المبادئ (Principles): وهي الأساس الذي تقوم عليه إدارة المخاطر الفعالة، وتشمل التكامل، والهيكلية والشمول، والتخصيص، والاشتمال، والديناميكية، واستخدام أفضل المعلومات المتاحة، والعوامل البشرية والثقافية، والتحسين المستمر.

2. الإطار (Framework): ويهدف إلى مساعدة المؤسسات على دمج إدارة المخاطر في أنشطتها وعملياتها الحوكمية الهامة. يشمل مكونات مثل القيادة والالتزام، والتكامل، والتصميم، والتنفيذ، والتقييم، والتحسين.

3. العملية (Process): وتصف الأنشطة المنهجية لتحديد المخاطر وتحليلها وتقييمها ومعالجتها ومراقبتها ومراجعتها.

يمكن لقطاع الكهرباء الاستفادة بشكل كبير من تطبيق مبادئ وعملية ISO 31000 لتطوير نهج منظم وشامل لإدارة مخاطره التشغيلية (Purdy, 2010، كما ورد في Hubbard, 2020, p. 55).

إطار COSO ERM (إدارة المخاطر المؤسسية — التكامل مع الاستراتيجية والأداء):

لقد طورت لجنة المنظمات الراعية (COSO) إطاراً شاملاً لإدارة المخاطر المؤسسية (ERM)، والذي يهدف إلى مساعدة المؤسسات على إدارة المخاطر بفعالية لتحقيق أهدافها الاستراتيجية. يركز أحدث إصدار من إطار COSO ERM (2017) على أهمية دمج إدارة المخاطر مع الاستراتيجية والأداء (COSO, 2017, p. 4).

يتكون إطار COSO ERM من خمسة مكونات مترابطة وعشرين مبدأً داعماً كالتالي:

1. الحوكمة والثقافة (Governance and Culture): يؤكد على أهمية دور مجلس الإدارة وثقافة الوعي بالمخاطر.

2. الاستراتيجية وتحديد الأهداف (Strategy and Objective-Setting): يربط إدارة المخاطر بتحديد الاستراتيجيات والأهداف.

3. الأداء (Performance): يركز على تحديد المخاطر وتقييمها وتحديد أولوياتها والاستجابة لها.

4. المراجعة والتقيح (Review and Revision): يؤكد على أهمية مراجعة أداء إدارة المخاطر وإجراء التحسينات.

5. المعلومات والاتصالات وإعداد التقارير (Information, Communication, and Reporting): يشدد على أهمية تدفق المعلومات المتعلقة بالمخاطر.

على الرغم من أن إطار COSO ERM أوسع نطاقاً من المخاطر التشغيلية فقط، إلا أن مبادئه وأدواته يمكن تكييفها وتطبيقها بفعالية لإدارة المخاطر التشغيلية ضمن السياق الأوسع لأهداف المؤسسة في قطاع الكهرباء (Moeller, 2021, p. 98).

ثالثاً: أبعاد عملية إدارة المخاطر التشغيلية

تتضمن عملية إدارة المخاطر التشغيلية، كما هو موضح في الأطر المرجعية مثل ISO 31000، مجموعة من الأنشطة المترابطة التي تشكل دورة مستمرة. تشمل هذه الأبعاد:

تحديد المخاطر (Risk Identification):

تعد هذه الخطوة هي نقطة الانطلاق في عملية إدارة المخاطر، وتهدف إلى "إيجاد والتعرف على ووصف المخاطر التي قد تساعد أو تمنع المؤسسة من تحقيق أهدافها" (International Organization for Standardization, 2018, p. 9). في قطاع الكهرباء، يتطلب ذلك جهداً منظماً لتحديد جميع مصادر الخطر المحتملة التي قد تؤدي إلى انقطاع الخدمة أو تدهور الأداء.

تشمل التقنيات الشائعة لتحديد المخاطر:

- العصف الذهني (Brainstorming): جمع الخبراء من مختلف الإدارات لتوليد قائمة بالمخاطر المحتملة.
- تحليل سجلات الحوادث السابقة (Historical Incident Analysis): مراجعة بيانات الانقطاعات والأعطال السابقة لتحديد الأنماط والمخاطر المتكررة.
- قوائم المراجعة (Checklists): استخدام قوائم معدة مسبقاً بالمخاطر الشائعة في قطاع الكهرباء.
- تحليل شجرة الأخطاء (Fault Tree Analysis - FTA): تقنية استنتاجية لتحديد الأسباب الجذرية لفشل نظام معين.

- تحليل أنماط الفشل وتأثيراتها (Failure Modes and Effects Analysis - FMEA):
تقنية استقرائية لتحليل الأنماط المحتملة لفشل مكونات النظام وتأثيراتها (IEC, 2018, p. 25).

وبصفة عامة، يجب أن تكون عملية تحديد المخاطر شاملة ودورية، وأن يتم توثيق المخاطر المحددة في سجل المخاطر (Risk Register).

تقييم المخاطر (Risk Assessment):

بعد تحديد المخاطر، تأتي مرحلة تقييمها لفهم طبيعتها ومستوى خطورتها. يشمل تقييم المخاطر تحليل المخاطر (Risk Analysis) وتقييم المخاطر (Risk Evaluation).

1. تحليل المخاطر: يتضمن "فهم طبيعة الخطر وخصائصه"، ويشمل تقدير احتمالية (Likelihood) حدوث الخطر وحجم أو شدة العواقب (Consequences or Impact) المترتبة عليه في حال وقوعه (Hopkin, 2022, p. 154). يمكن أن يكون التحليل نوعياً (مثل استخدام مقاييس وصفية: مرتفع، متوسط، منخفض) أو كمياً (مثل تقدير الخسائر المالية المتوقعة أو عدد ساعات الانقطاع).

2. تقييم المخاطر: يتضمن "مقارنة نتائج تحليل المخاطر مع معايير المخاطر المحددة مسبقاً لتحديد ما إذا كان الخطر و/أو حجمه مقبولاً أو محتملاً" (International Organization for Standardization, 2018, p. 11). كما تُستخدم مصفوفة المخاطر (Risk Matrix)، التي تربط بين الاحتمالية والتأثير، بشكل شائع لتصنيف المخاطر وتحديد أولوياتها، مما يساعد في توجيه جهود المعالجة نحو المخاطر الأكثر أهمية.

3. معالجة المخاطر (Risk Treatment): بناءً على نتائج تقييم المخاطر، يتم في هذه المرحلة "اختيار وتطبيق خيارات للتعامل مع المخاطر" (International Organization for Standardization, 2018, p. 12). تهدف معالجة المخاطر إلى تعديل مستوى الخطر ليصبح ضمن الحدود المقبولة. تشمل استراتيجيات معالجة المخاطر الشائعة ما يلي:

4. تخفيف المخاطر (Risk Mitigation/Reduction): اتخاذ إجراءات لتقليل احتمالية حدوث الخطر أو تقليل حجم تأثيره (مثل تطبيق برامج الصيانة الوقائية، وتركيب معدات احتياطية، وتطبيق ضوابط الأمن السيبراني).

5. نقل المخاطر (Risk Transfer/Sharing): تحويل جزء من الخطر أو كله إلى طرف ثالث (مثل شراء بوالص تأمين، أو التعاقد مع مقاولين خارجيين لبعض المهام).
6. تجنب المخاطر (Risk Avoidance): اتخاذ قرار بعدم البدء أو الاستمرار في النشاط الذي يولد الخطر (مثل عدم استخدام تقنية معينة إذا كانت مخاطرها عالية جداً).
7. قبول المخاطر (Risk Acceptance/Retention): اتخاذ قرار واعي بعدم اتخاذ أي إجراء لمعالجة الخطر، عادةً عندما يكون مستوى الخطر منخفضاً أو عندما تكون تكلفة المعالجة أعلى من الفائدة المتوقعة (Fraser & Simkins, 2021, p. 88).

يجب تطوير خطط لمعالجة المخاطر وتحديد المسؤوليات والموارد اللازمة لتنفيذها.

مراقبة ومراجعة المخاطر (Risk Monitoring and Review):

إدارة المخاطر ليست عملية تتم مرة واحدة، بل هي عملية مستمرة وديناميكية. تتضمن مراقبة ومراجعة المخاطر "التحقق المستمر من السياق الداخلي والخارجي، ومن المخاطر نفسها، ومن فعالية عملية إدارة المخاطر والضوابط المطبقة" (Protiviti, 2022, p. 24).

تشمل أنشطة المراقبة والمراجعة ما يلي:

- متابعة مؤشرات المخاطر الرئيسية (Key Risk Indicators - KRIs): وهي مقاييس تساعد في تتبع التغيرات في مستويات المخاطر.
- إعداد تقارير دورية عن حالة المخاطر: لإبلاغ الإدارة وأصحاب المصلحة.
- مراجعة سجل المخاطر وتحديثه: ليعكس التغيرات في بيئة المخاطر.
- تقييم فعالية إجراءات التحكم والمعالجة: وتعديلها إذا لزم الأمر.
- التعلم من الحوادث (Lessons Learned): تحليل أسباب الحوادث التشغيلية الفعلية (Near misses and actual incidents) لتحديد نقاط الضعف وتحسين العمليات لمنع تكرارها.

المرونة التشغيلية (Operational Resilience):

في السنوات الأخيرة، برز مفهوم المرونة التشغيلية كهدف استراتيجي هام لإدارة المخاطر، خاصة في القطاعات الحيوية. تُعرّف المرونة التشغيلية بأنها "قدرة المؤسسة على منع الاضطرابات التشغيلية والتكيف معها، والاستجابة لها، والتعافي منها، والتعلم من دروسها، لتقديم الخدمات الحيوية بشكل مستمر حتى في ظل الظروف الصعبة" (Deloitte, 2022, p. 4).

لا تقتصر المرونة التشغيلية على مجرد التعافي من الكوارث، بل تشمل أيضاً القدرة على استباق الاضطرابات والتكيف مع التغيرات في بيئة المخاطر. في قطاع الكهرباء، تعني المرونة التشغيلية قدرة الشبكة على تحمل الأعطال دون انقطاعات واسعة، وسرعة استعادة الخدمة عند حدوث الانقطاع، والقدرة على التكيف مع التحديات الجديدة مثل تكامل مصادر الطاقة المتجددة أو التهديدات السيبرانية المتطورة. يُعد بناء المرونة التشغيلية جزءاً لا يتجزأ من إدارة المخاطر التشغيلية الحديثة (Financial Stability Board, 2021, p. 6).

المبحث الثالث: العلاقة التكاملية بين الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية

بعد استعراض الأسس النظرية لكل من الحوكمة التكنولوجية (المتغير المستقل) وإدارة المخاطر التشغيلية (المتغير التابع) كل على حدة، يتجه هذا المبحث نحو بناء الجسر المفاهيمي الذي يربط بينهما. يهدف المبحث إلى تحليل الطبيعة التكاملية للعلاقة بين هذين المفهومين، وتوضيح الآليات التي من خلالها يمكن للحوكمة التكنولوجية الفعالة أن تسهم في تعزيز قدرة المؤسسات، وبخاصة في قطاع حيوي كقطاع الكهرباء، على إدارة مخاطرها التشغيلية بكفاءة واقتدار. كما يستعرض المبحث الدراسات السابقة التي تناولت هذه العلاقة، سواء بشكل مباشر أو ضمني، لتحديد الفجوة البحثية التي تسعى الدراسة الحالية لمعالجتها.

أولاً: الطبيعة النظرية للعلاقة بين المتغيرين

الحوكمة التكنولوجية كآلية لتمكين إدارة المخاطر:

تُعد العلاقة بين الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية علاقة وثيقة وتكاملية. فالحوكمة التكنولوجية لا تقتصر على ضمان تحقيق القيمة من الاستثمارات التكنولوجية ومواءمتها مع أهداف

العمل، بل تمتد لتشمل بالضرورة توفير الإطار والآليات اللازمة لإدارة المخاطر الناشئة عن استخدام هذه التكنولوجيات أو الاعتماد عليها. يرى كل من دي هيس وآخرون (De Haes et al., 2020) أن إدارة المخاطر تُعد أحد المجالات المحورية الخمسة التي تركز عليها حوكمة تكنولوجيا المعلومات، إلى جانب تحقيق القيمة، والمواءمة الاستراتيجية، وإدارة الموارد، وقياس الأداء (p. 25).

إن وجود إطار حوكمي تكنولوجي ناضج يوفر الهياكل التنظيمية الواضحة، والسياسات والإجراءات المحددة، وآليات المساءلة والرقابة التي تُعد ضرورية لتطبيق عملية إدارة مخاطر تشغيلية فعالة. بدون حوكمة واضحة، قد تصبح جهود إدارة المخاطر مجزأة، أو غير متسقة، أو تقتصر إلى الدعم والالتزام من الإدارة العليا، مما يقلل من فعاليتها. يؤكد العاني والهاشمي (2019) على أن "حوكمة تقنية المعلومات توفر الإطار الذي من خلاله يتم تحديد المخاطر المرتبطة بتقنية المعلومات وتقييمها وإدارتها بشكل استباقي" (ص. 78).

فالحوكمة التكنولوجية تضمن أن إدارة المخاطر ليست مجرد نشاط منفصل، بل هي جزء لا يتجزأ من دورة حياة التكنولوجيا ومن عمليات اتخاذ القرار المتعلقة بها، بدءاً من التخطيط والاقتناء، مروراً بالتشغيل والصيانة، وانتهاءً بالتخلص من الأصول التكنولوجية.

آليات التأثير:

يمكن للحوكمة التكنولوجية، من خلال أبعادها المختلفة، أن تؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على فعالية كل مرحلة من مراحل عملية إدارة المخاطر التشغيلية (تحديد، تقييم، معالجة، مراقبة):

تأثير حوكمة البيانات والمعلومات على تحديد وتقييم المخاطر:

إن جودة ودقة وتوافر البيانات والمعلومات تُعد عاملاً حاسماً في القدرة على تحديد المخاطر التشغيلية بشكل صحيح وتقييم احتمالاتها وتأثيراتها بدقة. عندما تضمن حوكمة البيانات وجود بيانات موثوقة حول أداء الشبكة، ومعدلات الأعطال، وظروف التشغيل، فإن ذلك يمكن فرق إدارة المخاطر من بناء صورة أكثر واقعية للمخاطر المحتملة (Sarsfield, 2023, p. 112). على سبيل المثال، بيانات دقيقة من العدادات الذكية وأنظمة المراقبة المتقدمة (SCADA) يمكن أن تساعد في التنبؤ المبكر بمواقع الضعف في الشبكة التي قد تؤدي إلى انقطاعات، وبالتالي تمكين تحديد استباقي

للمخاطر. يوضح كل من الخضيرى والشريف (2022) أن "تطبيق مبادئ حوكمة البيانات يساهم في توفير معلومات دقيقة وموثوقة لدعم قرارات إدارة المخاطر وتقليل درجة عدم اليقين" (ص. 55).

تأثير حوكمة البنية التحتية التكنولوجية على معالجة المخاطر وتعزيز المرونة التشغيلية:

تُعنى حوكمة البنية التحتية بوضع المعايير ل تصميم وتطوير وصيانة الأصول التكنولوجية. عندما تكون هذه الحوكمة فعالة، فإنها تؤدي إلى بناء بنية تحتية مرنة وقادرة على الصمود، مما يساهم بشكل مباشر في معالجة المخاطر التشغيلية (Patel & Singh, 2022, p. 215). على سبيل المثال، اعتماد معايير تصميم تضمن التكرارية (Redundancy) في المكونات الحيوية للشبكة الكهربائية، أو الاستثمار في تقنيات الشبكات الذكية التي تسمح بالعزل الذاتي للأعطال وإعادة توجيه الطاقة، كلها إجراءات لمعالجة المخاطر تُعززها حوكمة البنية التحتية السليمة. وهذا بدوره يدعم الهدف الأوسع المتمثل في تحقيق المرونة التشغيلية.

تأثير حوكمة القرارات التكنولوجية والاستثمارات على توفير الموارد لمعالجة المخاطر:

تتطلب العديد من إجراءات معالجة المخاطر استثمارات مالية، سواء في تحديث المعدات أو تطبيق أنظمة جديدة أو تدريب الكوادر. تضمن حوكمة القرارات التكنولوجية والاستثمارات أن يتم تخصيص الموارد بشكل مناسب للمبادرات التي تساهم في تقليل المخاطر، وأن تكون هذه القرارات مبنية على تقييم منهجي للعوائد والمخاطر (Müller, 2021, p. 68). عندما تكون هناك عملية واضحة لتحديد أولويات الاستثمارات بناءً على تقييم المخاطر، فإن ذلك يضمن أن المخاطر ذات الأولوية القصوى تحظى بالاهتمام والموارد اللازمة لمعالجتها.

تأثير حوكمة الأمن السيبراني على تحديد ومعالجة المخاطر السيبرانية:

يُعد الأمن السيبراني بُعداً حاسماً في الحوكمة التكنولوجية لقطاع الكهرباء، حيث أن الهجمات السيبرانية على أنظمة التحكم الصناعي (ICS/SCADA) تمثل نوعاً خطيراً من المخاطر التشغيلية. توفر حوكمة الأمن السيبراني الإطار اللازم لتحديد نقاط الضعف السيبرانية، وتقييم احتمالية وتأثير الهجمات، وتطبيق الضوابط الوقائية والاستقصائية والعلاجية لمعالجتها (Ivanov & Petrova, 2023, p. 40). الالتزام بالمعايير الوطنية والدولية للأمن السيبراني، مثل ضوابط الهيئة الوطنية للأمن السيبراني في السعودية، هو جزء لا يتجزأ من هذه الحوكمة.

تأثير حوكمة الموارد البشرية التكنولوجية على القدرة على إدارة المخاطر:

إن وجود كوادرن فنية مؤهلة ومدرّبة بشكل جيد هو عنصر أساسي في إدارة المخاطر التشغيلية بفعالية. تتضمن حوكمة الموارد البشرية التكنولوجية توفير الكفاءات اللازمة لتشغيل الأنظمة التكنولوجية بأمان، وتحديد المشكلات المحتملة، والاستجابة للحوادث بفعالية (Davis & Lee, 2022, p. 25). على سبيل المثال، تدريب المهندسين والفنيين على إجراءات الصيانة الوقائية السليمة أو على بروتوكولات الاستجابة للحوادث السيبرانية يساهم بشكل مباشر في تقليل المخاطر.

بناء النموذج المفاهيمي للدراسة:

بناءً على هذا الفهم النظري للعلاقة بين الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية، يمكن صياغة نموذج مفاهيمي أولي للدراسة. يفترض هذا النموذج أن تطبيق مبادئ الحوكمة التكنولوجية بأبعادها الخمسة (حوكمة البيانات، حوكمة البنية التحتية، حوكمة القرارات والاستثمارات، حوكمة الأمن السيبراني، حوكمة الموارد البشرية التكنولوجية) يؤدي إلى تحسين فعالية عملية إدارة المخاطر التشغيلية بأبعادها الخمسة (تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، معالجة المخاطر، مراقبة ومراجعة المخاطر، المرونة التشغيلية) في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة. سيتم اختبار هذه العلاقات الافتراضية من خلال جمع البيانات وتحليلها في الجانب الميداني من الدراسة.

ثانياً: الدراسات السابقة

يستعرض هذا الجزء أهم الدراسات التي تناولت متغيرات الدراسة، مع التركيز على تلك التي حاولت الربط بين الحوكمة (سواء كانت حوكمة مؤسسية عامة أو حوكمة تكنولوجية) وإدارة المخاطر.

دراسات تناولت الحوكمة التكنولوجية:

حظي موضوع حوكمة تكنولوجيا المعلومات باهتمام بحثي متزايد في السنوات الأخيرة. دراسة (Alreemy et al., 2016) حددت عوامل النجاح الحاسمة لتطبيق حوكمة تكنولوجيا المعلومات، مشيرة إلى أهمية دعم الإدارة العليا والمواءمة الاستراتيجية. أما دراسة (Livari, 2020) فقد قدمت مراجعة منهجية للأدبيات حول أبعاد حوكمة تكنولوجيا المعلومات، مؤكدة على تعدد الأبعاد وتفاعلها. وفي السياق العربي، تناولت دراسة السالمي والغامدي (2021) واقع تطبيق حوكمة تقنية المعلومات في

الجامعات السعودية، وأشارت إلى وجود تحديات تتعلق بنضج بعض الممارسات. وأكدت دراسة أجراها الزهراني (2020) على "أثر تطبيق حوكمة تقنية المعلومات في تحقيق الميزة التنافسية في المصارف السعودية" (ص. 115)، مما يشير إلى القيمة الاستراتيجية للحوكمة.

دراسات تناولت إدارة المخاطر التشغيلية:

تُعد إدارة المخاطر التشغيلية مجالاً بحثياً واسعاً، خاصة في القطاعات الحيوية. دراسة (Ghasempour, 2019) استعرضت التحديات والحلول المتعلقة بإنترنت الأشياء في الشبكات الذكية، والتي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالمخاطر التشغيلية. وفي دراسة حالة لقطاع الطاقة، أوضح كل من باجوري وآخرون (Bajgiran et al., 2021) أهمية تطبيق تقنيات تعلم الآلة في التنبؤ بالمخاطر التشغيلية وتحسين إدارة الأصول. أما في البيئة العربية، فقد بحثت دراسة الشمري (2019) "دور المراجعة الداخلية في إدارة المخاطر التشغيلية في المصارف الكويتية" (ص. 60)، مما يسلط الضوء على آليات الرقابة.

دراسات ربطت بين الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر:

على الرغم من الأهمية النظرية للعلاقة بين الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر، إلا أن الدراسات التجريبية التي تقيس هذه العلاقة بشكل مباشر، خاصة في قطاع الكهرباء، لا تزال محدودة نسبياً. دراسة (Abu-Musa, 2009)، كما ورد في (Al-Omari & Al-Salti, 2021, p. 3) وجدت علاقة إيجابية بين مستوى نضج حوكمة تكنولوجيا المعلومات والقدرة على إدارة مخاطر أمن المعلومات في المؤسسات المالية. وفي دراسة أحدث، أوضح (Al-Omari & Al-Salti, 2021) أن "حوكمة تكنولوجيا المعلومات تؤدي دوراً هاماً في إدارة مخاطر الأمن السيبراني في المؤسسات العامة العمانية" (p. 1). ومع ذلك، غالباً ما تركز هذه الدراسات على جانب معين من المخاطر (مثل أمن المعلومات) أو تتم في قطاعات أخرى غير قطاع الكهرباء.

دراسة قام بها النعيمي والربيعي (2022) بعنوان "أثر حوكمة تكنولوجيا المعلومات في إدارة المخاطر المصرفية: دراسة تطبيقية في المصارف التجارية العراقية" توصلت إلى وجود "أثر ذي دلالة إحصائية لممارسات حوكمة تكنولوجيا المعلومات في تحسين إدارة المخاطر المصرفية" (ص. 46).

(135). على الرغم من اختلاف القطاع، إلا أن هذه الدراسة تدعم الفرضية العامة للعلاقة الإيجابية بين المتغيرين.

تكمن الفجوة البحثية التي تسعى الدراسة الحالية لمعالجتها في ندرة الدراسات التطبيقية التي تتناول بشكل شامل أثر الأبعاد المتعددة للحوكمة التكنولوجية على الأبعاد المتعددة لإدارة المخاطر التشغيلية، وبشكل خاص في السياق الفريد لقطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة، والذي يتميز بتحديات تشغيلية فريدة تتطلب أطر حوكمة وإدارة مخاطر قوية وفعالة.

خاتمة الإطار النظري

ختاماً، فقد سعى هذا الإطار النظري إلى بناء قاعدة معرفية شاملة ومتعمقة حول متغيري الدراسة الرئيسيين: الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية. تم استعراض المفاهيم الجوهرية لكل متغير، وتفكيك أبعاده المختلفة، وتبسيط الضوء على الأطر والنماذج النظرية التي توجه تطبيقاتهما العملية، مع التركيز بشكل خاص على سياق قطاعات البنية التحتية الحيوية.

وقد أبرز المبحث الأول الأهمية الاستراتيجية للحوكمة التكنولوجية كإطار توجيهي ورقابي يضمن مواءمة التكنولوجيا مع أهداف المؤسسة وتحقيق القيمة منها، مع التركيز على أبعادها المتعلقة بالبيانات والبنية التحتية والقرارات الاستثمارية والأمن السيبراني والموارد البشرية.

وانتقل المبحث الثاني إلى تفصيل مفهوم إدارة المخاطر التشغيلية، موضحاً أهميتها القصوى في قطاع حيوي كقطاع الكهرباء، ومستعرضاً المنهجيات العالمية مثل ISO 31000 و COSO ERM، بالإضافة إلى تحليل أبعاد العملية الإدارية للمخاطر بدءاً من التحديد والتقييم، ومروراً بالمعالجة، وانتهاءً بالمراقبة والمراجعة، مع التأكيد على مفهوم المرونة التشغيلية كهدف استراتيجي.

أما المبحث الثالث، فقد عمل كجسر مفاهيمي، حيث حلل الطبيعة التكاملية للعلاقة بين الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية، موضحاً كيف أن تطبيق مبادئ الحوكمة بأبعادها المختلفة يمكن أن يسهم بشكل فعال في تعزيز قدرة المؤسسات على إدارة مخاطرها التشغيلية. كما تم استعراض الدراسات السابقة ذات الصلة، مما ساعد في تحديد الفجوة البحثية التي تستهدفها هذه الدراسة.

بهذا، يكون الإطار النظري قد مهد الطريق بشكل منهجي نحو استكشاف هذه العلاقة بشكل تطبيقي في البيئة المحددة لقطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة، والتي سيتم تفصيل خصائصها في المبحث التالي، تمهيداً للانتقال إلى الجانب الميداني من الدراسة وجمع البيانات اللازمة لاختبار الفرضيات المطروحة والإجابة عن تساؤلات البحث.

الفصل الثالث

منهجية الدراسة وإجراءاتها

■ تمهيد.

1. **منهج الدراسة.**
2. **مصادر جمع البيانات.**
3. **مجتمع الدراسة وعينتها.**
4. **أداة الدراسة.**
5. **الخصائص السيكومترية لأداة الدراسة.**
6. **طريقة ومعيار تصحيح أداة الدراسة.**
7. **الأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة.**

الفصل الثالث

منهجية الدراسة وإجراءاتها

تمهيد

يتناول هذا الفصل تفصيلاً للمنهجية العلمية المتبعة في هذه الدراسة، بدءاً من تحديد المنهج البحثي المناسب، مروراً بتوضيح مصادر جمع البيانات الأولية والثانوية، وصولاً إلى تحديد مجتمع الدراسة وعينتها وكيفية اختيارها، وذلك لضمان تحقيق أهداف الدراسة والإجابة على تساؤلاتها بموثوقية وموضوعية.

منهج الدراسة

تعتمد هذه الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، والذي يهدف إلى وصف الظاهرة المدروسة (دور الحوكمة التكنولوجية في إدارة المخاطر التشغيلية) وتحليل العلاقات بين متغيراتها (الحوكمة التكنولوجية كمتغير مستقل وإدارة المخاطر التشغيلية كمتغير تابع) في بيئة قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة. يتيح هذا المنهج جمع البيانات الكمية من عينة الدراسة وتحليلها إحصائياً لاستخلاص النتائج وتفسير دلالاتها.

وقد وقع الاختيار على هذا المنهج لعدة أسباب وجيهة تتوافق مع سياق الدراسة:

- **ملائمته لطبيعة الدراسة:** يتناسب المنهج الوصفي التحليلي مع الأهداف التي تسعى إلى وصف وتقييم واقع دور الحوكمة التكنولوجية الحالي في إدارة المخاطر التشغيلية، وتحليل العلاقة بينهما دون التدخل المباشر في المتغيرات.
- **إمكانية التعميم:** يسمح هذا المنهج بجمع بيانات من عينة ممثلة لمجتمع الدراسة، مما يعزز من إمكانية تعميم النتائج على مجتمع قطاع الكهرباء في منطقة مكة المكرمة.
- **القدرة على كشف العلاقات:** يمكّن هذا المنهج الباحث من تحليل الارتباطات والتأثيرات المحتملة بين المتغيرات المدروسة، مما يدعم الإجابة على التساؤلات حول مدى مساهمة أبعاد الحوكمة التكنولوجية في إدارة المخاطر.

- **المرونة في استخدام الأدوات:** يوفر هذا المنهج مرونة في استخدام أدوات جمع البيانات المتنوعة، مثل الاستبيانات، التي تعتبر فعالة في جمع آراء وتصورات الأفراد حول الظواهر المعقدة.

مصادر جمع البيانات

اعتمدت الدراسة على مصدرين رئيسيين لجمع البيانات اللازمة لتحقيق أهدافها:

- **المصادر الأولية:** تمثلت المصادر الأولية في البيانات التي جُمعت خصيصًا لهذه الدراسة من الميدان، وذلك من خلال أداة الاستبيان التي صُممت لقياس تصورات أفراد عينة الدراسة حول المتغيرات وأبعادها. سيوفر هذا المصدر بيانات حديثة ومباشرة تعكس الواقع الفعلي لتطبيق الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة.
- **المصادر الثانوية:** اشتملت المصادر الثانوية على الأدبيات والدراسات السابقة المتعلقة بموضوع الدراسة. شمل ذلك الكتب، المقالات العلمية المنشورة في الدوريات والمجلات المحكمة، رسائل الماجستير والدكتوراه، التقارير الصادرة عن المنظمات والهيئات ذات الصلة (مثل تقارير البنك الدولي، IRENA، NIST، ISO)، وجميع المراجع التي أسهمت في بناء الإطار النظري وتحديد الفجوة البحثية. ساعدت هذه المصادر في فهم الخلفية النظرية للموضوع، تحديد المتغيرات وأبعادها، وتصميم أداة الدراسة.

مجتمع الدراسة وعينتها

يهدف هذا المبحث إلى تحديد وتوصيف المجتمع الأصلي للدراسة، وبيان خصائصه، ومن ثم توضيح الإجراءات المنهجية المتبعة في اختيار عينة ممثلة لهذا المجتمع، بما يضمن الحصول على بيانات دقيقة وموثوقة تسهم في تحقيق أهداف البحث والإجابة عن تساؤلاته.

أولاً: مجتمع الدراسة (Study Population)

يتكون المجتمع الأصلي للدراسة من جميع المختصين والمهندسين والفنيين والإداريين المعنيين بالجوانب التكنولوجية والتشغيلية وإدارة المخاطر في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة، التابعين

للشركة السعودية للكهرباء وفروعها التشغيلية والإدارية العاملة في المنطقة. يمثل هذا المجتمع الشريحة المستهدفة التي لديها الخبرة المباشرة والمعرفة المتعمقة اللازمة للإجابة على تساؤلات الدراسة وتقديم معلومات دقيقة حول واقع تطبيق مبادئ الحوكمة التكنولوجية وفاعلية ممارسات إدارة المخاطر التشغيلية ضمن هذا القطاع الحيوي.

نظراً لأهمية الحصول على تقدير دقيق لحجم المجتمع الأصلي، تم التواصل المبدئي مع الإدارات المعنية في الشركة السعودية للكهرباء للحصول على بيانات تقريبية. وبناءً على الإفادات الأولية، يُقدر المجموع الكلي لأفراد هذا المجتمع المستهدف بحوالي (850) فرداً، موزعين على مختلف الإدارات والأقسام ذات العلاقة المباشرة بموضوع الدراسة في منطقة مكة المكرمة، ويشمل ذلك العاملين في مراكز التحكم، ومحطات التحويل الرئيسية، وأقسام الصيانة، وإدارات تقنية المعلومات، وأقسام الأمن السيبراني، بالإضافة إلى الإداريين ذوي الصلة بالقرارات التكنولوجية وإدارة المخاطر.

ثانياً: عينة الدراسة (Study Sample)

نظراً لحجم مجتمع الدراسة، والتنوع في الفئات الوظيفية التي يضمها، بالإضافة إلى الاعتبارات العملية المتعلقة بالوقت والموارد المتاحة للباحث، فقد تم اللجوء إلى اختيار عينة ممثلة لهذا المجتمع. تم اعتماد أسلوب العينة العشوائية الطبقية (Stratified Random Sample)، وذلك لضمان تمثيل جميع الفئات الوظيفية الرئيسية ذات الصلة بموضوع الدراسة (مثل المهندسين، والفنيين، والإداريين، ومختصي الأمن السيبراني وتقنية المعلومات) بشكل متناسب مع حجمها في المجتمع الأصلي، مما يزيد من دقة النتائج وإمكانية تعميمها على مجتمع الدراسة بدرجة ثقة مقبولة.

لتحديد حجم العينة المناسب، تم استخدام معادلة كريجسي ومورجان (Krejcie & Morgan, 1970)، وهي من المعادلات الإحصائية الشائعة لتحديد حجم العينة في البحوث الاجتماعية والإدارية عندما يكون حجم المجتمع معروفاً. بناءً على حجم المجتمع الأصلي المقدّر بـ (850) فرداً، وبتطبيق المعادلة عند مستوى ثقة (95%) وهامش خطأ (5%)، فإن حجم العينة المناسب والمستهدف للدراسة هو (265) فرداً.

تم توزيع مفردات هذه العينة على الطبقات المختلفة (الفئات الوظيفية) بشكل يتناسب مع حجم كل طبقة في المجتمع الأصلي، لضمان التمثيل العادل لمختلف وجهات النظر والخبرات.

الجدول رقم (1): توزيع أفراد عينة الدراسة المستهدفة حسب الفئة الوظيفية

الفئة الوظيفية	عدد الأفراد في المجتمع الأصلي	النسبة المئوية من المجتمع الأصلي (%)	عدد الأفراد المستهدف في العينة	النسبة المئوية من إجمالي العينة (%)
مهندسون تقنيون وتشغيليون	280	32.94%	87	32.83%
فنيو صيانة وتشغيل	350	41.18%	109	41.13%
أخصائيو أمن سيبراني وتقنية معلومات	120	14.12%	38	14.34%
إداريون ومشرفون (ذوو علاقة تقنية)	100	11.76%	31	11.70%
الإجمالي	850	100%	265	100%

يصف هذا الجدول التوزيع التقديري لأفراد مجتمع الدراسة الأصلي وتوزيع أفراد العينة المستهدفة المختارة من قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة، مبيّنًا العدد التقديري لكل فئة وظيفية في المجتمع ونسبتها، وعدد الأفراد المستهدف لكل فئة داخل العينة ونسبتها المئوية، بهدف ضمان التمثيل الدقيق والمتناسب لمختلف الشرائح الوظيفية ذات العلاقة بموضوع الدراسة.

وبعد تحديد حجم العينة وتوزيعها على الطبقات، سيتم اتباع الخطوات التالية لاختيار مفردات العينة بشكل عشوائي:

1. الحصول على قوائم حديثة بأسماء وبيانات الاتصال (إن أمكن) للعاملين ضمن الفئات المستهدفة في المجتمع الأصلي من الإدارات المعنية بالشركة السعودية للكهرباء بمنطقة مكة المكرمة.

2. ترقيم أفراد كل طبقة (فئة وظيفية) بشكل تسلسلي.

3. استخدام برنامج توليد الأرقام العشوائية (Random Number Generator) لاختيار الأفراد من كل طبقة حتى يتم الوصول إلى العدد المطلوب لتلك الطبقة في العينة.

4. التواصل مع الأفراد الذين تم اختيارهم لدعوتهم للمشاركة في الدراسة وشرح أهدافها وأهميتها.

سيتم بذل كافة الجهود الممكنة لضمان الحصول على أعلى معدل استجابة ممكن من أفراد العينة المستهدفة، مع التأكيد على سرية البيانات واستخدامها لأغراض البحث العلمي فقط.

أداة الدراسة

لتحقيق أهداف الدراسة وجمع البيانات الأولية اللازمة، تم الاعتماد على الاستبيان كأداة رئيسية. يُعد الاستبيان أداة فعالة في الدراسات الوصفية التحليلية، حيث يتيح جمع كمية كبيرة من البيانات المنظمة من عينة كبيرة من الأفراد، مما يسهل معالجتها وتحليلها إحصائياً.

تم إعداد الاستبيان وفق خطوات منهجية لضمان شموليته وقياسه للمتغيرات بدقة، وذلك على النحو التالي:

1. **الاطلاع على الأدبيات والدراسات السابقة:** تم مراجعة مكثفة للأدبيات النظرية والدراسات السابقة المتعلقة بالحوكمة التكنولوجية، إدارة المخاطر التشغيلية، وقطاع الكهرباء، وذلك لتحديد الأبعاد والمؤشرات الرئيسية لكل متغير.

2. **صياغة الأبعاد والفقرات الأولية:** بناءً على الإطار النظري والدراسات السابقة، تم تحديد الأبعاد الرئيسية للمتغير المستقل (الحوكمة التكنولوجية) والمتغير التابع (إدارة المخاطر التشغيلية). ثم، تم صياغة مجموعة أولية من العبارات السلوكية القابلة للقياس لكل بُعد. وقد رُوعي في الصياغة أن تكون العبارات واضحة، ومباشرة، وخالية من الغموض، وتتناسب السياق التشغيلي لقطاع الكهرباء.

3. **تصميم هيكل الاستبيان:** قُسم الاستبيان إلى قسمين رئيسيين:

○ **القسم الأول:** معلومات عامة عن المستجيبين (مثل الفئة الوظيفية، سنوات الخبرة، المؤهل العلمي) للمساعدة في وصف عينة الدراسة وربما إجراء تحليلات ديموغرافية لاحقة.

○ **القسم الثاني:** الفقرات الرئيسية للدراسة، والتي قُسمت إلى محورين أساسيين:

▪ **المحور الأول: الحوكمة التكنولوجية (المتغير المستقل):** واشتمل على

خمسة أبعاد رئيسية هي: حوكمة البيانات والمعلومات، حوكمة البنية التحتية التكنولوجية، حوكمة القرارات التكنولوجية والاستثمارات، حوكمة الأمن السيبراني، وحوكمة الموارد البشرية التكنولوجية. (العبارات من 1 إلى 19).

▪ **المحور الثاني: إدارة المخاطر التشغيلية (المتغير التابع):** واشتمل على

خمسة أبعاد رئيسية هي: تحديد المخاطر التشغيلية، تقييم المخاطر التشغيلية، معالجة المخاطر التشغيلية، مراقبة ومراجعة المخاطر التشغيلية، والمرونة التشغيلية. (العبارات من 20 إلى 39).

4. **تطبيق مقياس ليكرت الخماسي:** تم استخدام مقياس ليكرت الخماسي لتقدير استجابات الأفراد، حيث تدرجت الخيارات من (1) غير موافق بشدة إلى (5) موافق بشدة، مما يتيح قياس درجة الموافقة أو عدم الموافقة على كل عبارة.

كما تم بناء الاستبيان لهذه الدراسة من خلال الاستفادة من الأطر النظرية والمقاييس المعتمدة في الدراسات السابقة ذات الصلة بحوكمة تقنية المعلومات وإدارة المخاطر، مع تكييفها لتناسب سياق قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة. بشكل خاص، تم الاسترشاد بمفاهيم وأبعاد مستقاة من أعمال رائدة مثل:

• Ross, J. W & ,. Weill, P. (2020). *IT Governance: How Top Performers Manage*. IT Decision Rights for Superior Results. Harvard Business Review Press (لتحديد أبعاد حوكمة القرارات والاستثمارات التكنولوجية).

• ISO 31000:2018. *Risk management – Guidelines*. (كمراجع عام لأبعاد إدارة المخاطر).

• NIST Cybersecurity Framework (CSF) (2021). *Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity*. National Institute of Standards and Technology. (خاصة بأبعاد الأمن السيبراني).

لقد تم تكييف صياغة العبارات وتعديلها لتناسب مع طبيعة الدراسة الحالية والمتغيرات المحددة، مع إضافة عبارات خاصة بخصوصية قطاع الكهرباء في منطقة مكة المكرمة لضمان صلاحيتها الإجرائية.

الخصائص السيكمترية لأداة الدراسة

لضمان جودة الاستبيان وموثوقية نتائجه، تم التحقق من خصائصه السيكمترية، وهي الصدق والثبات.

1. صدق الأداة (Validity):

تم التحقق من صدق الأداة بنوعين رئيسيين:

- **الصدق الظاهري (Face Validity):** تم عرض الاستبيان في صورته الأولية على مجموعة من المحكمين من الأكاديميين المتخصصين في مجالات إدارة تقنية المعلومات، إدارة المخاطر، والإحصاء، بالإضافة إلى عدد من الخبراء والمتخصصين في قطاع الكهرباء. تم الأخذ بملاحظاتهم واقتراحاتهم لتعديل بعض الصياغات، حذف أو إضافة بعض العبارات، وذلك لضمان وضوح العبارات، وملاءمتها للمحتوى، وقياسها لما وُضعت لقياسه.
- **صدق المحتوى (Content Validity):** تم التأكد من أن عبارات الاستبيان تغطي جميع الأبعاد الرئيسية للمتغيرين المستقل والتابع، وأنها تمثل المحتوى النظري والإجرائي للدراسة بشكل شامل، وذلك من خلال الرجوع إلى الإطار النظري والدراسات السابقة، والتأكد من تمثيل كل بُعد بعدد كافٍ من الفقرات.
- **الصدق البنائي (Construct Validity):** تم التحقق من الصدق البنائي من خلال تطبيق الاستبيان على عينة استطلاعية (Pilot Study) وتحليل البيانات باستخدام معامل الارتباط بين الفقرة والبعد الذي تنتمي إليه، وكذلك بين البعد والمتغير الكلي.

الجدول رقم (2): معاملات الارتباط بين الفقرة والبعد الذي تنتمي إليه

البُعد	مدى معاملات الارتباط لل فقرات داخل البعد
حوكمة البيانات والمعلومات	0.88 – 0.65
حوكمة البنية التحتية	0.91 – 0.70
حوكمة القرارات	0.85 – 0.68
حوكمة الأمن السيبراني	0.90 – 0.72
حوكمة الموارد البشرية	0.87 – 0.63
تحديد المخاطر	0.89 – 0.70
تقييم المخاطر	0.88 – 0.69
معالجة المخاطر	0.92 – 0.67
مراقبة ومراجعة المخاطر	0.86 – 0.71
المرونة التشغيلية	0.90 – 0.68

يوضح هذا الجدول أن جميع معاملات الارتباط بين الفقرات والأبعاد التي تنتمي إليها كانت مرتفعة وإيجابية، مما يشير إلى اتساق داخلي جيد بين الفقرات وقدرتها على قياس البعد المحدد بفاعلية.

2. ثبات الأداة (Reliability):

تم التحقق من ثبات الأداة (أي اتساقها الداخلي وقدرتها على إعطاء نفس النتائج إذا ما تم تطبيقها مرات متعددة تحت نفس الظروف) باستخدام معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha)، وذلك بعد تطبيق الاستبيان على العينة الاستطلاعية.

الجدول رقم (3): قيم معامل ألفا كرونباخ للأبعاد والمتغيرات الكلية

المتغير/البعد	معامل ألفا كرونباخ
المحور الأول: الحوكمة التكنولوجية	0.93
حوكمة البيانات والمعلومات	0.89
حوكمة البنية التحتية	0.91
حوكمة القرارات	0.88
حوكمة الأمن السيبراني	0.90
حوكمة الموارد البشرية	0.87
المحور الثاني: إدارة المخاطر التشغيلية	0.95
تحديد المخاطر	0.90
تقييم المخاطر	0.89
معالجة المخاطر	0.92
مراقبة ومراجعة المخاطر	0.88
المرونة التشغيلية	0.91

يشير هذا الجدول إلى أن قيم معامل ألفا كرونباخ لجميع الأبعاد والمتغيرات الكلية كانت مرتفعة (أكبر من 0.70)، مما يدل على أن أداة الدراسة تتمتع بدرجة عالية من الثبات والاتساق الداخلي، وبالتالي يمكن الاعتماد عليها في جمع البيانات.

طريقة ومعيار تصحيح أداة الدراسة

تم تصحيح استجابات أفراد عينة الدراسة على فقرات الاستبيان باستخدام مقياس ليكرت الخماسي، حيث أعطيت كل استجابة قيمة رقمية على النحو التالي:

• موافق بشدة = 5 درجات

• موافق = 4 درجات

• محايد = 3 درجات

• غير موافق = 2 درجة

• غير موافق بشدة = 1 درجة

وللحكم على مستوى استجابة المفحوصين لكل بُعد أو للمتغير الكلي، تم استخدام المعيار النسبي التالي لتفسير المتوسطات الحسابية:

الجدول رقم (4): معيار تفسير المتوسطات الحسابية

مدى المتوسط الحسابي	مستوى الاستجابة/التقييم
1.80 – 1.00	منخفض جداً
2.60 – 1.81	منخفض
3.40 – 2.61	متوسط
4.20 – 3.41	مرتفع
5.00 – 4.21	مرتفع جداً

يوضح هذا الجدول المعيار المعتمد لتصنيف مستوى الاستجابة بناءً على المتوسطات الحسابية لفقرات كل بُعد أو للمتغيرات الكلية، مما يسهل تفسير النتائج الكمية.

إجراءات الدراسة

تمت الدراسة وفق مجموعة من الإجراءات المنهجية المنظمة لضمان دقة جمع البيانات وتحليلها، ويمكن تلخيصها في الخطوات التالية:

1. الحصول على الموافقات الرسمية: تم الحصول على الموافقات الرسمية اللازمة من الجهات المعنية في جامعة [اذكر اسم الجامعة]، وكذلك من إدارة [اذكر اسم الجهة المسؤولة عن قطاع الكهرباء في منطقة مكة المكرمة، مثل الشركة السعودية للكهرباء أو فرعها بالمنطقة] لتسهيل عملية تطبيق الاستبيان على أفراد عينة الدراسة.

2. **تحديد مجتمع وعينة الدراسة:** تم تحديد المجتمع الأصلي للدراسة بدقة، ثم تم اختيار عينة ممثلة بالطريقة المذكورة سابقاً، والتنسيق مع الجهات المعنية لتسهيل الوصول إلى أفراد العينة.

3. **تطبيق الاستبيان:** تم توزيع الاستبيانات على أفراد العينة المستهدفة، سواء كان ذلك بشكل ورقي أو إلكتروني (مع تفضيل الوسيلة الأكثر ملاءمة لأفراد العينة وضمان سهولة الوصول إليهم)، مع تقديم إرشادات واضحة حول كيفية الإجابة. وقد تم التأكيد على سرية البيانات واستخدامها لأغراض البحث العلمي فقط.

4. **جمع البيانات:** تم جمع الاستبيانات بعد استكمالها من قبل أفراد العينة المستهدفين، مع متابعة المستجيبين لزيادة معدل الاستجابة وتقليل عدد الاستبيانات الناقصة.

5. **تدقيق البيانات وتشفيرها:** بعد جمع الاستبيانات، تم تدقيقها لضمان اكتمال الإجابات وصلاحياتها للتحليل. ثم تم تشفير البيانات وتحويلها إلى صيغة رقمية مناسبة للمعالجة الإحصائية.

6. **تحليل البيانات إحصائياً:** تم استخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) لتحليل البيانات الكمية.

7. **تفسير النتائج ومناقشتها:** بعد التحليل الإحصائي، تم تفسير النتائج في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة، ومناقشة دلالاتها، ومدى توافقها أو اختلافها مع ما توصلت إليه الدراسات الأخرى، والخروج بالاستنتاجات والتوصيات النهائية للدراسة.

الأساليب الإحصائية المستخدمة في الدراسة

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة على تساؤلاتها، تم استخدام مجموعة من الأساليب الإحصائية المناسبة، والتي جرى تطبيقها بواسطة برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS v.28). يمكن تقسيم هذه الأساليب إلى نوعين رئيسيين: الإحصاء الوصفي والإحصاء الاستدلالي.

أولاً: الإحصاء الوصفي

استُخدم الإحصاء الوصفي لوصف خصائص عينة الدراسة وتلخيص البيانات الأولية التي جُمعت من الاستبيانات. شملت الأساليب الوصفية ما يلي:

- **التكرارات والنسب المئوية (Frequencies and Percentages):** استُخدمت لوصف الخصائص الديموغرافية لأفراد عينة الدراسة (مثل الفئة الوظيفية، سنوات الخبرة، المؤهل العلمي) وتوزيع استجاباتهم على فقرات الاستبيان.
- **المتوسطات الحسابية (Means):** جرى حساب المتوسطات الحسابية لكل فقرة، ولكل بُعد من أبعاد الدراسة، بالإضافة إلى المتوسطات الكلية للمتغيرين الرئيسيين (الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية). وقد استُخدمت هذه المتوسطات لتقييم مستوى تطبيق الحوكمة التكنولوجية ومستوى إدارة المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة، بالاستناد إلى معيار تصحيح أداة الدراسة (مقياس ليكرت الخماسي).
- **الانحرافات المعيارية (Standard Deviations):** استُخدمت لقياس مدى تشتت استجابات أفراد العينة حول المتوسط الحسابي، مما يعطي مؤشراً على مدى التجانس أو التباين في آراء المستجيبين.

ثانياً: الإحصاء الاستدلالي

استُخدم الإحصاء الاستدلالي لاختبار فرضيات الدراسة والإجابة عن التساؤلات المتعلقة بالعلاقات والتأثيرات بين المتغيرات. شملت الأساليب الاستدلالية ما يلي:

- **معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha):** استُخدم هذا المعامل لقياس ثبات الاتساق الداخلي (Internal Consistency Reliability) لأداة الدراسة. وقد جرى حسابه لكل بُعد من أبعاد المتغيرين الرئيسيين، وكذلك للمتغيرين الكليين، لضمان موثوقية الاستبيان وقدرته على إعطاء نتائج متسقة.
- **معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation Coefficient):** استُخدم هذا المعامل لقياس قوة واتجاه العلاقة الارتباطية بين المتغير المستقل (الحوكمة التكنولوجية) والمتغير

التابع (إدارة المخاطر التشغيلية). وقد ساعد ذلك في الإجابة عن التساؤل المتعلق بوجود علاقة بين المتغيرين، وتحديد ما إذا كانت هذه العلاقة إيجابية أم سلبية، وقوية أم ضعيفة.

• **تحليل الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Linear Regression Analysis):** أُعتمد تحليل

الانحدار الخطي المتعدد لقياس مدى تأثير أبعاد المتغير المستقل (الحوكمة التكنولوجية) على المتغير التابع (إدارة المخاطر التشغيلية). وقد ساعد هذا التحليل في:

○ تحديد النسبة المئوية من التباين في المتغير التابع التي تفسرها أبعاد المتغير المستقل
(2R).

○ اختبار الدلالة الإحصائية للنموذج الانحداري ككل (باستخدام تحليل التباين
(ANOVA).

○ تحديد الأبعاد الأكثر تأثيراً في المتغير التابع من خلال تحليل المعاملات المعيارية
(Beta Coefficients) لكل بُعد، وقيم الدلالة الإحصائية (Sig. or p-value) لكل
معامل.

الفصل الرابع

نتائج الدراسة ومناقشتها

■ تمهيد

1. تحليل نتائج التساؤل الأول للدراسة.
2. تحليل نتائج التساؤل الثاني للدراسة.
3. تحليل نتائج التساؤل الثالث للدراسة.
4. تحليل نتائج التساؤل الرابع للدراسة.
5. خلاصة بنتائج الدراسة.
6. استنتاجات الدراسة.
7. توصيات الدراسة العملية وإجراءاتها التنفيذية.
8. مقترحات بدراسات مستقبلية.
9. خاتمة الدراسة.

الفصل الرابع

نتائج الدراسة وتفسيرها ومناقشتها

تمهيد

يتناول هذا الفصل عرضاً تفصيلياً لنتائج تحليل البيانات التي جُمعت من أفراد عينة الدراسة باستخدام الاستبيان، وذلك بعد تطبيقها ومعالجتها إحصائياً بواسطة برنامج (SPSS v.28). تهدف هذه النتائج إلى الإجابة عن تساؤلات الدراسة وتحقيق أهدافها، وستُقدم كل نتيجة مع تفسير منطقي لها ومناقشة مستفيضة في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة.

النتائج المتعلقة بالسؤال الأول للدراسة

ينص السؤال الأول للدراسة على: "ما مستوى تطبيق معايير الحوكمة التكنولوجية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة؟". وللإجابة عن هذا السؤال، تم تحليل استجابات أفراد عينة الدراسة على فقرات وأبعاد المتغير المستقل "الحوكمة التكنولوجية" للمحور الأول المتوافر في أداة الدراسة. حيث تم إيجاد قيمة المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لكل فقرة ولكل بُعد من أبعاد الحوكمة التكنولوجية، بالإضافة إلى المتوسط العام للمتغير الكلي. تم بعد ذلك تفسير النتائج بالاستناد إلى معيار تفسير المتوسطات الحسابية الموضح في الفصل الثالث، والذي يقيم مستوى الاستجابة. والجدول التالي يوضح النتائج التي تم التوصل إليها باستخدام برنامج (SPSS v.28).

الجدول رقم (5): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لأبعاد الحوكمة التكنولوجية ومستواها

الترتيب	البُعد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المستوى
1	حوكمة الأمن السيبراني	4.05	0.72	مرتفع جداً
2	حوكمة البيانات والمعلومات	3.98	0.68	مرتفع
3	حوكمة البنية التحتية التكنولوجية	3.85	0.75	مرتفع
4	حوكمة القرارات التكنولوجية والاستثمارات	3.79	0.81	مرتفع
5	حوكمة الموارد البشرية التكنولوجية	3.65	0.79	مرتفع
المتغير الكلي	الحوكمة التكنولوجية	3.86	0.65	مرتفع

يوضح هذا الجدول المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاستجابات أفراد عينة الدراسة على أبعاد الحوكمة التكنولوجية، إضافة إلى المتوسط العام للمتغير الكلي، مع تحديد مستوى تطبيق كل بُعد والمتغير ككل بناءً على معيار التفسير.

يُظهر الجدول رقم (5) أن المستوى العام لتطبيق معايير الحوكمة التكنولوجية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة جاء "مرتفعاً"، حيث بلغ المتوسط الحسابي الكلي للمتغير 3.86 بانحراف معياري 0.65. يشير هذا إلى أن أفراد العينة يرون أن هناك جهوداً ملحوظة وتطبيقاً جيداً لمعظم أبعاد الحوكمة التكنولوجية في القطاع.

وبتفصيل أكثر، جاء بُعد "حوكمة الأمن السيبراني" في المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (4.05) وبمستوى "مرتفع جداً". يعكس هذا اهتماماً كبيراً وحرصاً على حماية أنظمة وشبكات الكهرباء من التهديدات السيبرانية المتزايدة، وهو أمر بالغ الأهمية بالنظر إلى حساسية البنية التحتية للطاقة وأهميتها الاستراتيجية. هذا قد يرجع إلى الاستثمارات الأخيرة في أنظمة الأمن السيبراني والالتزام بالمعايير الوطنية والدولية، خاصة مع تزايد الوعي بخطورة الهجمات الإلكترونية على القطاعات الحيوية في المنطقة والعالم.

تلتها أبعاد "حوكمة البيانات والمعلومات" بمتوسط (3.98) و"حوكمة البنية التحتية التكنولوجية" بمتوسط (3.85)، و"حوكمة القرارات التكنولوجية والاستثمارات" بمتوسط (3.79)، وجميعها جاءت بمستوى "مرتفع". يشير ذلك إلى وجود آليات جيدة لإدارة البيانات والبنية التحتية، وأن القرارات التكنولوجية تتخذ بشكل منهجي.

أما بُعد "حوكمة الموارد البشرية التكنولوجية" فقد جاء في المرتبة الأخيرة بمتوسط (3.65) وبمستوى "مرتفع" أيضاً، ولكنه الأدنى بين الأبعاد. قد يوحي هذا بأن هناك مجالاً أكبر للتحسين في جانب تأهيل وتطوير الكفاءات البشرية المختصة بالتقنية، أو أن التحديات المتعلقة بتوفير واستبقاء المواهب التقنية لا تزال قائمة بشكل أكبر مقارنة بالجوانب التقنية البحتة.

تتفق هذه النتيجة العامة حول المستوى المرتفع لتطبيق معايير الحوكمة التكنولوجية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة مع الاتجاهات العالمية والإقليمية نحو تعزيز حوكمة تقنية المعلومات في القطاعات الحيوية. فدراسة الحربي والعمرى (2023) في المملكة العربية السعودية، والتي ركزت على قطاع الكهرباء، أشارت إلى فاعلية أنظمة الحوكمة التكنولوجية في تخفيف المخاطر، مما يدعم وجود مستوى تطبيق جيد لهذه المعايير. كما أن دراسة Al-Muhanna (2023) أكدت أن المملكة

العربية السعودية تنصدر دول الخليج في تطبيق معايير الحوكمة التكنولوجية، مما ينسجم مع المستوى المرتفع الذي توصلت إليه الدراسة الحالية في منطقة مكة المكرمة.

التركيز المرتفع على حوكمة الأمن السيبراني، الذي ظهر كأعلى الأبعاد تطبيقاً، يتوافق مع توصيات دراسات مثل NIST (2021) التي طورت إطاراً أمنياً خاصاً بقطاع الطاقة، وورقة Siemens (2016) التي شددت على أهمية الأمن السيبراني من منظور الحوكمة. يعكس هذا وعياً متزايداً بالتهديدات السيبرانية التي أصبحت تشكل خطراً حقيقياً على البنى التحتية الحيوية، كما أشارت دراسة العتيبي والزهراني (2022).

في المقابل، فإن موقع بُعد "حوكمة الموارد البشرية التكنولوجية" كأدنى الأبعاد في الترتيب، وإن كان لا يزال "مرتفعاً"، قد يشير إلى تحدٍ كامن يتطلب المزيد من الاهتمام. فبينما تركز الحوكمة على الأنظمة والعمليات، يبقى العنصر البشري حجر الزاوية في تطبيق هذه الأنظمة بفاعلية. هذا الجانب يتطلب المزيد من الاستثمار في التدريب والتطوير المستمر، لضمان امتلاك الكوادر للمهارات اللازمة لمواكبة التطورات التقنية وتحديات الأمن السيبراني، وهو ما لم تركز عليه الدراسات السابقة بشكل كافٍ كبعد مستقل ضمن أبعاد الحوكمة.

بشكل عام، تؤكد النتائج أن قطاع الكهرباء في منطقة مكة المكرمة يولي اهتماماً كبيراً بتطبيق الحوكمة التكنولوجية، وهو ما يمثل ركيزة أساسية لأي جهود لاحقة في إدارة المخاطر التشغيلية بفاعلية.

النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني للدراسة

ينص السؤال الثاني للدراسة على: "ما طبيعة المخاطر التشغيلية الأكثر شيوعاً في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة؟". وللإجابة عن هذا السؤال، تم تحليل استجابات أفراد عينة الدراسة على فقرات وأبعاد المتغير التابع "إدارة المخاطر التشغيلية" للمحور الثاني المتوافر في أداة الدراسة، وذلك من خلال التركيز على الفقرات التي تعكس طبيعة المخاطر وتكرار حدوثها أو تأثيرها. تم إيجاد قيمة المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لكل فقرة ولكل بُعد من أبعاد إدارة المخاطر التشغيلية، وخصوصاً تلك المتعلقة بتحديد وتقييم المخاطر. تم بعد ذلك تفسير النتائج بالاستناد إلى معيار تفسير المتوسطات الحسابية الموضح في الفصل الثالث. والجدول التالي يوضح النتائج التي تم التوصل إليها باستخدام برنامج (SPSS v.28).

الجدول رقم (6): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لأبعاد إدارة المخاطر التشغيلية ومستواها

الترتيب	البُعد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	المستوى
1	تحديد المخاطر التشغيلية	4.10	0.70	مرتفع جداً
2	معالجة المخاطر التشغيلية	3.95	0.73	مرتفع
3	مراقبة ومراجعة المخاطر التشغيلية	3.88	0.71	مرتفع
4	تقييم المخاطر التشغيلية	3.75	0.78	مرتفع
5	المرونة التشغيلية	3.60	0.82	مرتفع
المتغير الكلي	إدارة المخاطر التشغيلية	3.86	0.67	مرتفع

يُشير الجدول رقم (6) إلى أن المستوى العام لإدارة المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة جاء "مرتفعاً" بمتوسط حسابي كلي بلغ 3.86 وانحراف معياري 0.67. هذا يعكس وعياً جيداً وجهوداً مبذولة لإدارة المخاطر التي تواجه القطاع.

وبتحليل الأبعاد الفرعية، يتبين أن بُعد "تحديد المخاطر التشغيلية" حاز على المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (4.10) وبمستوى "مرتفع جداً". هذا يعني أن القطاع يمتلك آليات فعالة في الكشف عن المخاطر المحتملة وتحديد طبيعتها بشكل استباقي. قد يعود ذلك إلى الخبرة التراكمية في التعامل مع التحديات التشغيلية، خاصة في بيئة تشغيلية حساسة ومتغيرة مثل منطقة مكة المكرمة التي تشهد مواسم ذات طلب عالٍ على الطاقة. يتبع هذا البُعد في الأهمية "معالجة المخاطر التشغيلية" بمتوسط (3.95) و"مراقبة ومراجعة المخاطر التشغيلية" بمتوسط (3.88)، وكلاهما بمستوى "مرتفع"، مما يدل على وجود خطط استجابة ومتابعة جيدة للمخاطر المحددة. أما بُعد "تقييم المخاطر التشغيلية" فقد جاء بمتوسط (3.75) و"المرونة التشغيلية" بمتوسط (3.60)، وكلاهما بمستوى "مرتفع"، لكنهما في المراتب الأدنى. يشير ذلك إلى أن عملية التقييم الدقيق للاحتمالية وتأثير المخاطر قد تحتاج إلى المزيد من التعمق، وأن القدرة على التكيف والتعافي السريع بعد الاضطرابات (المرونة التشغيلية) قد تكون مجالاً للتحسين، بالرغم من أن المستوى العام لا يزال جيداً.

تتوافق النتائج المتعلقة بالمستوى المرتفع لإدارة المخاطر التشغيلية بشكل عام مع التوقعات لدراسة تُجرى في قطاع حيوي ومهم مثل الكهرباء في منطقة ذات حساسية عالية. فالالتزام بالمعايير الدولية والمحلية في إدارة المخاطر، كما أشارت دراسة ISO (2018) التي قدمت مبادئ لإدارة المخاطر في قطاع الطاقة، يدعم وجود أنظمة قوية لإدارة المخاطر. كما أن تركيز دراسة الجهني (2021) على تحديد أنجع الممارسات لإدارة المخاطر التشغيلية في البنى التحتية الحيوية يتقاطع مع النتيجة الحالية التي تظهر اهتماماً كبيراً بتحديد المخاطر.

الترتيب المتقدم لبُعد "تحديد المخاطر" يعكس وعياً مؤسسياً بأهمية الخطوة الأولى في إدارة المخاطر. وهذا يتسق مع طبيعة قطاع الكهرباء الذي يعتمد على المراقبة المستمرة والكشف المبكر عن أي مشكلات. ومع ذلك، فإن ترتيب "المرونة التشغيلية" في المرتبة الأخيرة، وإن كان مرتفعاً، قد يشير إلى الحاجة إلى تعزيز القدرة على الصمود والتعافي السريع في مواجهة الحوادث الكبرى أو غير المتوقعة. فقد أشارت دراسة Ghafurian & Gharavi (2021) إلى أهمية مرونة الشبكات الذكية، مما يبرز أن هذا البُعد لا يزال بحاجة إلى تطوير مستمر لضمان استمرارية الخدمات بشكل لا يتأثر بالصدمات.

كما أن هذا الترتيب قد يعكس واقعاً أن الجهود تنصب بشكل أكبر على تحديد المخاطر التقليدية والتعامل معها، بينما قد تكون المرونة تجاه المخاطر الناشئة أو عالية التأثير أقل تطوراً، خاصة تلك التي قد تنجم عن تحديات التحول الرقمي، وهو ما أشارت إليه دراسة World Bank (2021) حول مخاطر القطاع في الدول النامية حيث ذكرت ضعف الحوكمة التكنولوجية كسبب للأعطال. وبالتالي، تتجه النتائج نحو تأكيد أن هناك أسساً قوية لإدارة المخاطر، ولكن هناك مجالاً للتحسين في بعض الجوانب الأكثر تعقيداً وديناميكية.

النتائج المتعلقة بالسؤال الثالث للدراسة

ينص السؤال الثالث للدراسة على: "ما العلاقة بين تطبيق الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة؟". وللإجابة عن هذا السؤال، تم تحليل العلاقة بين المتغير المستقل "الحوكمة التكنولوجية" والمتغير التابع "إدارة المخاطر التشغيلية" باستخدام معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation Coefficient)، وذلك بعد إيجاد المتوسطات الكلية لكلا المتغيرين. يهدف هذا التحليل إلى تحديد طبيعة وقوة العلاقة بينهما. والجدول التالي يوضح النتائج التي تم التوصل إليها باستخدام برنامج (SPSS v.28).

الجدول رقم (7): مصفوفة معاملات ارتباط بيرسون بين الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية

المتغيرات	الحوكمة التكنولوجية (المتغير المستقل)	إدارة المخاطر التشغيلية (المتغير التابع)
الحوكمة التكنولوجية	1	0.785**
إدارة المخاطر التشغيلية	0.785**	1

** العلاقة دالة إحصائياً عند مستوى الدلالة (0.01)

يُظهر الجدول رقم (7) وجود علاقة ارتباطية إيجابية قوية وذات دلالة إحصائية بين تطبيق الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة، حيث بلغ معامل ارتباط بيرسون (0.785) عند مستوى دلالة أقل من 0.01 ($P > 0.01$). تشير هذه النتيجة

إلى أنه كلما كان مستوى تطبيق معايير الحوكمة التكنولوجية مرتفعاً، كلما كانت إدارة المخاطر التشغيلية أكثر فعالية وكفاءة. هذه العلاقة القوية تعكس التكامل والترابط بين المتغيرين، حيث لا يمكن فصل تحسين أحدهما عن الآخر.

تفسر هذه النتيجة بأن الحوكمة التكنولوجية، من خلال أبعادها المختلفة (مثل حوكمة البيانات، البنية التحتية، الأمن السيبراني، القرارات، والموارد البشرية)، توفر الأطر والآليات اللازمة التي تدعم عمليات إدارة المخاطر التشغيلية بشكل منهجي. فعلى سبيل المثال، تساهم حوكمة البيانات في توفير معلومات دقيقة وموثوقة لتحديد وتقييم المخاطر، بينما تضمن حوكمة الأمن السيبراني الحماية ضد التهديدات التي قد تؤدي إلى أعطال تشغيلية. هذا الارتباط الإيجابي القوي يعزز من فكرة أن الحوكمة التكنولوجية ليست مجرد وظيفة داعمة، بل هي عامل تمكين رئيسي لإدارة المخاطر بكفاءة في بيئة تشغيلية حساسة ومعقدة مثل قطاع الكهرباء.

تتفق هذه النتيجة بشكل كبير مع الأدبيات والدراسات السابقة التي أكدت على العلاقة الإيجابية والقوية بين حوكمة تقنية المعلومات (التي تشمل الحوكمة التكنولوجية) وإدارة المخاطر التشغيلية أو الأداء التشغيلي العام. على سبيل المثال، توصلت دراسة الحربي والعمرى (2023) إلى أن حوكمة التقنية تساهم في تخفيف المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء، وهو ما ينسجم تماماً مع الارتباط القوي المكتشف في هذه الدراسة. كذلك، أكدت دراسة Ross & Weill (2020) أن المنظمات التي تطبق حوكمة تكنولوجية متكاملة تحقق كفاءة تشغيلية أعلى، وهذا يتقاطع مع العلاقة المباشرة بين الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر، حيث أن الإدارة الفعالة للمخاطر هي أحد أبرز مؤشرات الكفاءة التشغيلية. كما أن دراسة ISO (2018) أشارت إلى أن التكامل بين الحوكمة وإدارة المخاطر يحسن الأداء، مما يدعم بقوة نتيجة وجود علاقة قوية بينهما.

حتى الدراسات التي تناولت جوانب محددة، مثل دراسة Ghafurian & Gharavi (2021) حول مرونة الشبكات الذكية، وجدت أن أنظمة الحوكمة التكنولوجية تخفف وقت استعادة الخدمة، وهذا مؤشر مباشر على تحسين إدارة المخاطر التشغيلية. إن الاتفاق العام بين هذه الدراسة والدراسات السابقة يعزز من صحة النتيجة، ويؤكد على أن تبني أطر حوكمة تكنولوجية قوية هو حجر الزاوية في بناء قدرات فعالة لإدارة المخاطر في القطاعات الحيوية، لا سيما في قطاع حيوي ومحدد مثل الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة، والذي يتطلب مستوى عالٍ من الموثوقية التشغيلية.

النتائج المتعلقة بالسؤال الرابع للدراسة

ينص السؤال الرابع للدراسة على: "كيف يؤثر تحسين آليات الحوكمة التكنولوجية في خفض معدلات المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة؟". وللإجابة عن هذا السؤال وقياس تأثير أبعاد الحوكمة التكنولوجية (المتغير المستقل) على إدارة المخاطر التشغيلية (المتغير التابع)، تم استخدام تحليل الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Linear Regression Analysis). يهدف هذا التحليل إلى تحديد أي من أبعاد الحوكمة التكنولوجية يساهم بشكل أكبر في تفسير التباين في إدارة المخاطر التشغيلية، ومدى قوة هذا التأثير. يوضح الجدول التالي أبرز النتائج التي تم التوصل إليها باستخدام برنامج (SPSS v.28).

الجدول رقم (8): ملخص نموذج الانحدار الخطي المتعدد

المتغير التابع	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
إدارة المخاطر التشغيلية	0.812	0.659	0.648	0.402

يوضح هذا الجدول مدى قدرة نموذج الانحدار الخطي المتعدد على تفسير التباين في المتغير التابع (إدارة المخاطر التشغيلية) بناءً على المتغير المستقل (الحوكمة التكنولوجية وأبعادها).

الجدول رقم (9): نتائج تحليل التباين (ANOVA) لنموذج الانحدار

النموذج	مجموع المربعات	درجات الحرية (df)	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة (Sig.)
الانحدار	38.567	5	7.713	47.747	0.000
المتبقي	19.965	123	0.162		
الإجمالي	58.532	128			

يُبين هذا الجدول الدلالة الإحصائية لنموذج الانحدار ككل، ويشير إلى مدى مساهمة المتغيرات المستقلة في تفسير المتغير التابع.

الجدول رقم (10): معاملات الانحدار (Beta) لأبعاد الحوكمة التكنولوجية

الأبعاد	المعاملات غير المعيارية (B)	الخطأ المعياري (Std. Error)	المعاملات المعيارية (Beta)	قيمة t	مستوى الدلالة (Sig.)
الثابت	0.540	0.285		1.895	0.060
حوكمة البيانات والمعلومات	0.285	0.072	0.315	3.958	0.000
حوكمة البنية التحتية التكنولوجية	0.198	0.065	0.225	3.046	0.003
حوكمة القرارات التكنولوجية	0.154	0.059	0.170	2.610	0.010
حوكمة الأمن السيبراني	0.320	0.078	0.350	4.103	0.000
حوكمة الموارد البشرية	0.087	0.045	0.095	1.933	0.055

يوضح هذا الجدول التأثير النسبي والدلالة الإحصائية لكل بُعد من أبعاد الحوكمة التكنولوجية على إدارة المخاطر التشغيلية.

تُظهر نتائج تحليل الانحدار الخطي المتعدد في الجداول (8، 9، 10) أن نموذج الانحدار كان ذا دلالة إحصائية عالية (قيمة $F = 47.747$ ، ومستوى الدلالة 0.000)، مما يعني أن أبعاد الحوكمة التكنولوجية تساهم بشكل كبير في تفسير التباين في إدارة المخاطر التشغيلية.

يشير الجدول رقم (8) إلى أن قيمة معامل التحديد ($2R$) بلغت 0.659، مما يعني أن أبعاد الحوكمة التكنولوجية تفسر ما نسبته 65.9% من التباين الكلي في إدارة المخاطر التشغيلية بقطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة. هذه نسبة تفسيرية عالية جداً، وتؤكد على الأهمية المحورية للحوكمة التكنولوجية كعامل مؤثر في فاعلية إدارة المخاطر التشغيلية.

أما الجدول رقم (10) الذي يعرض معاملات الانحدار، فيوضح التأثير الخاص لكل بُعد من أبعاد الحوكمة التكنولوجية:

- **حوكمة الأمن السيبراني** ($Beta = 0.350$, $Sig. = 0.000$) جاءت كأكثر الأبعاد تأثيراً وإسهاماً في تحسين إدارة المخاطر التشغيلية. هذا يشير إلى أن تعزيز ممارسات الأمن السيبراني له أثر مباشر وقوي في تقليل التهديدات والاختراقات التي قد تؤدي إلى أعطال تشغيلية.
- **حوكمة البيانات والمعلومات** ($Beta = 0.315$, $Sig. = 0.000$) جاءت في المرتبة الثانية من حيث التأثير، مما يؤكد أن جودة البيانات ودقتها وتكاملها تعد أساساً لعمليات تحديد المخاطر وتقييمها والاستجابة لها بكفاءة.
- **حوكمة البنية التحتية التكنولوجية** ($Beta = 0.225$, $Sig. = 0.003$) أظهرت تأثيراً إيجابياً ومهماً، مما يدل على أن تصميم بنية تحتية مرنة وموثوقة، وإدارة صيانتها وتحديثها، يسهم مباشرة في خفض المخاطر التشغيلية.
- **حوكمة القرارات التكنولوجية والاستثمارات** ($Beta = 0.170$, $Sig. = 0.010$) كان لها تأثير إيجابي ودال إحصائياً أيضاً، مما يعني أن اتخاذ القرارات التكنولوجية الصائبة وتوجيه الاستثمارات بشكل فعال يقلل من المخاطر المستقبلية ويدعم الأداء التشغيلي.
- بينما بُعد **حوكمة الموارد البشرية التكنولوجية** ($Beta = 0.095$, $Sig. = 0.055$) أظهر تأثيراً أقل نسبياً، حيث كان على وشك الدلالة الإحصائية عند مستوى 0.05، لكنه لا يزال إيجابياً. هذا يشير إلى أن الكفاءات البشرية والتدريب تسهم في إدارة المخاطر، ولكن ربما بطريقة أقل مباشرة من الجوانب التقنية البحتة، أو أن تأثيرها يتجلى بشكل غير مباشر عبر الأبعاد الأخرى.

بشكل عام، تُشير النتائج إلى أن تحسين آليات الحوكمة التكنولوجية، وخصوصاً في مجالات الأمن السيبراني وجودة البيانات والبنية التحتية، يُسهم بشكل مباشر وفعال في خفض معدلات المخاطر التشغيلية وتعزيز كفاءة إدارتها في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة.

تؤكد نتائج تحليل الانحدار الخطي المتعدد الفرضية الرئيسية للدراسة، وتُقدم دليلاً إحصائياً قوياً على أن الحوكمة التكنولوجية ليست مجرد عامل مساعد، بل هي مُحدد رئيسي وفعال في إدارة المخاطر التشغيلية. هذه النتيجة تترابط بشكل وثيق مع النتائج التي توصلت إليها الدراسات السابقة. فدراسة Khan et al (2020) أشارت إلى أن زيادة تبني الحوكمة التكنولوجية تقلل التكاليف التشغيلية، وهذا يتسق مع فكرة أن خفض المخاطر يؤدي إلى كفاءة أكبر.

كما أن التأثير القوي لـ **"حوكمة الأمن السيبراني"** يتفق تماماً مع التوصيات العالمية والمحلية التي تضع الأمن السيبراني على رأس الأولويات في البنى التحتية الحيوية. دراسة NIST (2021) التي طورت إطاراً أمنياً لقطاع الطاقة، وورقة Siemens (2016) التي ركزت على الأمن السيبراني من منظور الحوكمة، كلاهما يدعمان بشكل مباشر أهمية هذا البُعد في التخفيف من المخاطر. هذا يُشير إلى أن الاستثمارات في الأمن السيبراني ليست رفاهية، بل ضرورة لضمان استمرارية الخدمات. تأثير **"حوكمة البيانات والمعلومات"** يبرز أهمية البيانات كقود لعمليات إدارة المخاطر الحديثة. فدقة المعلومات وتوفرها يُمكن من تحديد المخاطر بدقة وتقييمها بفاعلية، وهو ما يعكس الجوانب المرتفعة التي ظهرت في نتائج السؤال الثاني حول تحديد المخاطر.

وبينما كانت جميع الأبعاد ذات تأثير إيجابي، فإن التأثير الأقل لـ **"حوكمة الموارد البشرية التكنولوجية"** قد يُشير إلى أن الأثر المباشر للعنصر البشري في خفض المخاطر التشغيلية قد يكون معقداً ويتفاعل مع عوامل أخرى، أو أن أثره يتجلى بشكل غير مباشر من خلال دعم الأبعاد الأخرى للحوكمة. على الرغم من ذلك، لا يمكن إغفال أهمية الكفاءة البشرية في تطبيق أي نظام حوكمة فعال.

وفي ضوء ما سبق، يمكن القول بأن النتيجة الشاملة لنموذج الانحدار (قدرة الحوكمة التكنولوجية على تفسير 65.9% من التباين في إدارة المخاطر) تقدم دليلاً تجريبياً قوياً على أن تحسين آليات الحوكمة التكنولوجية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة سيسهم بشكل كبير وملحوس في خفض معدلات المخاطر التشغيلية، مما يعزز من موثوقية واستمرارية إمدادات الطاقة في هذه المنطقة الحيوية.

خلاصة بنتائج الدراسة

خلصت الدراسة إلى أن مستوى تطبيق معايير الحوكمة التكنولوجية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة مرتفع بشكل عام، مع إيلاء اهتمام خاص لُبعد حوكمة الأمن السيبراني الذي جاء بمستوى مرتفع جداً. كما أظهرت النتائج أن مستوى إدارة المخاطر التشغيلية في القطاع مرتفع أيضاً، وأن هناك آليات قوية لتحديد المخاطر التشغيلية. والأهم من ذلك، كشفت الدراسة عن وجود علاقة ارتباطية إيجابية وقوية وذات دلالة إحصائية بين تطبيق الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية. وأخيراً، أكد تحليل الانحدار الخطي المتعدد أن الحوكمة التكنولوجية تؤثر بشكل إيجابي وملحوس في خفض معدلات المخاطر التشغيلية، حيث تفسر أبعادها مجتمعة ما يقارب 65.9% من التباين في إدارة المخاطر. وقد برزت أبعاد حوكمة الأمن السيبراني، وحوكمة البيانات والمعلومات، وحوكمة البنية التحتية التكنولوجية كأكثر الأبعاد تأثيراً في تعزيز إدارة المخاطر التشغيلية.

استنتاجات الدراسة

بناءً على النتائج التي تم التوصل إليها، يمكن استخلاص عدة استنتاجات رئيسية:

1. **أهمية الحوكمة التكنولوجية كركيزة أساسية:** تُعد الحوكمة التكنولوجية، بجميع أبعادها، بمثابة العمود الفقري لعملية إدارة المخاطر التشغيلية الفعالة في قطاع الكهرباء. إن تطبيقها الجيد يسهم مباشرة في خلق بيئة تشغيلية أكثر أماناً وكفاءة.
2. **الأمن السيبراني أولوية قصوى:** يُعد الاستثمار في حوكمة الأمن السيبراني وتطبيقاتها المتقدمة استراتيجية ناجحة وضرورية لقطاع الكهرباء، لما له من تأثير مباشر وقوي في تقليل التهديدات التي قد تعيق العمليات وتسبب أعطالاً.
3. **البيانات قوة دافعة:** جودة البيانات وتكاملها ليست مجرد مسألة إدارية، بل هي عامل حاسم في قدرة القطاع على تحديد المخاطر وتقييمها بدقة، مما يسهل اتخاذ القرارات السليمة.
4. **تكامل الأنظمة والبنى التحتية:** تساهم الحوكمة الجيدة للبنية التحتية التكنولوجية في بناء أنظمة أكثر مرونة وموثوقية، وهو ما ينعكس إيجاباً على قدرة القطاع على الصمود أمام التحديات التشغيلية.

5. الحاجة لتطوير الكفاءات البشرية: على الرغم من المستوى المرتفع العام، لا يزال هناك مجال لتحسين حوكمة الموارد البشرية التكنولوجية لضمان مواكبتها للتطورات التقنية وتلبية احتياجات القطاع المتغيرة في إدارة المخاطر.

6. خصوصية سياق مكة المكرمة: يؤكد ارتفاع مستوى تطبيق الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر على إدراك قطاع الكهرباء في منطقة مكة المكرمة لأهمية توفير خدمة موثوقة ومستقرة في منطقة ذات حساسية عالية ومتطلبات تشغيلية فريدة، خاصة خلال المواسم ذات الكثافة البشرية العالية.

توصيات عملية للدراسة مدعمة بإجراءات تنفيذية

بناءً على الاستنتاجات السابقة، تقدم الدراسة التوصيات العملية التالية لتعزيز دور الحوكمة التكنولوجية في إدارة المخاطر التشغيلية بقطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة:

1. تعزيز وتطوير إطار الحوكمة الشامل للأمن السيبراني:

- التوصية: الاستمرار في الاستثمار وتحديث أنظمة وسياسات الأمن السيبراني، مع التركيز على الحلول المبتكرة لمواجهة التهديدات المتطورة.
- إجراءات تنفيذية:

- تطبيق إطار الأمن السيبراني الموحد (مثل NIST CSF أو الإطار السعودي للأمن السيبراني) بشكل شامل عبر جميع طبقات البنية التحتية لقطاع الكهرباء.

- إجراء عمليات تقييم اختراق واختبارات تحمل منتظمة (Penetration Testing & Stress Testing) للأنظمة والشبكات للكشف عن الثغرات بشكل استباقي.

- التعاون مع الجهات الوطنية والدولية المتخصصة في الأمن السيبراني لتبادل الخبرات وأفضل الممارسات.

2. تحسين جودة البيانات وتكامل أنظمة المعلومات لدعم اتخاذ القرار:

- التوصية: إعطاء أولوية قصوى لمبادرات تحسين جودة البيانات وضمان تكامل جميع قواعد البيانات المتعلقة بالعمليات التشغيلية.

○ إجراءات تنفيذية:

- تطوير نظام مركزي لإدارة البيانات التشغيلية يضمن دقتها وحدائتها وتكاملها من مصادر متعددة.
- تطبيق أدوات تحليل البيانات المتقدمة (Big Data Analytics) لاستخلاص رؤى أعمق حول أنماط المخاطر وتوقع الأعطال.
- تدريب الكوادر على تحليل البيانات واتخاذ القرارات المبنية على الأدلة لتعزيز كفاءة إدارة المخاطر.

3. تعزيز مرونة البنية التحتية التكنولوجية وخطط استمرارية الأعمال:

- التوصية: الاستثمار في تقنيات تعزز من مرونة الشبكة وقدرتها على التعافي السريع من الاضطرابات، بما يتجاوز مجرد الصيانة الدورية.

○ إجراءات تنفيذية:

- دراسة وتطبيق تقنيات الشبكات الذكية (Smart Grid) المتقدمة التي توفر قدرة أعلى على التحكم الذاتي وإعادة التوجيه التلقائي للطاقة.
- تطوير خطط استمرارية أعمال شاملة ودورية الاختبار (Business Disaster Recovery Planning & Continuity Planning) لضمان سرعة استعادة الخدمة بعد أي حادث كبير.
- تنويع مصادر الطاقة والمسارات الاحتياطية لشبكات النقل والتوزيع لتقليل الاعتماد على نقطة فشل واحدة.

4. تطوير الكفاءات البشرية في مجال التقنية وإدارة المخاطر:

- التوصية: الاستثمار في تنمية المهارات والكفاءات البشرية اللازمة لتطبيق الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر بفاعلية.

○ إجراءات تنفيذية:

- تصميم وتنفيذ برامج تدريب متقدمة ومستمرة للمهندسين والفنيين والإداريين على أحدث تقنيات الحوكمة، الأمن السيبراني، وإدارة المخاطر.

▪ جذب الكفاءات المتخصصة في مجالات تقنيات الطاقة الحديثة والأمن السيبراني، ووضع حوافز للاحتفاظ بهم.

▪ إنشاء فرق عمل متعددة التخصصات (Cross-functional Teams) لتعزيز تبادل المعرفة والخبرات بين مختلف الأقسام (تشغيل، صيانة، تقنية معلومات، أمن سيبراني).

5. تضمين خصوصية منطقة مكة المكرمة في استراتيجيات الحوكمة وإدارة المخاطر:

○ التوصية: الأخذ في الاعتبار الزيادة الهائلة في الطلب على الطاقة خلال مواسم الحج والعمرة عند تخطيط وتصميم وتنفيذ آليات الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر.

○ إجراءات تنفيذية:

▪ إجراء تحليلات مخاطر تشغيلية خاصة بالمواسم، وتطوير سيناريوهات طوارئ معدة مسبقاً للتعامل مع أي أعطال محتملة خلال فترات الذروة.

▪ تخصيص موارد إضافية (بشرية وتقنية) لقطاع الكهرباء في منطقة مكة المكرمة خلال المواسم لضمان أعلى مستويات الجاهزية والاستجابة.

▪ تطوير مؤشرات أداء رئيسية (KPIs) خاصة بموثوقية الخدمة خلال فترات الذروة، ومراقبتها بشكل دقيق.

6. تطوير ثقافة المخاطر والمساءلة على مستوى القطاع:

○ التوصية: تعزيز الوعي بالمخاطر وتنمية حس المسؤولية المشتركة في جميع مستويات قطاع الكهرباء لضمان استباقية التعامل مع التحديات التشغيلية.

○ إجراءات تنفيذية:

▪ إطلاق برامج توعية دورية لجميع الموظفين حول أهمية إدارة المخاطر التشغيلية ودور كل فرد في تحقيقها، مع التركيز على الأمثلة العملية.

▪ تضمين مؤشرات أداء رئيسية (KPIs) تتعلق بإدارة المخاطر في تقييم أداء الأقسام والأفراد، لربط المسؤولية بالنتائج.

- إنشاء قنوات إبلاغ سهلة ومحفزة للموظفين للإبلاغ عن المخاطر المحتملة أو الحوادث الوشيكة دون خوف من المساءلة السلبية.

7. تبني مبادئ "الحوكمة الرشيقة" (Agile Governance) في إدارة المخاطر التكنولوجية:

- التوصية: الانتقال نحو نماذج حوكمة أكثر مرونة وتكيفاً، تتيح الاستجابة السريعة للمخاطر الناشئة والتغيرات التكنولوجية المتسارعة.
- إجراءات تنفيذية:

- تطبيق منهجيات رشيقة (Agile Methodologies) في إدارة مشاريع التحول التكنولوجي وتطوير الأنظمة، لضمان التكيف المستمر مع متطلبات المخاطر.

- إنشاء فرق عمل صغيرة ومتعددة التخصصات تتمتع بالصلاحيات لاتخاذ قرارات سريعة بشأن المخاطر التشغيلية العاجلة.

- إعادة تقييم وتحديث أطر الحوكمة التكنولوجية بشكل دوري (سنوياً على الأقل) لضمان مواكبتها لأحدث التطورات وأفضل الممارسات.

8. الاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحليلات البيانات الضخمة في التنبؤ بالمخاطر:

- التوصية: دمج التقنيات المتقدمة لتحليل البيانات والذكاء الاصطناعي لتعزيز القدرة على التنبؤ بالمخاطر التشغيلية قبل وقوعها.
- إجراءات تنفيذية:

- تطوير أو تبني منصات تحليل بيانات متقدمة تستخدم خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتحليل بيانات التشغيل التاريخية وتحديد الأنماط الدالة على المخاطر.

- إنشاء أنظمة إنذار مبكر تعتمد على الذكاء الاصطناعي لمراقبة أداء المعدات والشبكات والتنبيه بوجود مؤشرات محتملة للفشل.

- التعاون مع المؤسسات البحثية والجامعات لتطوير نماذج تنبؤ بالمخاطر خاصة بقطاع الكهرباء في منطقة مكة المكرمة.

مقترحات لدراسات مستقبلية

بناءً على نتائج الدراسة الحالية والفجوات البحثية المتبقية، تقترح هذه الدراسة العناوين التالية لدراسات مستقبلية يمكن أن تكون امتداداً للبحث الحالي وتثري المعرفة في هذا المجال:

1. "تأثير الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الضخمة على تعزيز مرونة الشبكات الذكية في قطاع الكهرباء السعودي: دراسة حالة على منطقة مكة المكرمة": تركز هذه الدراسة على كيفية استخدام التقنيات الناشئة بشكل مباشر في تحسين قدرة الشبكة على الصمود والتعافي من الأعطال، كاستكمال للتوصية الثامنة للدراسة الحالية.

2. "تقييم فعالية أطر الحوكمة التكنولوجية في إدارة المخاطر الناشئة (Emerging Risks) في قطاع الطاقة بالمملكة العربية السعودية": تتناول هذه الدراسة كيفية استجابة أطر الحوكمة الحالية للمخاطر الجديدة وغير المتوقعة، مثل التهديدات السيبرانية المعقدة أو التغيرات المناخية، بدلاً من التركيز على المخاطر التقليدية.

3. "دراسة مقارنة بين أثر حوكمة الموارد البشرية التكنولوجية على الأداء التشغيلي في شركات الكهرباء بالدول النامية والمتقدمة": هذه الدراسة ستمكن من فهم أعمق لدور العنصر البشري في الحوكمة التكنولوجية وتأثيره على إدارة المخاطر، وستسد الفجوة المتعلقة بهذا البعد الذي ظهر أقل تأثيراً في الدراسة الحالية.

خاتمة شاملة للدراسة

لقد سعت هذه الدراسة إلى استكشاف وتحليل دور الحوكمة التكنولوجية في إدارة المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة، وهي منطقة ذات أهمية استراتيجية وحساسة تشغيلية فريدة. من خلال منهج وصفي تحليلي، واعتماداً على أداة الاستبيان المطبقة على عينة من المختصين في القطاع، كشفت الدراسة عن نتائج مهمة تؤكد على العلاقة الوثيقة والتأثير الإيجابي للحوكمة التكنولوجية في تعزيز كفاءة إدارة المخاطر.

أظهرت النتائج أن هناك مستوى مرتفعاً من تطبيق معايير الحوكمة التكنولوجية وإدارة المخاطر التشغيلية في القطاع، مع تميز خاص في جوانب الأمن السيبراني وتحديد المخاطر. والأكثر أهمية، قدمت الدراسة دليلاً إحصائياً قوياً على أن تحسين آليات الحوكمة التكنولوجية، لا سيما في حوكمة الأمن السيبراني والبيانات والبنية التحتية، يسهم بشكل مباشر في خفض معدلات المخاطر التشغيلية وتعزيز المرونة.

تؤكد هذه الدراسة أن قطاع الكهرباء في منطقة مكة المكرمة يسير في الاتجاه الصحيح نحو بناء بنية تحتية طاغوية آمنة وموثوقة، مدعومة بإطار حوكمة تكنولوجياية قوي. ومع ذلك، فإن التحديات لا تزال قائمة، خاصة فيما يتعلق بتعزيز الكفاءات البشرية وتكييف أطر الحوكمة لمواجهة المخاطر الناشئة والاستفادة من أحدث التقنيات.

ختاماً، تأمل هذه الدراسة أن تكون قد قدمت إضافة علمية ومعرفية للإطار النظري المتعلق بالحوكمة التكنولوجياية وإدارة المخاطر في القطاعات الحيوية، وأن تكون توصياتها العملية بمثابة خارطة طريق للجهات المعنية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة، للمضي قدماً نحو تعزيز الأمن التشغيلي وتحقيق أعلى مستويات الموثوقية في تقديم خدمات الطاقة الحيوية. إن استمرارية البحث العلمي في هذا المجال، كما أشارت المقترحات المستقبلية، ستضمن مواكبة التحديات المتجددة ودعم مسيرة التنمية المستدامة.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية

- الحربي، خالد بن عبدالعزيز، والعمرى، محمد بن إبراهيم. (2023). حوكمة التقنية في المنشآت الحيوية: دراسة تطبيقية على قطاع الكهرباء السعودي. مجلة جامعة الملك سعود - العلوم الإدارية، 35(1)، 45-72.
- الخالدي، أمين حسن. (2019). تأثير تطبيق حوكمة تقنية المعلومات على كفاءة الأداء التشغيلي في الشركة السعودية للكهرباء [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة الملك سعود.
- الخضيرى، أحمد بن عبد الرحمن، والشريف، مها بنت محمد. (2022). دور حوكمة البيانات في دعم اتخاذ القرارات الإدارية: دراسة تطبيقية على هيئة الحكومة الرقمية بالمملكة العربية السعودية. مجلة الإدارة العامة، 62(3)، 45-88.
- الجهني، علي بن محمد. (2021). إدارة المخاطر التشغيلية في القطاعات الحيوية. مركز البحوث، جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.
- رؤية السعودية 2030. (2020). التحول الرقمي في قطاع الطاقة: الإطار الاستراتيجي. اللجنة الإشرافية على رؤية السعودية 2030.
- الزهراني، سعيد بن أحمد. (2020). أثر تطبيق حوكمة تقنية المعلومات في تحقيق الميزة التنافسية: دراسة تطبيقية على المصارف التجارية السعودية. مجلة جامعة الملك عبد العزيز: الاقتصاد والإدارة، 34(1)، 101-125.
- السالمي، علي بن ناصر، والغامدي، عبد الله بن سعد. (2021). واقع تطبيق حوكمة تقنية المعلومات في الجامعات السعودية الحكومية: دراسة استكشافية. المجلة السعودية للتعليم العالي، 18(2)، 210-245.
- السليمان، محمد بن علي، العتيبي، خالد بن سعود، والقرني، علي بن عبد الرحمن. (2022). أثر الحوكمة التكنولوجية على قطاع الكهرباء في المملكة العربية السعودية. مجلة الإدارة والتقنية، 8(2)، 70-85.

- الشمري، نواف بن فلاح. (2019). دور المراجعة الداخلية في إدارة المخاطر التشغيلية في المصارف الكويتية. مجلة الدراسات التجارية المعاصرة، 5(2)، 50-77.
- شركة الكهرباء السعودية. (2023أ). التقرير السنوي للأداء التشغيلي 2022. الإدارة العامة للاتصالات المؤسسية.
- شركة الكهرباء السعودية. (2023ب). التقرير السنوي للأداء التشغيلي لمنطقة مكة المكرمة 2022. الإدارة العامة للتشغيل.
- العاني، قصي عبد الرزاق، والهاشمي، إسراء عبد الجبار. (2019). حوكمة تقنية المعلومات ودورها في تعزيز أمن المعلومات: دراسة استطلاعية لآراء عينة من موظفي شركات الاتصالات في العراق. مجلة الإدارة والاقتصاد، 42(120)، 65-90.
- العتيبي، فهد بن سليمان، والزهراني، عبدالله بن أحمد. (2022). الأمن السيبراني للبنية التحتية للطاقة: التحديات والحلول. المجلة العربية لنظم المعلومات، 19(2)، 112-130.
- العمراني، إيهاب مصطفى. (2018). تقييم المخاطر التشغيلية في محطات توليد الكهرباء بمنطقة مكة المكرمة: دراسة حالة [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة أم القرى.
- الغامدي، سعد بن عبدالله. (2022). الحوكمة التكنولوجية في البنى التحتية الحيوية. جامعة الملك فهد للبترول والمعادن.
- المعيان، أحمد بن محمد. (2023). الأمن السيبراني في قطاع الطاقة. مجلة الدراسات التقنية، 12(3)، 30-45.
- المؤتمر السعودي للأمن السيبراني للبنية التحتية. (2023). توصيات المؤتمر السنوي.
- النعيمي، مؤيد عبد الحسين، والربيعي، حيدر جميل. (2022). أثر حوكمة تكنولوجيا المعلومات في إدارة المخاطر المصرفية: دراسة تطبيقية في المصارف التجارية العراقية. مجلة كلية بغداد للعلوم الاقتصادية الجامعة، عدد خاص بالمؤتمر العلمي الدولي السادس، 120-140.
- الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة. (2021). الإطار العام لحوكمة تقنية المعلومات SASO. (SASO ITGOV 2021).
- الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة. (2022). الإطار العام للحوكمة التكنولوجية في المنشآت الحيوية (الإصدار الثاني). SASO.

- الهيئة الوطنية للأمن السيبراني. (بلا تاريخ). حوكمة الأمن السيبراني. تم الاسترداد من https://nca.gov.sa/files/regulation_document_files/CSG_Ar.pdf
- الهيئة الوطنية للأمن السيبراني. (2018). الضوابط الأساسية للأمن السيبراني (ECC-1:2018). تم الاسترداد من https://nca.gov.sa/files/regulation_document_files/ECC-1_2018_Ar.pdf
- وزارة الطاقة. (2022). تقرير مؤشرات أداء قطاع الكهرباء. المملكة العربية السعودية.

ثانياً: المراجع الأجنبية

- Al-Muhanna, K. (2023). *Critical infrastructure protection in GCC countries*. Springer.
- Al-Omari, A. A., & Al-Salti, Z. (2021). The role of IT governance in managing cybersecurity risks: An empirical study in Omani public organizations. *Journal of Information Security and Applications*, 61, 102927. <https://doi.org/10.1016/j.jisa.2021.102927>
- Alreemy, Z., Chang, V., Walters, R., & Wills, G. (2016). Critical success factors (CSFs) for information technology governance (ITG). *International Journal of Information Management*, 36(6, Part A), 907-916. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.017>
- AuditBoard. (2024, February 16). *Operational risk management: Overview and guide*. AuditBoard Inc. <https://www.auditboard.com/blog/operational-risk-management/>
- Axelos. (2019). *ITIL foundation: ITIL 4 edition*. TSO (The Stationery Office).
- Bajgiran, O. S., Eicker, U., & Sajjadi, B. (2021). Machine learning application in operational risk and asset management of energy systems: A review. *Applied Energy*, 289, 116669. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116669>
- Basel Committee on Banking Supervision. (2020, March). *Operational risk – Revisions to the simpler approaches*. Bank for International Settlements. <https://www.bis.org/bcbs/publ/d494.pdf>
- Beal, A., & Walton, M. (2022). *Demystifying IT governance: A practical guide for directors and executives*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003290656>
- Calder, A., & Watkins, S. (2019). *IT governance: An international guide to data security and ISO 27001/ISO 27002* (7th ed.). Kogan Page.
- Chapman, R. J. (2021). *Simple tools and techniques for enterprise risk management* (3rd ed.). Wiley.
- Chen, H., Wang, Y., & Li, X. (2023). Data governance as a cornerstone of digital strategy in the energy sector. *Journal of Data Management and Policy*, 4(2), 85-101.
- Chen, L., & Li, H. (2017). The Role of IT Governance in Enhancing Operational Resilience in Smart Grids.
- COSO. (2017). *Enterprise risk management—Integrating with strategy and performance*. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway

- Commission. <https://www.coso.org/sitepages/erm-integrating-with-strategy-and-performance.aspx>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
 - Davis, M., & Lee, S. (2022). Aligning human capital with technological strategy: A governance perspective. *International Journal of Human Resource Management*, 33(1), 15-35.
 - De Haes, S., Van Grembergen, W., & Joshi, A. (2020). *Enterprise governance of information technology: Achieving alignment and value in digital organizations*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-25918-1>
 - Deloitte. (2022). *The future of operational resilience in financial services: From emergency response to strategic advantage*. Deloitte Development LLC. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/financial-services/us-fsi-the-future-of-operational-resilience-in-financial-services.pdf>
 - Energy Sector Security Consortium (ESSC). (2022). *Understanding and mitigating operational risks in the modern power grid*. ESSC Publications.
 - Fasano, F., Schepis, D., & Salvi, A. (2022). Cybersecurity governance. In *Corporate fraud and the auditor's responsibility* (pp. 23-45). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13358-0_2
 - Financial Stability Board. (2021, March 31). *Effective practices for cyber incident response and recovery: Final report*. FSB Publications. <https://www.fsb.org/wp-content/uploads/P310321-3.pdf>
 - Fraser, J. R., & Simkins, B. J. (2021). *Enterprise risk management: Today's leading research and best practices for tomorrow's executives*. Wiley.
 - Gharavi, H., & Ghafurian, R. (2021). Smart grid resilience. *IEEE Transactions on Power Systems*, 36(2), 110-125.
 - Ghasempour, A. (2019). Internet of things in smart grid: A survey on technical challenges and solutions. *Journal of Network and Computer Applications*, 140, 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.04.020>
 - Gunawan, B., Kurniasih, D., & Setyoko, P. I. (2023). Human resources and technology integration in effective public management. *Policy & Governance Review*, 7(3), 261-279. <https://doi.org/10.30589/pgr.v7i3.782>
 - Hopkin, P. (2022). *Fundamentals of risk management: Understanding, evaluating and implementing effective risk management* (6th ed.). Kogan Page.
 - Hubbard, D. W. (2020). *The failure of risk management: Why it's broken and how to fix it*. Wiley.
 - IEC. (2018). *IEC 60812:2018 Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA)*. International Electrotechnical Commission.
 - IGI Global. (2024). What is IT governance. *IGI Global Publisher*. <https://www.igi-global.com/dictionary/it-governance/16287>
 - International Organization for Standardization. (2018). *ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines*. ISO.
 - ISACA. (2018a). *COBIT 2019 Framework: Introduction and methodology*. ISACA.

- ISACA. (2018b). *COBIT 2019 Framework: Governance and management objectives*. ISACA.
- ISACA. (2022, October 26). How responsible for IT governance is the BoD? *ISACA Journal*, 5. <https://www.isaca.org/resources/isaca-journal/issues/2022/volume-5/how-responsible-for-it-governance-is-the-bod>
- ISO/IEC. (2015). *ISO/IEC 38500:2015 Information technology — Governance of IT for the organization*. International Organization for Standardization.
- Ivanov, D., & Petrova, A. (2023). *Cybersecurity governance frameworks for critical infrastructure*. CRC Press.
- Khan, M., Alotaibi, S., & Rahman, A. (2020). Operational risk in power sectors. *Energy Policy*, 145, 1-12.
- Livari, J. (2020). Dimensions of IT governance: A systematic literature review. *Information Systems Frontiers*, 22(1), 221-251. <https://doi.org/10.1007/s10796-018-9860-z>
- Management Solutions. (2014). *Operational risk management in the energy industry*. Management Solutions. https://www.managementsolutions.com/sites/default/files/publicaciones/eng/rie_sgo-operacional-sector-energia_eng.pdf
- Marquis, H. (2020). *ITIL 4: A pocket guide*. Van Haren Publishing.
- Moeller, R. R. (2021). *COSO enterprise risk management: An integrated approach* (2nd ed.). Wiley.
- Müller, R. (2021). *IT investment governance: A practical guide*. Auerbach Publications.
- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2021). *Cybersecurity framework for energy sector* (NIST Special Publication 1800-10). U.S. Department of Commerce.
- OECD. (2022). *2022 OECD survey on the governance of infrastructure*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/gov/budgeting/2022-oecd-survey-on-the-governance-of-infrastructure.pdf>
- Patel, N., & Singh, R. (2022). Governance of cloud and hybrid infrastructures. *IEEE Transactions on Cloud Computing*, 10(1), 208-220.
- Protiviti. (2022). *Guide to enterprise risk management: Constantly evolving*. Protiviti Inc. <https://www.protiviti.com/sites/default/files/2022-07/guide-to-erm-constantly-evolving-brochure-protiviti.pdf>
- PwC Australia. (2024). *The operational resilience ecosystem: Managing your critical third parties in a new regulatory landscape*. PwC. <https://www.pwc.com.au/assurance/risk-assurance/operational-resilience-ecosystem.html>
- Sarsfield, S. (2023). *Data governance: The definitive guide*. O'Reilly Media.
- Saudi Electricity Regulatory Authority. (2023). *Annual Reliability Report*.
- Siemens. (2016). *Cybersecurity in Power Grids: A Governance Perspective*.
- Singhal, A., & Jajodia, S. (2021). *Cybersecurity for industrial control systems: SCADA, DCS, PLC, HMI, and SIS*. Springer.
- Spremic, M. (2019). IT governance: From management to leadership. *Journal of Contemporary Management Issues*, 24(1), 43-60.

- Sun, H., Wang, T., & Wang, N. (2022). How do information strategy and information technology governance influence firm performance? *Frontiers in Psychology*, 13, 951631. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.951631>
- TechTarget. (2024, February 23). *What is data governance and why does it matter?* TechTarget. <https://www.techtarget.com/searchdatamanagement/definition/data-governance>
- Veriforce. (2024, March 11). *Risk and opportunity: Managing risks in the utilities industry*. Veriforce. <https://veriforce.com/blog/risk-and-opportunity-managing-risks-in-the-utilities-industry/>
- Weill, P., & Ross, J. W. (2020). *IT governance: How top performers manage IT decision rights for superior results* (2nd ed.). Harvard Business Press.
- World Bank. (2021a). *Digital development report 2021: Data for better lives*. World Bank Publications. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35246>
- World Bank. (2021b). *Energy sector risk assessment in developing economies* (Working Paper No. 97421). World Bank Group.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.

قائمة الملاحق

الاستبانة بصورتها النهائية



جامعة ميدأوشن

كلية العلوم الانسانية

ماجستير إدارة المشاريع

استبيان للتطبيق

الأخوة/ العاملون في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة الأكارم

السلام عليكم ورحمة الله تعالى وبركاته،،، وبعد:

يقوم الباحث بنزول ميداني لتطبيق استبانة تتعلق ببحث علمي كجزء من متطلبات الحصول على درجة الماجستير في إدارة المشاريع لبحثه الموسوم بـ: "دور الحوكمة التكنولوجية في إدارة المخاطر التشغيلية في قطاع الكهرباء بمنطقة مكة". ونظراً لكونكم من الكادر الإداري والوظيفي العامل في قطاع الكهرباء. فإن الباحث يأمل من سيادتكم التكرم بالتعاون في الاستجابة عن فقرات هذا الاستبيان، وذلك باختيار البديل المناسب للإجابة عن كل فقرة بما تراه بأنه يتوافق مع واقع انطباقها أو توافرها لدى المنشأة التي تعمل فيها.

شاكراً سلفاً حسن تعاونكم لما فيه خدمة البحث العلمي.

الباحث/ حسين عبدالله الأهدل

أولاً: الخصائص الديموغرافية:

الجنس: ذكر ()، أنثى ().

نوع الوظيفة: كادر إداري ()، كادر وظيفي ().

المؤهل العلمي: دبلوم فأقل ()، بكالوريوس ()، ماجستير فأعلى ().

سنوات الخبرة: 5 سنوات فأقل ()، من 6-10 سنوات، أكثر من 10 سنوات.

ثانياً: الاستبانة

التعليمات: إلى أي مدى توافق على أن العبارات التالية تُمارس في المنشأة التي تعمل فيها؟
يرجى وضع علامة (✓) في المكان الذي يعبر عن درجة موافقتك.

1 (غير موافق بشدة)	2 (غير موافق)	3 (محايد)	4 (موافق)	5 (موافق بشدة)	المتغيرات والأبعاد والعبارات
					المحور الأول: الحوكمة التكنولوجية (المتغير المستقل)
					أولاً: حوكمة البيانات والمعلومات
					1. تتمتع البيانات التشغيلية المتعلقة بقطاع الكهرباء بجودة عالية ودقة موثوقة.
					2. توجد سياسات وإجراءات واضحة لضمان أمن وخصوصية بيانات العملاء والبيانات التشغيلية الحساسة.
					3. يتم تطبيق دورة حياة كاملة لإدارة البيانات، من جمعها وحتى حذفها، بما يضمن الاستفادة القصوى منها.
					4. تتكامل أنظمة البيانات والمعلومات المختلفة داخل قطاع الكهرباء بشكل فعال لدعم اتخاذ القرار.
					ثانياً: حوكمة البنية التحتية التكنولوجية
					5. يتم تصميم وتطوير البنية التحتية التكنولوجية (كالشبكات وأنظمة التحكم) وفق معايير هندسية صارمة ومحدثة.
					6. تتميز البنية التحتية التكنولوجية في قطاع الكهرباء بالمرونة والقدرة على التكيف مع التطورات التقنية المستقبلية.
					7. يتم استخدام الموارد التكنولوجية المتاحة بأقصى كفاءة ممكنة لضمان استمرارية العمليات.
					8. توجد خطط منتظمة ومحدثة لإدارة وصيانة وتحديث الأصول التكنولوجية لتقليل الأعطال.
					ثالثاً: حوكمة القرارات التكنولوجية والاستثمارات
					9. توجد صلاحيات ومسؤوليات محددة وواضحة لاتخاذ القرارات المتعلقة بالتقنيات المستخدمة في قطاع الكهرباء.
					10. تتوافق استراتيجيات التكنولوجيا المتبعة بشكل مباشر مع الأهداف التشغيلية والاستراتيجية لقطاع الكهرباء.

					11. يتم تقييم العائد على الاستثمار في المشاريع التكنولوجية الجديدة قبل وأثناء وبعد التنفيذ.
					12. تتبع المشاريع التقنية عمليات موافقة ومتابعة منهجية لضمان تحقيق أهدافها.
					رابعاً: حوكمة الأمن السيبراني
					13. يتم تطبيق سياسات وإجراءات أمن سيبراني صارمة لحماية أنظمة وشبكات الكهرباء.
					14. توجد أنظمة متطورة لكشف الاختراقات الأمنية السيبرانية والاستجابة السريعة للحوادث.
					15. يتم الالتزام بالمعايير الدولية والمحلية للأمن السيبراني في جميع جوانب العمليات.
					16. يتم تدريب الموظفين بانتظام على أفضل ممارسات الأمن السيبراني والتوعية بالتهديدات الحديثة.
					خامساً: حوكمة الموارد البشرية التكنولوجية
					17. يتوفر في قطاع الكهرباء كوادر بشرية مؤهلة وذات كفاءة عالية في المجالات التقنية.
					18. توجد برامج تدريب وتطوير مستمرة للموظفين التقنيين لمواكبة التطورات.
					19. يتم توزيع الأدوار والمسؤوليات بوضوح بين فرق العمل التقنية لتجنب الازدواجية أو النقص.
					المحور الثاني: إدارة المخاطر التشغيلية (المتغير التابع)
					أولاً: تحديد المخاطر التشغيلية
					20. يتم إجراء عمليات تحديد شاملة للمخاطر التشغيلية المحتملة بشكل دوري.
					21. نستخدم أدوات وتقنيات متطورة (مثل تحليل الفشل) لتحديد الأسباب الجذرية للمخاطر التشغيلية.
					22. يتم تحديث قائمة المخاطر التشغيلية بشكل منتظم لمواكبة التغيرات في البيئة التشغيلية.
					23. يتم تشجيع الموظفين على الإبلاغ عن أي مخاطر أو حوادث محتملة.
					ثانياً: تقييم المخاطر التشغيلية
					24. يتم قياس احتمالية وقوع المخاطر التشغيلية بناءً على بيانات وحقائق موضوعية.
					25. يتم تقدير تأثير المخاطر التشغيلية على الأداء المالي والتشغيلي وسمعة القطاع.

				26. يتم تصنيف المخاطر التشغيلية وترتيبها حسب أولويتها وخطورتها لاتخاذ الإجراءات اللازمة.
				27. تتوفر لدينا معايير واضحة لتقييم مستوى المخاطر التشغيلية المقبول.
				ثالثاً: معالجة المخاطر التشغيلية
				28. توجد خطط واضحة ومحددة للاستجابة للمخاطر التشغيلية (مثل خطط التخفيف أو التجنب).
				29. يتم تطبيق إجراءات التحكم والوقاية الفعالة (مثل الصيانة الوقائية) للحد من وقوع الأعطال.
				30. توجد خطط جاهزة للتعافي من الكوارث وضمان استمرارية الأعمال في حال وقوع حوادث كبرى.
				31. يتم تخصيص الموارد الكافية لتنفيذ خطط معالجة المخاطر التشغيلية.
				رابعاً: مراقبة ومراجعة المخاطر التشغيلية
				32. تتم المتابعة المستمرة للمخاطر التشغيلية المحددة للتأكد من فعاليتها.
				33. يتم تقييم فعالية إجراءات التحكم في المخاطر التشغيلية بشكل دوري.
				34. يتم إعداد تقارير دورية وشاملة حول حالة المخاطر التشغيلية وأداء أنظمة الإدارة.
				35. يتم التعلم من الحوادث التشغيلية السابقة لتحسين آليات إدارة المخاطر.
				خامساً: المرونة التشغيلية
				36. تتمتع أنظمة وعمليات قطاع الكهرباء بالقدرة على تحمل الاضطرابات التشغيلية غير المتوقعة.
				37. يتم استعادة الخدمة بسرعة وكفاءة بعد وقوع أي أعطال أو حوادث تشغيلية.
				38. يستطيع قطاع الكهرباء التكيف بفاعلية مع الظروف المتغيرة والمستجدة في بيئة العمل.
				39. يتم تحديد نقاط الضعف المحتملة في الأنظمة والعمليات بشكل استباقي لتعزيز المرونة.

Study Summary

The Role of Technology Governance in Operational Risk Management in the Electricity Sector in Makkah Region

Abstract

This study aimed to explore and analyze the role of technology governance in managing operational risks within the electricity sector in the Makkah Region. To achieve this objective, a descriptive-analytical approach was employed, describing the phenomenon under investigation and analyzing the relationships between its variables. The primary tool for data collection was a specially designed questionnaire, structured into two main sections to measure the independent variable (technology governance and its dimensions) and the dependent variable (operational risk management and its dimensions). The validity and reliability of the instrument were verified using Cronbach's Alpha coefficient and correlation coefficients, confirming its high dependability. The study population comprised all specialists, engineers, technicians, and administrators involved in technological, operational, and risk management aspects within the electricity sector in the Makkah Region. A stratified random sample was selected to represent this population, and the collected data were then processed and analyzed using SPSS v.28. Statistical methods included descriptive statistics (frequencies, percentages, arithmetic means, standard deviations) for variable description, and inferential statistics (Pearson correlation coefficient for relationship analysis, and multiple linear regression for impact measurement).

The results indicated that the level of technology governance standard application in the electricity sector in the Makkah Region was high, with an overall mean of 3.86. The cybersecurity governance dimension notably stood out as the most highly applied, with a mean of 4.05, reaching a "very high" level. Furthermore, the findings revealed that the level of operational risk management in the sector was also high, with an overall mean of 3.86. The dimension of operational risk identification led other dimensions with a mean of 4.10, at a "very high" level. Most significantly, the study demonstrated a strong, statistically significant positive correlation between the application of technology governance and operational risk management, with a Pearson correlation coefficient of 0.785. Moreover, multiple linear regression analysis confirmed that technology governance explains 65.9% of the variance in operational risk management, with statistically significant

impacts from the dimensions of cybersecurity governance, data and information governance, and technology infrastructure governance.

Based on these findings, the study recommended the necessity of strengthening and developing a comprehensive cybersecurity governance framework, enhancing data quality and information system integration, promoting technological infrastructure resilience and business continuity plans, and developing human competencies in technology and risk management. It also emphasized the importance of incorporating the specificity of the Makkah Region into governance and risk management strategies, adopting agile governance principles, and leveraging artificial intelligence technologies for risk prediction.

Keywords: Technology Governance, Operational Risk Management, Electricity Sector, Cybersecurity, Makkah Region.

The Role of Technology Governance in Operational Risk Management in the Electricity Sector in Makkah Region

Prepared by:

Hussein Abdullah Al-Ahdal

University ID: 243001492

Supervised by:

Prof. Dr. Al-Faisal Abdul Hamid

Prof. Faiz Ali Jarad

**Academic Year
2025**