

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

قسم / تخصص إدارة مخاطر



العنوان باللغة العربية

أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة لهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض

إعداد الطالب/

فارس عبدالعزيز عطيه الله اللهيبي

إشراف/

د. الفصيل عبد الحميد

د. فايز جراد

العام الدراسي:

٢٠٢٦

٧	المستخلص
٨	الفصل الأول
٩	المقدمة:
١٠	مشكلة الدراسة
١١	أهمية الدراسة
١١	الأهمية العلمية (النظرية):
١٢	الأهمية العملية (التطبيقية):
١٣	أهداف الدراسة
١٤	تساؤلات الدراسة
١٤	التساؤل الرئيسي:
١٤	التساؤلات الفرعية:
١٥	فروض الدراسة
١٥	الفرضية الرئيسية:
١٥	الفرضيات الفرعية:
١٦	النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث
١٦	المنطلقات النظرية للدراسة
١٦	أولاً: نظرية إدارة المخاطر (Risk Management Theory)
١٧	ثانياً: نظرية الأنظمة (Systems Theory)
١٧	ثالثاً: نظرية الكفاءة التنظيمية (Organizational Efficiency Theory)
١٧	رابعاً: إطار إدارة المخاطر المؤسسية (Enterprise Risk Management Framework)
١٨	الفصل الثاني
١٨	الدراسات السابقة
١٩	مقدمة
١٩	الدراسات السابقة
١٩	أولاً: الدراسات العربية
٢٢	ثانياً: الدراسات الأجنبية
٢٥	التعقيب على الدراسات السابقة
٢٥	أوجه التشابه بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة:
٢٥	أوجه الاختلاف بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة:
٢٦	الفجوات في الدراسات السابقة:
٢٦	ما تضيفه الدراسة الحالية:
٢٧	الإطار النظري
٢٧	المبحث الأول: إدارة المخاطر التشغيلية - مفاهيم ومبادئ أساسية
٢٧	١,١ مفهوم المخاطر التشغيلية وتطوره

٢٨	١,٢ تصنيفات المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه
٣٢	١,٣ أهمية إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه
٣٣	١,٤ مبادئ إدارة المخاطر التشغيلية وفق المعايير الدولية
٣٥	المبحث الثاني: مراحل إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه
٣٦	٢,١ مرحلة تحديد السياق (Establishing the Context)
٣٧	٢,٢ مرحلة تحديد المخاطر (Risk Identification)
٤١	٢,٤ مرحلة معالجة المخاطر (Risk Treatment)
٤٤	٢,٥ مرحلة المراقبة والمراجعة (Monitoring and Review)
٤٥	المبحث الثالث: كفاءة محطات تحلية المياه - المفهوم والأبعاد ومؤشرات القياس
٤٥	٣,١ مفهوم كفاءة محطات تحلية المياه
٤٥	٣,٢ أبعاد كفاءة محطات تحلية المياه
٤٨	٣,٣ مؤشرات قياس كفاءة محطات تحلية المياه
٥٠	المبحث الرابع: العلاقة بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه
٥١	٤,١ العلاقة النظرية بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات التحلية
٥١	٤,٢ مجالات تأثير إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات التحلية
٥٥	الفصل الثالث
٥٥	منهجية الدراسة
٥٦	مقدمة
٥٦	المنهجية وطرق البحث
٥٦	منهج البحث
٥٧	تصميم البحث
٥٨	أدوات جمع البيانات
٥٩	(٢) المقابلات شبه المنظمة
٦٠	الأساليب الإحصائية
٦١	مجتمع البحث
٦١	عينة البحث
٦٢	حدود البحث
٦٤	الصعوبات التي واجهت الباحث
٦٤	ملخص
٦٥	الفصل الرابع
٦٥	النتائج والتوصيات
٦٦	مقدمة
٦٦	القسم الأول: تحليل البيانات الديموغرافية والوظيفية
٦٦	١- المؤهل العلمي
٦٧	٢- المسعى الوظيفي
٦٧	٣- عدد سنوات الخبرة في محطات تحلية المياه

٦٨	٤- الإدارة/القسم
٦٩	٥- المشاركة في دورات تدريبية في مجال إدارة المخاطر التشغيلية
٦٩	القسم الثاني: الإجابة على تساؤلات الدراسة واختبار فرضياتها
٦٩	السؤال الأول: ما مستوى تطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض؟
٧٤	السؤال الثاني: ما مستوى كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض؟
٧٩	السؤال الثالث: ما أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض؟
٨٠	السؤال الرابع: هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في استجابات أفراد العينة حول مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه تعزى لمتغيرات (المؤهل العلمي، المسمى الوظيفي، سنوات الخبرة، الإدارة/القسم، المشاركة في دورات تدريبية)؟
٨٥	السؤال الخامس: ما أثر تطبيق كل مرحلة من مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على كل بعد من أبعاد كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض؟
٩١	القسم الثالث: مناقشة النتائج والتوصيات
٩١	مناقشة النتائج
٩٤	التوصيات
٩٧	خاتمة
٩٨	المراجع
٩٩	المراجع
٩٩	المراجع العربية
١٠٠	المراجع الأجنبية
١٠٣	الملاحق
١٠٤	الاستبانة
١٠٤	استبيان بحثي
١٠٤	بيان تقديم
١٠٤	القسم الأول: البيانات الشخصية والوظيفية
١٠٥	القسم الثاني: مستوى تطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية
١٠٥	المحور الأول: مرحلة تحديد المخاطر التشغيلية
١٠٦	المحور الثاني: مرحلة تقييم المخاطر التشغيلية
١٠٦	المحور الثالث: مرحلة معالجة المخاطر التشغيلية
١٠٧	المحور الرابع: مرحلة المراقبة والمراجعة
١٠٧	القسم الثالث: مستوى كفاءة محطات تحلية المياه
١٠٨	المحور الأول: الكفاءة التشغيلية
١٠٨	المحور الثاني: كفاءة استخدام الموارد

١٠٨	المحور الثالث: كفاءة التكلفة
١٠٨	المحور الرابع: كفاءة الجودة
١٠٩	المحور الخامس: الكفاءة البيئية
١٠٩	القسم الرابع: العلاقة بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه
١٠٩	سؤال مفتوح:
١١٠	شكرو وتقدير
١١١	Abstract

الاهداء

إلى والديّ العزيزين، اللذين غرسا في نفسي حب العلم والسعي نحو الأفضل، وكان دعمهما وتشجيعهما الدائم هو الدافع الأكبر في مسيرتي.

إلى زوجتي الغالية، التي كانت سندًا حقيقيًا لي بصبرها ودعمها المستمر.

إلى بناتي العزيزات ريما وتوق، مصدر السعادة والأمل، ومن أجلهن أسعى دائمًا لأن أكون قدوة في طلب العلم والعمل.

وإلى كل من وقف إلى جانبي وساندني في مسيرتي العلمية والعملية.

أهدي هذا العمل المتواضع تعبيرًا عن شكري وامتناني لهم

المستخلص

هدفت هذه الدراسة الى التعرف على أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض، من خلال تحديد مستوى تطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية (تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، معالجة المخاطر، المراقبة والمراجعة)، وقياس مستوى كفاءة محطات تحلية المياه (الكفاءة التشغيلية، كفاءة استخدام الموارد، كفاءة التكلفة، كفاءة الجودة، الكفاءة البيئية)، والكشف عن أثر تطبيق كل مرحلة من مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على كل بعد من أبعاد الكفاءة اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وتم جمع البيانات من خلال استبانة طبقت على عينة مكونة من ١٨٦ موظفاً من العاملين من محطات تحلية المياه، بالإضافة إلى إجراء ١٤ مقابلة مع مسؤولين في هذه المحطات .

أظهرت النتائج أن المستوى العام لتطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية جاء بدرجة عالية بمتوسط حسابي (٣,٦١ من ٥)، وجاءت مرحلة تحديد المخاطر في المرتبة الأولى، تليها مرحلة معالجة المخاطر، ثم مرحلة تقييم المخاطر، وأخيراً مرحلة المراقبة والمراجعة، كما أظهرت النتائج أن المستوى العام لكفاءة محطات تحلية المياه جاء بدرجة عالية بمتوسط حسابي (٣,٧٣ من ٥)، وجاءت كفاءة الجودة من المرتبة الأولى، تليها الكفاءة التشغيلية، ثم كفاءة استخدام الموارد، ثم الكفاءة البيئية، وأخيراً كفاءة التكلفة .

وكشفت النتائج عن وجود أثر ذي دلالة إحصائية لتطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه، حيث فسرت مراحل إدارة المخاطر (٦٨,١٪) من التباين في كفاءة محطات التحلية، وقد كانت مرحلة معالجة المخاطر هي الأكثر تأثيراً على كفاءة المحطات، تليها مرحلة تحديد المخاطر، ثم مرحلة تقييم المخاطر وأخيراً مرحلة المراقبة والمراجعة، كما أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية في استجابات أفراد العينة تعزى لمتغيرات المؤهل العلمي والمسمى الوظيفي وسنوات الخبرة والمشاركة في دورات تدريبية، ومن ضوء هذه النتائج، قدمت الدراسة عدداً من التوصيات لتحسين مستوى تطبيق إدارة المخاطر التشغيلية وتعزيز أثرها على كفاءة محطات تحلية المياه.

الكلمات المفتاحية: إدارة المخاطر التشغيلية، كفاءة محطات تحلية المياه، الهيئة السعودية للمياه، تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، معالجة المخاطر، المراقبة والمراجعة.

الفصل الأول

المقدمة:

تُعد إدارة المخاطر التشغيلية من المفاهيم الإدارية الحديثة التي تزايد الاهتمام بها بشكل ملحوظ خلال العقود الأخيرة، وذلك نتيجة للتحديات المتنامية التي تواجه المؤسسات من مختلف القطاعات ، وقد برزت أهمية هذا المفهوم بشكل خاص في المنشآت الحيوية كمحطات تحلية المياه التي تعتبر عنصراً أساسياً في تأمين احتياجات المجتمع من المياه الصالحة للشرب والاستخدامات المختلفة (العمرى، ٢٠١٨) ، في المملكة العربية السعودية ، يزداد الاعتماد على محطات تحلية المياه بشكل كبير نظراً لمحدودية مصادر المياه العذبة الطبيعية، إذ تعتبر المملكة من أكبر منتجي المياه المحلاة عالمياً، حيث تنتج ما يقارب ١٨٪ من إجمالي الإنتاج العالمي (الهيئة السعودية للمياه، ٢٠٢٣)، وتشكل محطات التحلية في مدينة الرياض أهمية استراتيجية خاصة نظراً لارتفاع الكثافة السكانية وزيادة الطلب على المياه في العاصمة، مما يجعل كفاءة تشغيل هذه المحطات أمراً بالغ الأهمية ، تواجه محطات تحلية المياه العديد من المخاطر التشغيلية التي قد تؤثر على استمرارية عملها وكفاءتها بما في ذلك الأعطال الفنية، وتقادم المعدات، والظروف المناخية القاسية، وارتفاع تكاليف التشغيل والصيانة بالإضافة إلى التحديات المتعلقة بالموارد البشرية والتلوث البيئي وغيرها (السعدون، ٢٠١٩) وقد أدت هذه المخاطر إلى زيادة الحاجة لتطبيق نظم متطورة لإدارة المخاطر التشغيلية بهدف تحسين الكفاءة التشغيلية وضمان استدامة هذه المنشآت الحيوية.

يمكن تعريف إدارة المخاطر التشغيلية بأنها "عملية منهجية لتحديد وتقييم ومعالجة المخاطر التي تهدد تحقيق الأهداف التشغيلية للمنظمة، وذلك من خلال تطبيق استراتيجيات وإجراءات تهدف إلى تقليل احتمالية حدوث هذه المخاطر والحد من آثارها السلبية" (الحري، ٢٠٢١) ، وتشمل هذه العملية مراحل عدة تبدأ بتحديد المخاطر المحتملة ثم تقييمها من حيث احتمالية الحدوث ودرجة التأثير، وصولاً إلى اختيار استراتيجيات المعالجة المناسبة ومتابعة تنفيذها ، وقد أشارت العديد من الدراسات السابقة إلى العلاقة الإيجابية بين تطبيق نظم إدارة المخاطر التشغيلية وتحسين كفاءة المنشآت الصناعية بشكل عام فقد توصلت دراسة الزهراني (٢٠٢٠) إلى أن تطبيق نظام فعال لإدارة المخاطر التشغيلية يسهم من تقليل نسبة الأعطال والتوقفات غير المخطط لها بنسبة تصل إلى ٣٠٪ كما أشارت دراسة الرميح (٢٠٢١) إلى أن المنظمات التي تطبق نظم متطورة لإدارة المخاطر التشغيلية تحقق وفورات في التكاليف التشغيلية بنسبة تتراوح بين ١٥-٢٠٪ مقارنة بالمنظمات المماثلة ومع ذلك، لا تزال هناك فجوة بحثية فيما يتعلق بقياس أثر تطبيق نظم إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه بشكل خاص في المملكة العربية السعودية، وتحديدًا في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض وعلى الرغم من الأهمية البالغة لهذه المحطات، إلا أنها تواجه العديد من التحديات والمخاطر التشغيلية التي قد تؤثر سلباً على كفاءتها واستدامتها، وقد أشارت تقارير الهيئة السعودية للمياه (٢٠٢٤) إلى أن محطات تحلية المياه في مدينة الرياض شهدت خلال الأعوام الثلاثة الماضية ما يقارب ٢٨ حالة توقف غير مخطط لها مما أدى إلى خسائر تشغيلية تقدر بحوالي ٣٥ مليون ريال سعودي، بالإضافة إلى التأثير السلبي على جودة الخدمة المقدمة للمستفيدين ، كما أشار التقرير السنوي للهيئة (٢٠٢٣) إلى أن تكاليف التشغيل والصيانة لمحطات التحلية في الرياض قد ارتفعت بنسبة ١٧٪ خلال السنوات الخمس الماضية، وهو ما يشكل تحدياً كبيراً أمام الجهات المسؤولة وعلى الرغم من وجود توجه عام نحو تطبيق نظم إدارة المخاطر التشغيلية في مختلف القطاعات الحيوية بالمملكة تماشياً مع رؤية ٢٠٣٠ التي تؤكد على أهمية رفع كفاءة المرافق العامة، إلا أن مستوى تطبيق هذه النظم في محطات تحلية المياه لا يزال متفاوتاً، فقد أشارت دراسة القحطاني (٢٠٢٢) إلى أن ٤٥٪ فقط من محطات

التحلية في المملكة تطبق نظاماً متكاملًا لإدارة المخاطر التشغيلية، وأن معظم هذه المحطات تتبنى مناهج تقليدية من التعامل مع المخاطر تعتمد على ردود الأفعال بدلاً من الإجراءات الاستباقية.

في ضوء ما سبق تتمثل مشكلة البحث في دراسة وتحليل أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض، وذلك من خلال الإجابة على السؤال الرئيسي التالي: ما أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟

ومن المتوقع أن تسهم نتائج هذا البحث من تقديم فهم أعمق لدور نظم إدارة المخاطر التشغيلية في تعزيز كفاءة هذه المنشآت الحيوية، بما يتماشى مع توجهات رؤية المملكة ٢٠٣٠ التي تؤكد على أهمية تحسين كفاءة المرافق العامة وترشيد استهلاك الموارد وبما يدعم جهود تحسين إدارة هذه المرافق الحيوية وضمان استدامتها

مشكلة الدراسة

تعد محطات تحلية المياه من المنشآت الاستراتيجية الحيوية في المملكة العربية السعودية، وخاصة في مدينة الرياض التي تعتمد بشكل كبير على هذه المحطات لتلبية احتياجاتها المائية المتزايدة وعلى الرغم من الأهمية البالغة لهذه المحطات، إلا أنها تواجه العديد من التحديات والمخاطر التشغيلية التي قد تؤثر سلباً على كفاءتها واستدامتها، وقد أشارت تقارير الهيئة السعودية للمياه (٢٠٢٤) إلى أن محطات تحلية المياه في مدينة الرياض شهدت خلال الأعوام الثلاثة الماضية ما يقارب ٢٨ حالة توقف غير مخطط لها، مما أدى إلى خسائر تشغيلية تقدر بحوالي ٣٥ مليون ريال سعودي، بالإضافة إلى التأثير السلبي على جودة الخدمة المقدمة للمستفيدين، كما أشار التقرير السنوي للهيئة (٢٠٢٣) إلى أن تكاليف التشغيل والصيانة لمحطات التحلية في الرياض قد ارتفعت بنسبة ١٧٪ خلال السنوات الخمس الماضية وهو ما يشكل تحدياً كبيراً أمام الجهات المسؤولة، وعلى الرغم من وجود توجه عام نحو تطبيق نظم إدارة المخاطر التشغيلية من مختلف القطاعات الحيوية بالمملكة تماشياً مع رؤية ٢٠٣٠ التي تؤكد على أهمية رفع كفاءة المرافق العامة، إلا أن مستوى تطبيق هذه النظم في محطات تحلية المياه لا يزال متفاوتاً فقد أشارت دراسة القحطاني (٢٠٢٢) إلى أن ٤٥٪ فقط من محطات التحلية في المملكة تطبق نظاماً متكاملًا لإدارة المخاطر التشغيلية، وأن معظم هذه المحطات تتبنى مناهج تقليدية في التعامل مع المخاطر تعتمد على ردود الأفعال بدلاً من الإجراءات الاستباقية، ومن جانب آخر، لوحظ وجود قصور في الدراسات العلمية التي تناولت موضوع قياس أثر تطبيق نظم إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه بشكل خاص في السياق السعودي ورغم وجود دراسات متعددة تناولت موضوع إدارة المخاطر في قطاعات مختلفة مثل دراسة العتيبي (٢٠٢٠) في القطاع المصرفي، ودراسة الشمري (٢٠٢١) في قطاع النفط والغاز، إلا أن هناك ندرة في الدراسات التي ركزت على قطاع تحلية المياه على وجه التحديد، وفي ظل التحديات المتنامية التي تواجهها محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض، من ارتفاع تكاليف التشغيل وزيادة معدلات الأعطال وتقادم بعض المعدات والتقنيات المستخدمة، بالإضافة إلى التحديات البيئية والبشرية، أصبحت الحاجة ملحة لدراسة علمية منهجية تقيس أثر تطبيق نظم إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة هذه المحطات وقد أكدت دراسة أجراها جونسون وآخرون (Johnson et al., 2023) على محطات التحلية في دول الخليج العربي على وجود

علاقة إيجابية قوية بين مستوى تطبيق إطار متكامل لإدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات التحلية من حيث معدلات الإنتاج، واستهلاك الطاقة، والتكلفة التشغيلية، ومعدلات التوقف غير المخطط، كما بينت دراسة سميث وبراون (Smith & Brown, 2022) أن المحطات التي تطبق نظاماً متقدماً لإدارة المخاطر التشغيلية تتفوق بشكل ملحوظ في مؤشرات الكفاءة والاستدامة ومع ذلك، تبقى هناك حاجة لفهم أعمق للعلاقة بين تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات التحلية في السياق المحلي السعودي، وتحديدًا في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض، وهو ما تسعى هذه الدراسة لتحقيقه.

وبناءً على ما سبق يمكن صياغة مشكلة الدراسة في السؤال الرئيسي التالي: ما أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟

ويتضرع من هذا السؤال الرئيسي عدة أسئلة فرعية تسعى الدراسة للإجابة عليها :-

- ١- ما مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟
- ٢- ما مستوى كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض من حيث الإنتاجية والتكلفة التشغيلية وجودة الخدمة المقدمة ؟
- ٣- هل توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟
- ٤- ما التحديات التي تواجه تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟
- ٥- ما المقترحات التي يمكن تقديمها لتحسين تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية بما يساهم في رفع كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟

أهمية الدراسة

تكمن أهمية هذه الدراسة في جانبين رئيسيين: الأهمية العلمية (النظرية) والأهمية العملية (التطبيقية)، وذلك على النحو التالي :-

الأهمية العلمية (النظرية):

- ١- تساهم هذه الدراسة في إثراء المكتبة العربية بدراسة متخصصة تتناول العلاقة بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه، حيث تعاني المكتبة العربية من نقص ملحوظ في الدراسات التي تناولت هذا الموضوع بشكل خاص في البيئة السعودية
- ٢- تقدم الدراسة إطاراً نظرياً متكاملًا حول مفاهيم إدارة المخاطر التشغيلية ومؤشرات قياس الكفاءة في محطات تحلية المياه مما يساعد من توحيد المفاهيم والمصطلحات المستخدمة في هذا المجال.

- ٣- تسلط الدراسة الضوء على الفجوة البحثية في مجال قياس أثر تطبيق نظم إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه، مما قد يفتح آفاقاً جديدة للباحثين المهتمين بهذا المجال.
- ٤- تساهم في تطوير نموذج مقترح لقياس العلاقة بين متغيرات الدراسة يمكن الاستفادة منه في دراسات لاحقة وتطبيقه في بيئات مشابهة أو مختلفة
- ٥- تسهم الدراسة في التأصيل النظري لمفهوم المخاطر التشغيلية في قطاع تحلية المياه، وتصنيف هذه المخاطر وفقاً لطبيعتها ومصادرها وتأثيراتها المحتملة على كفاءة المحطات.

الأهمية العملية (التطبيقية):

- ١- تعد هذه الدراسة استجابة لتوجهات رؤية المملكة ٢٠٣٠ التي تركز على تحسين كفاءة المرافق الحيوية وترشيد استهلاك الموارد، حيث تساهم في توفير فهم أعمق لدور إدارة المخاطر التشغيلية في تعزيز كفاءة محطات تحلية المياه التي تعتبر من المرافق الاستراتيجية في المملكة.
- ٢- يمكن أن تساعد نتائج هذه الدراسة متخذي القرار في الهيئة السعودية للمياه ومحطات التحلية في مدينة الرياض على تطوير استراتيجيات وسياسات أكثر فعالية لإدارة المخاطر التشغيلية، مما ينعكس إيجاباً على كفاءة هذه المحطات
- ٣- توفر الدراسة معلومات قيمة حول التحديات التي تواجه تطبيق نظم إدارة المخاطر التشغيلية في محطات التحلية مما يساعد في وضع خطط وبرامج للتغلب على هذه التحديات.
- ٤- تقدم الدراسة مؤشرات أداء كمية ونوعية يمكن استخدامها في قياس كفاءة محطات تحلية المياه، مما يساعد في تقييم أداء هذه المحطات بشكل دوري وموضوعي.
- ٥- تسهم نتائج الدراسة في تحسين ممارسات إدارة المخاطر التشغيلية في محطات التحلية، مما قد يؤدي إلى تقليل التكاليف التشغيلية وتحسين جودة الخدمات المقدمة، وزيادة رضا المستفيدين
- ٦- يمكن أن تسهم توصيات الدراسة من تطوير برامج تدريبية متخصصة لتنمية مهارات العاملين في مجال إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه، مما ينعكس إيجاباً على كفاءة هؤلاء العاملين وبالتالي كفاءة المحطات.
- ٧- يمكن الاستفادة من نتائج هذه الدراسة في تطوير معايير وإجراءات معيارية لإدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه، مما يساعد في توحيد الممارسات وتسهيل عمليات المقارنة المعيارية بين مختلف المحطات.
- ٨- توفر الدراسة فهماً أعمق للعلاقة بين تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية وتحسين كفاءة محطات التحلية، مما قد يشجع على زيادة الاستثمار في تطوير هذه النظم وتحسين آليات تطبيقها
- ٩- تساعد الدراسة في تحديد أولويات التطوير في محطات تحلية المياه من خلال تحليل أكثر المخاطر التشغيلية تأثيراً على كفاءة هذه المحطات مما يوجه جهود التحسين نحو المجالات ذات التأثير الأكبر.

١٠- تسهم الدراسة من تعزيز الوعي بأهمية إدارة المخاطر التشغيلية لدى العاملين في محطات تحلية المياه، مما يساعد في بناء ثقافة تنظيمية داعمة لإدارة المخاطر وتحسين الكفاءة.

أهداف الدراسة

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق هدف رئيسي يتمثل في تحليل أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض، ويتفرع من هذا الهدف الرئيسي مجموعة من الأهداف الفرعية التالية:-

- ١- التعرف على مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض، وتحديد نقاط القوة والضعف في هذا التطبيق
- ٢- تقييم مدى تكامل وفعالية مراحل إدارة المخاطر التشغيلية (تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، معالجة المخاطر، متابعة ومراقبة المخاطر) في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض.
- ٣- قياس مستوى الكفاءة الحالي لمحطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض من خلال مجموعة من المؤشرات المتعلقة بالكفاءة الإنتاجية، وكفاءة استخدام الموارد، والكفاءة التشغيلية، وكفاءة التكلفة، وجودة المياه المنتجة.
- ٤- تحليل العلاقة بين مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية والكفاءة الإنتاجية والتشغيلية لمحطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض.
- ٥- تحديد أكثر أبعاد إدارة المخاطر التشغيلية تأثيراً على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض
- ٦- تحديد أهم التحديات والمعوقات التي تواجه تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض واقتراح الحلول المناسبة للتغلب عليها.
- ٧- تقديم رؤية مستقبلية لتطوير تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض بما يساهم من تحسين كفاءتها.
- ٨- تطوير نموذج مقترح لتعزيز العلاقة بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه يأخذ في الاعتبار خصوصية محطات التحلية في المملكة العربية السعودية.

تساؤلات الدراسة

تسعى هذه الدراسة إلى الإجابة على عدد من التساؤلات الأساسية والفرعية التي تعكس مشكلة الدراسة وتساهم في تحقيق أهدافها ، وتتمثل هذه التساؤلات فيما يلي :-

التساؤل الرئيسي:

ما أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟

التساؤلات الفرعية:

أولاً: التساؤلات المتعلقة بتطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية:

- ١- ما مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟
- ٢- ما مدى وجود استراتيجية واضحة لإدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟
- ٣- ما هي آليات تحديد وتقييم المخاطر التشغيلية المستخدمة في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟
- ٤- كيف يتم تنفيذ خطط الاستجابة للمخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟

ثانياً: التساؤلات المتعلقة بكفاءة محطات تحلية المياه:

- ١- ما مستوى الكفاءة الإنتاجية لمحطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟
- ٢- ما مدى كفاءة استخدام الموارد (الطاقة، المواد الكيميائية، الموارد البشرية) في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟
- ٣- ما مستوى الكفاءة التشغيلية من حيث معدلات التوقف عن العمل وأوقات الصيانة في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟
- ٤- ما مدى كفاءة التكلفة التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟

ثالثاً: التساؤلات المتعلقة بالعلاقة بين المتغيرين:

- ١- هل توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية والكفاءة الإنتاجية لمحطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ؟

- ٢- هل توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة استخدام الموارد في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض؟
- ٣- ما هي أكثر أبعاد إدارة المخاطر التشغيلية تأثيراً على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض؟

رابعاً: التساؤلات المتعلقة بالتحديات والمقترحات:

- ١- ما التحديات التي تواجه تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض؟
- ٢- ما مقترحات تحسين تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض؟

فروض الدراسة

استناداً الى مشكلة الدراسة وأهدافها وتساولاتها، وبالاعتماد على الإطار النظري والدراسات السابقة في مجال إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه يمكن صياغة فروض الدراسة على النحو التالي :-

الفرضية الرئيسية:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض

الفرضيات الفرعية:

الفرضية الفرعية الأولى :-

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية والكفاءة الإنتاجية لمحطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض.

الفرضية الفرعية الثانية:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة استخدام الموارد (الطاقة، المواد الكيميائية، الموارد البشرية) في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض.

الفرضية الفرعية الثالثة:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية والكفاءة التشغيلية من حيث معدلات التوقف عن العمل وأوقات الصيانة في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض

الفرضية الفرعية الرابعة:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة التكلفة التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض.

الفرضية الفرعية الخامسة:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) بين تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية وجودة المياه المنتجة في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض.

الفرضية الفرعية السادسة:

توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) في مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض تعزى لمتغيرات (حجم المحطة، العمر التشغيلي للمحطة، التقنية المستخدمة في التحلية)

الفرضية الفرعية السابعة:

يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لتطبيق مراحل نظام إدارة المخاطر التشغيلية (تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، معالجة المخاطر، متابعة ومراقبة المخاطر) على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض.

وسيتم اختبار هذه الفرضيات باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة مثل معامل ارتباط بيرسون لقياس العلاقة بين المتغيرات واختبار (ت) واختبار تحليل التباين الأحادي (ANOVA) لقياس الفروق بين المجموعات، وتحليل الانحدار المتعدد لقياس تأثير المتغير المستقل (تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية) على المتغير التابع (كفاءة محطات تحلية المياه).

النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث

المنطلقات النظرية للدراسة

تستند هذه الدراسة إلى مجموعة من النظريات والأطر المفاهيمية التي تشكل أساساً نظرياً متيناً لفهم وتحليل العلاقة بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه، ويمكن توضيح هذه المنطلقات النظرية على النحو التالي:-

أولاً: نظرية إدارة المخاطر (Risk Management Theory)

تعد نظرية إدارة المخاطر من النظريات الأساسية التي تنطلق منها الدراسة حيث تقوم هذه النظرية على فرضية أن المنظمات تعمل من بيئة غير مؤكدة ومليئة بالمخاطر المحتملة، وأن نجاح هذه المنظمات يعتمد على قدرتها على تحديد هذه المخاطر وتقييمها والاستجابة لها بشكل استباقي وتفترض النظرية أن عملية إدارة المخاطر تمر بعدة مراحل متتالية

ومترابطة، تشمل تحديد المخاطر، وتقييمها، ومعالجتها، ومراقبتها ومتابعتها (Hopkin, 2018)، وتؤكد هذه النظرية على أن إدارة المخاطر ليست نشاطاً منفصلاً، بل هي جزء لا يتجزأ من استراتيجية المنظمة وعملياتها اليومية، وتقدم النظرية إطاراً لفهم كيفية تأثير المخاطر التشغيلية على أداء المنظمات وكيف يمكن أن تسهم الإدارة الفعالة لهذه المخاطر في تحسين الأداء التنظيمي وتعزيز القدرة التنافسية (Dionne, 2013).

ثانياً: نظرية الأنظمة (Systems Theory)

تستند الدراسة أيضاً إلى نظرية الأنظمة التي تنظر إلى المنظمات على أنها أنظمة معقدة ومفتوحة تتكون من مجموعة من الأنظمة الفرعية المترابطة والمتفاعلة، وتتبادل المدخلات والمخرجات مع البيئة المحيطة (Von Bertalanffy, 1968)، وتفترض هذه النظرية أن أي خلل في أحد مكونات النظام سيؤثر على النظام بأكمله، وفي سياق محطات تحلية المياه، تساعد نظرية الأنظمة من فهم كيفية تفاعل وتداخل العمليات والأنظمة المختلفة داخل المحطة، وكيف يمكن أن تؤثر المخاطر التشغيلية في أي جزء من النظام على كفاءة النظام بأكمله كما توفر النظرية إطاراً لفهم أهمية التكامل بين نظام إدارة المخاطر التشغيلية وبقية أنظمة المحطة، مثل نظام الإنتاج، ونظام الصيانة، ونظام إدارة الجودة، ونظام السلامة والبيئة (Checkland, 1999).

ثالثاً: نظرية الكفاءة التنظيمية (Organizational Efficiency Theory)

تعتبر نظرية الكفاءة التنظيمية من المنطلقات النظرية المهمة في هذه الدراسة، حيث تركز على مفهوم الكفاءة كنسبة بين المخرجات والمدخلات وتهتم بدراسة العوامل التي تؤثر على كفاءة المنظمات وطرق تحسينها (Mouzas, 2006)، وفي سياق محطات تحلية المياه، تساعد هذه النظرية في فهم وقياس كفاءة المحطات من خلال مجموعة من المؤشرات مثل الكفاءة الإنتاجية، وكفاءة استخدام الموارد، والكفاءة التشغيلية، وكفاءة التكلفة، وجودة المخرجات كما تقدم النظرية إطاراً لفهم كيفية تأثير إدارة المخاطر التشغيلية على تحسين هذه المؤشرات (Charnes et al, 1978).

رابعاً: إطار إدارة المخاطر المؤسسية (Enterprise Risk Management Framework)

تستند الدراسة إلى إطار إدارة المخاطر المؤسسية الذي طورته لجنة المنظمات الراعية للجنة تريدواي (COSO) وآيزو ٣١٠٠٠، والذي يوفر إطاراً شاملاً لإدارة المخاطر على مستوى المنظمة ككل، بما في ذلك المخاطر التشغيلية (COSO, 2018; ISO 31000, 2017) ويقدم هذا الإطار نهجاً منظماً لتحديد وتقييم ومعالجة المخاطر، ويؤكد على أهمية دمج إدارة المخاطر في الثقافة التنظيمية وعمليات اتخاذ القرار، وربطها باستراتيجية المنظمة وأهدافها، كما يوفر الإطار مجموعة من المبادئ والمكونات التي تساعد من تطبيق نظام فعال لإدارة المخاطر، ويمكن تكيفها لتناسب احتياجات محطات تحلية المياه.

الفصل الثاني

الدراسات السابقة

مقدمة

يتناول هذا الفصل الإطار النظري والدراسات السابقة المتعلقة بموضوع إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه وذلك بهدف بناء قاعدة معرفية متينة لهذه الدراسة، واستخلاص المفاهيم والمتغيرات والعلاقات التي تشكل الأساس النظري لها كما يسعى هذا الفصل إلى تحديد الفجوات البحثية في الأدبيات السابقة، وكيفية إسهام الدراسة الحالية في سد هذه الفجوات.

ينقسم هذا الفصل إلى قسمين رئيسيين: الإطار النظري والدراسات السابقة، يتناول الإطار النظري المفاهيم الأساسية المتعلقة بإدارة المخاطر التشغيلية، ومراحلها، ومتطلبات تطبيقها، بالإضافة إلى مفهوم الكفاءة في محطات تحلية المياه، وأبعادها، ومؤشرات قياسها ثم يستعرض العلاقة النظرية بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات التحلية أما قسم الدراسات السابقة فيستعرض الدراسات العربية والأجنبية ذات الصلة بموضوع البحث ويحللها من حيث أهدافها ومنهجيتها ونتائجها ويبرز أوجه التشابه والاختلاف بينها وبين الدراسة الحالية، وقد اعتمد الباحث في إعداد هذا الفصل على مصادر متنوعة من الكتب والمراجع العلمية والدراسات السابقة والتقارير الصادرة عن المؤسسات ذات العلاقة، مثل الهيئة السعودية للمياه، والمؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة (سابقاً) ومنظمة الأيزو، ولجنة المنظمات الراعية للجنة تريداي (COSO)، والجمعية الدولية لتحلية المياه، وغيرها من المصادر العلمية الموثوقة

من خلال استعراض الإطار النظري والدراسات السابقة، يتضح أن هناك اهتماماً متزايداً بموضوع إدارة المخاطر التشغيلية في مختلف القطاعات بما في ذلك قطاع تحلية المياه، نظراً للدور الحيوي الذي تلعبه هذه المنشآت من تأمين احتياجات المجتمع من المياه، خاصة في دول الخليج العربي التي تعاني من شح المياه العذبة الطبيعية كما يتضح أن هناك توجهاً عالمياً نحو تطوير أنظمة متكاملة لإدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه بهدف تحسين كفاءتها وضمان استدامتها، ومع ذلك فإن الدراسات التي تناولت العلاقة بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه في البيئة السعودية، وتحديدًا في محطات الهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض، لا تزال محدودة، وهو ما يبرز أهمية هذه الدراسة في سد هذه الفجوة البحثية

الدراسات السابقة

أولاً: الدراسات العربية

الدراسة الأولى: العتيبي (٢٠٢٢)

قام العتيبي (٢٠٢٢) بدراسة بعنوان "تقييم نظام إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه بالمملكة العربية السعودية: دراسة تطبيقية على محطات المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة بالمنطقة الشرقية" هدفت الدراسة إلى تقييم مدى فعالية نظام إدارة المخاطر التشغيلية المطبق في محطات تحلية المياه بالمنطقة الشرقية من المملكة، وتحديد أهم التحديات التي تواجه تطبيق هذا النظام، وتقديم مقترحات لتطويره، استخدم الباحث المنهج الوصفي التحليلي، واعتمد على الاستبانة كأداة رئيسية لجمع البيانات، حيث تم توزيعها على عينة مكونة من (١٥٠) مفردة من العاملين في إدارات المخاطر والصيانة والتشغيل في (٥) محطات تحلية بالمنطقة الشرقية وقد توصلت الدراسة إلى عدة نتائج أهمها: أن مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية في محطات التحلية محل الدراسة جاء بدرجة متوسطة بمتوسط حسابي (٣,١٨ من ٥) وأن أكثر مراحل إدارة المخاطر التشغيلية تطبيقاً هي مرحلة تحديد المخاطر، تليها مرحلة تقييم

المخاطر، ثم مرحلة معالجة المخاطر، وأخيراً مرحلة المراقبة والمتابعة ، كما كشفت النتائج عن وجود العديد من التحديات التي تواجه تطبيق النظام أهمها: نقص الكوادر المتخصصة في إدارة المخاطر التشغيلية، وضعف الدعم المالي المخصص لأنشطة إدارة المخاطر، وقصور أنظمة المعلومات المستخدمة من تحديد وتقييم المخاطر، وأوصت الدراسة بضرورة تطوير استراتيجية شاملة لإدارة المخاطر التشغيلية في محطات التحلية، وتعزيز الوعي بأهمية إدارة المخاطر التشغيلية لدى جميع العاملين، وتوفير الموارد البشرية والمالية اللازمة لتفعيل النظام، والاستفادة من التجارب العالمية الناجحة في هذا المجال.

الدراسة الثانية: الزهراني (٢٠٢٠)

أجرى الزهراني (٢٠٢٠) دراسة بعنوان "أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر على الأداء التشغيلي في محطة تحلية المياه برأس الخير" هدفت الدراسة إلى التعرف على مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر في محطة تحلية المياه برأس الخير وتحديد أثر هذا التطبيق على الأداء التشغيلي للمحطة من حيث معدلات الإنتاج، وكفاءة استخدام الموارد، ومعدلات التوقف، والتكلفة التشغيلية، وجودة المياه المنتجة ، اعتمد الباحث على المنهج الوصفي التحليلي، واستخدم الاستبانة لجمع البيانات الأولية من عينة الدراسة المكونة من (١٢٠) مفردة من مديري الإدارات ورؤساء الأقسام والفنيين العاملين في المحطة كما استخدم المقابلة الشخصية مع بعض المسؤولين، وتحليل الوثائق والتقارير المتعلقة بأداء المحطة خلال الفترة من ٢٠١٧ إلى ٢٠١٩ ، وقد توصلت الدراسة إلى وجود علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر والأداء التشغيلي للمحطة، حيث أظهرت النتائج أن تطبيق النظام ساهم من تحسين معدلات الإنتاج بنسبة ١٢٪/ وخفض معدلات التوقف غير المخطط بنسبة ٢٥٪/، وتقليل التكلفة التشغيلية بنسبة ١٥٪/، وتحسين جودة المياه المنتجة ، كما كشفت النتائج عن أن عملية تحديد وتقييم المخاطر كانت الأكثر تأثيراً على تحسين الأداء التشغيلي للمحطة وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز تطبيق نظام إدارة المخاطر في محطات التحلية الأخرى وإنشاء وحدة متخصصة لإدارة المخاطر في كل محطة، وتوفير التدريب المستمر للعاملين على أساليب وتقنيات إدارة المخاطر، وتطوير مؤشرات أداء لقياس فعالية نظام إدارة المخاطر.

الدراسة الثالثة: الشمري (٢٠٢١)

قدم الشمري (٢٠٢١) دراسة بعنوان "العلاقة بين إدارة المخاطر التشغيلية ومؤشرات كفاءة الأداء في محطات تحلية المياه: دراسة تطبيقية على محطات التحلية في المنطقة الغربية بالمملكة العربية السعودية" هدفت الدراسة إلى تحليل العلاقة بين ممارسات إدارة المخاطر التشغيلية ومؤشرات كفاءة الأداء في محطات تحلية المياه في المنطقة الغربية بالمملكة وتحديد أكثر أبعاد إدارة المخاطر التشغيلية تأثيراً على كفاءة المحطات اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وتم جمع البيانات من خلال استبانة وزعت على عينة مكونة من (١٨٠) مفردة من العاملين في (٤) محطات تحلية في جدة وينبع وراغب، بالإضافة إلى إجراء (١٥) مقابلة معمقة مع مديري المحطات ومسؤولي إدارة المخاطر وقد أظهرت نتائج الدراسة وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية ذات دلالة إحصائية بين مستوى تطبيق ممارسات إدارة المخاطر التشغيلية ومؤشرات كفاءة الأداء في محطات التحلية حيث بلغ معامل الارتباط (٠,٧٨) ، كما كشفت النتائج أن أكثر أبعاد إدارة المخاطر التشغيلية تأثيراً على كفاءة المحطات هي: نظم وإجراءات إدارة المخاطر، والثقافة التنظيمية

الداعمة لإدارة المخاطر، وكفاءة الموارد البشرية وبينت النتائج أيضاً أن محطات التحلية التي تطبق نظاماً متكاملًا لإدارة المخاطر التشغيلية تتفوق في مؤشرات الكفاءة على المحطات الأخرى بفروق ذات دلالة إحصائية، وأوصت الدراسة بضرورة تبني استراتيجية شاملة لإدارة المخاطر التشغيلية على مستوى جميع محطات التحلية في المملكة وتطوير نظام معلومات متكامل لإدارة المخاطر، والاهتمام ببناء ثقافة تنظيمية داعمة لإدارة المخاطر، وتطوير نظام للحوافز يربط بين أداء العاملين في مجال إدارة المخاطر وكفاءة المحطة.

الدراسة الرابعة: المطيري (٢٠١٩)

قام المطيري (٢٠١٩) بإجراء دراسة بعنوان "تقييم فعالية إدارة المخاطر التشغيلية وأثرها على الكفاءة الإنتاجية والتشغيلية في محطات تحلية المياه: دراسة تطبيقية على المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة في المملكة العربية السعودية" هدفت الدراسة إلى تقييم فعالية إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للمؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، وتحديد أثرها على الكفاءة الإنتاجية والتشغيلية لهذه المحطات استخدم الباحث المنهج الوصفي التحليلي واعتمد على استبانة وزعت على عينة مكونة من (٢٢٠) مفردة من العاملين في الإدارات المختلفة بـ (٨) محطات تحلية موزعة على مناطق المملكة المختلفة، بالإضافة إلى تحليل البيانات الثانوية المستمدة من التقارير السنوية للمؤسسة خلال الفترة من ٢٠١٥ إلى ٢٠١٨ ، وقد خلصت الدراسة إلى أن مستوى فعالية إدارة المخاطر التشغيلية في محطات التحلية جاء بدرجة متوسطة بوجه عام مع وجود تفاوت بين المحطات المختلفة، حيث سجلت المحطات الحديثة درجات أعلى في فعالية إدارة المخاطر مقارنة بالمحطات القديمة كما أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين فعالية إدارة المخاطر التشغيلية والكفاءة الإنتاجية والتشغيلية للمحطات، حيث كانت المحطات ذات المستويات المرتفعة في فعالية إدارة المخاطر تتمتع بمعدلات إنتاج أعلى، ومعدلات توقف أقل، وكفاءة أفضل في استخدام الطاقة والموارد وكشفت الدراسة عن عدة معوقات تحد من فعالية إدارة المخاطر التشغيلية من أهمها: ضعف الدعم من الإدارة العليا ، ونقص الخبرات المتخصصة وقصور أنظمة الاتصالات وتبادل المعلومات ، وأوصت الدراسة بضرورة تطوير استراتيجية متكاملة لإدارة المخاطر التشغيلية، وإنشاء إدارة مركزية للمخاطر على مستوى المؤسسة وتوفير التدريب المناسب للعاملين وتحديث أنظمة المعلومات المستخدمة من تحديد وتقييم المخاطر.

الدراسة الخامسة: القحطاني (٢٠٢٢)

أجرى القحطاني (٢٠٢٢) دراسة بعنوان "تحليل العلاقة بين تطبيق معايير إدارة المخاطر التشغيلية وفق آيزو ٣١٠٠٠ وتحسين الأداء في محطات تحلية المياه: دراسة تطبيقية على محطات التحلية في المنطقة الوسطى بالمملكة العربية السعودية"، هدفت الدراسة إلى تحليل مدى تطبيق معايير إدارة المخاطر التشغيلية وفق المواصفة الدولية آيزو ٣١٠٠٠ في محطات تحلية المياه بالمنطقة الوسطى، وقياس أثر هذا التطبيق على مؤشرات الأداء المختلفة اعتمد الباحث على المنهج الوصفي التحليلي، واستخدم الاستبانة كأداة رئيسية لجمع البيانات حيث تم توزيعها على عينة مكونة من (١٦٠) مفردة من المديرين والمشرفين والمهندسين في (٦) محطات تحلية بالمنطقة الوسطى، بالإضافة إلى استخدام قائمة

مراجعة لتقييم مستوى تطبيق معايير آيزو ٣١٠٠٠ وقد توصلت الدراسة إلى أن نسبة تطبيق محطات التحلية في المنطقة الوسطى لمعايير إدارة المخاطر التشغيلية وفق آيزو ٣١٠٠٠ بلغت ٤٥٪ في المتوسط، وهي نسبة متوسطة تشير إلى وجود فجوات كبيرة في التطبيق، خاصة في جوانب الرصد والمراجعة، والتشاور والتواصل، كما أظهرت النتائج وجود علاقة طردية قوية ذات دلالة إحصائية بين مستوى تطبيق معايير آيزو ٣١٠٠٠ ومؤشرات الأداء المختلفة حيث فسر متغير تطبيق المعايير ٦٧٪ من التباين من متغير الأداء، وأوصت الدراسة بضرورة تطوير خطط تنفيذية لتطبيق معايير آيزو ٣١٠٠٠ بشكل كامل في محطات التحلية، وتوفير التدريب اللازم للعاملين، وتطوير آليات للرصد والمراجعة الدورية، وتعزيز التشاور والتواصل مع أصحاب المصلحة الداخليين والخارجيين.

الدراسة السادسة: الرميح (٢٠٢١)

قدم الرميح (٢٠٢١) دراسة بعنوان "دور نظام إدارة المخاطر التشغيلية في تحسين كفاءة التكلفة وجودة الخدمة في محطات تحلية المياه: دراسة حالة على محطات تحلية المياه في مدينة الرياض"، هدفت الدراسة إلى تحديد دور نظام إدارة المخاطر التشغيلية في تحسين كفاءة التكلفة وجودة الخدمة في محطات تحلية المياه في مدينة الرياض، وتحليل العوامل المؤثرة على هذا الدور، استخدم الباحث منهج دراسة الحالة، حيث اختار ثلاث محطات تحلية في مدينة الرياض لدراستها بشكل معمق، واعتمد على مصادر متعددة لجمع البيانات شملت المقابلات المعمقة مع (٢٥) من المديرين والمسؤولين، وتحليل الوثائق والتقارير، والملاحظة المباشرة بالإضافة إلى استبانة وزعت على (٩٠) من العاملين في المحطات الثلاث وقد خلصت الدراسة إلى أن تطبيق نظام متكامل لإدارة المخاطر التشغيلية ساهم من تحقيق وفورات في التكلفة التشغيلية بنسبة تراوحت بين ١٥-٢٠٪، وتحسين مؤشرات جودة الخدمة بنسبة تراوحت بين ١٢-١٨٪ في المحطات محل الدراسة كما أظهرت النتائج أن العوامل الأكثر تأثيراً على فعالية دور نظام إدارة المخاطر التشغيلية هي: التزام الإدارة العليا، وتوفير الموارد اللازمة، ومستوى كفاءة العاملين، وفعالية نظم المعلومات وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز الالتزام التنظيمي بتطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية، وتطوير نظم المعلومات الداعمة، وتنمية مهارات العاملين، وتعزيز ثقافة إدارة المخاطر في المحطات.

ثانياً: الدراسات الأجنبية

الدراسة الأولى: (Johnson et al. (2023)

قام جونسون وآخرون (Johnson et al, 2023) بدراسة بعنوان

"Operational Risk Management Framework for Desalination Plants: A Comparative Analysis of Implementation in Gulf Countries "

هدفت الدراسة إلى تطوير إطار متكامل لإدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه وإجراء تحليل مقارن لتطبيق هذا الإطار في محطات التحلية بدول الخليج العربي، وتحديد العوامل المؤثرة في فعالية تطبيقه اعتمد الباحثون على المنهج المقارن والوصفي التحليلي، واستخدموا استبانة تم توزيعها على عينة مكونة من (٣٢٠) مفردة من مديري

ومهندسي ومشغلي (١٢) محطة تحلية في السعودية والإمارات وقطر وعمان والكويت، بالإضافة إلى إجراء (٢٥) مقابلة معمقة مع خبراء من مجال إدارة المخاطر وتشغيل محطات التحلية وقد توصلت الدراسة إلى تطوير إطار متكامل لإدارة المخاطر التشغيلية يشمل خمسة مكونات رئيسية: الحوكمة والسياسات، والثقافة التنظيمية، وعمليات تحديد وتقييم المخاطر، واستراتيجيات معالجة المخاطر، ونظم المتابعة والتقارير كما كشفت النتائج عن وجود تفاوت كبير في مستويات تطبيق هذا الإطار بين محطات التحلية في دول الخليج حيث سجلت محطات التحلية في الإمارات أعلى مستويات التطبيق، تلتها محطات التحلية في السعودية، ثم قطر وعمان والكويت وبينت الدراسة أن هناك علاقة إيجابية قوية بين مستوى تطبيق الإطار المقترح وكفاءة محطات التحلية من حيث معدلات الإنتاج، واستهلاك الطاقة، والتكلفة التشغيلية، ومعدلات التوقف غير المخطط كما حددت الدراسة عدة عوامل تؤثر في فعالية تطبيق إطار إدارة المخاطر أهمها: دعم الإدارة العليا، وتوفر الموارد اللازمة، وكفاءة نظم المعلومات، ومستوى تدريب العاملين وأوصت الدراسة بضرورة تبني الإطار المقترح في جميع محطات التحلية بدول الخليج، وتعزيز التعاون وتبادل الخبرات بين هذه المحطات في مجال إدارة المخاطر، وإنشاء قاعدة بيانات موحدة للمخاطر التشغيلية على مستوى الإقليم.

الدراسة الثانية: (Smith & Brown (2022)

أجرى سميث وبراون (Smith & Brown, 2022) دراسة بعنوان

" The Impact of Operational Risk Management on Efficiency and Sustainability of Desalination Plants: Evidence from Australia and Saudi Arabia "

هدفت الدراسة إلى تحليل تأثير تطبيق نظم إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة واستدامة محطات تحلية المياه في أستراليا والسعودية، وتحديد أفضل الممارسات في هذا المجال استخدم الباحثان منهج دراسة الحالة المقارنة حيث تم اختيار (٤) محطات تحلية في أستراليا و(٤) محطات في السعودية لدراستهما بشكل معمق وتم جمع البيانات من خلال مصادر متعددة شملت المقابلات المعمقة مع (٤٠) من المديرين والمهندسين، والملاحظة المباشرة، وتحليل الوثائق والتقارير، وتحليل بيانات الأداء التشغيلي للمحطات خلال الفترة من ٢٠١٨ إلى ٢٠٢١، وقد كشفت نتائج الدراسة أن المحطات التي تطبق نظاماً متقدماً لإدارة المخاطر التشغيلية تتفوق بشكل ملحوظ في مؤشرات الكفاءة والاستدامة، حيث تتمتع بمعدلات إنتاج أعلى بنسبة ١٥-٢٠٪ وتكلفة تشغيلية أقل بنسبة ١٢-١٨٪، واستهلاك طاقة أقل بنسبة ١٠-١٥٪، وتأثيرات بيئية أقل كما وجدت الدراسة أن المحطات الأسترالية تتفوق على نظيراتها السعودية من تطبيق بعض جوانب إدارة المخاطر التشغيلية، خاصة فيما يتعلق بتكامل إدارة المخاطر مع استراتيجية الاستدامة، واستخدام التكنولوجيا المتقدمة في رصد وتحليل المخاطر، وإشراك أصحاب المصلحة في عملية إدارة المخاطر وحددت الدراسة مجموعة من أفضل الممارسات في مجال إدارة المخاطر التشغيلية منها: تطبيق نهج استباقي في تحديد وتقييم المخاطر، واعتماد نظم معلومات متكاملة لإدارة المخاطر، والتدريب المستمر للعاملين، وتطوير مؤشرات أداء رئيسية لقياس فعالية إدارة المخاطر، وأوصت الدراسة بتعزيز التعاون وتبادل الخبرات بين محطات التحلية في البلدين، وتطوير برامج تدريبية مشتركة في مجال إدارة المخاطر، والاستفادة من التجربة الأسترالية في مجال دمج إدارة المخاطر مع استراتيجيات الاستدامة.

الدراسة الثالثة: (Garcia & Lopez (2021)

قام غارسيا ولوبيز (Garcia & Lopez, 2021) بدراسة بعنوان

" A Quantitative Model for Assessing the Relationship Between Operational Risk Management and Performance Efficiency in Desalination Plants "

هدفت الدراسة الى تطوير نموذج كمي لتقييم العلاقة بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة الأداء في محطات تحلية المياه، واختبار هذا النموذج في عدة محطات تحلية في إسبانيا والشرق الأوسط وشمال أفريقيا اعتمد الباحثان على المنهج الكمي حيث تم تطوير نموذج رياضي يتضمن متغيرات قياس مستوى نضج إدارة المخاطر التشغيلية ومؤشرات كفاءة الأداء، وتم جمع البيانات من (١٦) محطة تحلية موزعة على إسبانيا (٥ محطات) والسعودية (٤ محطات) والإمارات (٣ محطات) ومصر (٢ محطتان) والمغرب (٢ محطتان) خلال الفترة من ٢٠١٩ إلى ٢٠٢١ ، وتم استخدام استبانة تم توزيعها على (٢٤٠) مفردة من العاملين في هذه المحطات بالإضافة إلى تحليل بيانات الأداء التشغيلي والمالي للمحطات وقد توصلت الدراسة إلى تطوير نموذج كمي يتكون من خمسة أبعاد لقياس مستوى نضج إدارة المخاطر التشغيلية (الحوكمة، والعمليات، والتكنولوجيا، والأفراد، والثقافة التنظيمية) وثلاثة مؤشرات لكفاءة الأداء (الكفاءة التشغيلية، والكفاءة المالية، والكفاءة البيئية) ، وأظهرت نتائج تطبيق النموذج وجود علاقة قوية وإيجابية بين مستوى نضج إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة الأداء حيث فسر النموذج ٧٣٪ من التباين في كفاءة الأداء كما كشفت النتائج أن أكثر أبعاد إدارة المخاطر تأثيراً على الكفاءة هي العمليات والتكنولوجيا يليهما الحوكمة والأفراد، وأخيراً الثقافة التنظيمية ، وأظهرت النتائج أيضاً وجود فروق كبيرة من مستويات نضج إدارة المخاطر بين المحطات، حيث سجلت المحطات الإسبانية والإماراتية أعلى مستويات النضج، تلتها المحطات السعودية، ثم المحطات المصرية والمغربية وأوصت الدراسة بتبني النموذج المقترح كأداة معيارية لتقييم وتطوير نظم إدارة المخاطر التشغيلية في محطات التحلية، وتعزيز الاستثمار في التكنولوجيا والأنظمة المتقدمة لإدارة المخاطر، وتطوير برامج تدريبية متخصصة للعاملين في هذا المجال

الدراسة الرابعة: (Williams et al (2020)

أجرى ويليامز وآخرون (Williams et al., 2020) دراسة بعنوان

" Integrating Operational Risk Management with Asset Management in Desalination Plants: A Strategic Approach for Efficiency Enhancement "

هدفت الدراسة إلى تطوير إطار متكامل لدمج إدارة المخاطر التشغيلية مع إدارة الأصول في محطات تحلية المياه، وقياس أثر هذا التكامل على كفاءة المحطات ، استخدم الباحثون المنهج المختلط (الكمي والنوعي)، حيث تم تطبيق الإطار المقترح في (٨) محطات تحلية في الولايات المتحدة وكندا والمملكة المتحدة لمدة عامين، وتم قياس مؤشرات الأداء قبل وبعد التطبيق كما تم جمع البيانات من خلال استبانة وزعت على (١٨٠) من العاملين في هذه المحطات، ومقابلات مع (٣٠) من المديرين والخبراء وورش عمل مع فرق الصيانة والتشغيل وقد توصلت الدراسة إلى أن تكامل إدارة المخاطر التشغيلية مع إدارة الأصول أدى إلى تحسين ملحوظ في كفاءة المحطات، حيث انخفضت تكاليف الصيانة بنسبة ٢٢٪،

وتحسنت موثوقية المعدات بنسبة ١٨٪ وزادت إتاحة المحطات بنسبة ١٥٪، وتراجعت حالات التوقف غير المخطط بنسبة ٣٠٪ كما أظهرت النتائج أن العوامل الرئيسية لنجاح هذا التكامل تتضمن: تبني منهجية قائمة على المخاطر في تخطيط الصيانة واستخدام تقنيات الصيانة التنبؤية، وتطوير قدرات تحليلية متقدمة وبناء ثقافة تنظيمية داعمة، وحددت الدراسة عدة تحديات تواجه تطبيق هذا النهج المتكامل، منها: مقاومة التغيير، ونقص المهارات والخبرات، وقصور البنية التحتية التكنولوجية، وضعف التكامل بين أنظمة المعلومات وأوصت الدراسة بضرورة تبني استراتيجية شاملة لدمج إدارة المخاطر التشغيلية مع إدارة الأصول والاستثمار في التكنولوجيا المتقدمة وتطوير مهارات العاملين وتعزيز التعاون بين إدارات المخاطر والصيانة والتشغيل.

التعقيب على الدراسات السابقة

أوجه التشابه بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة:

- ١- تتشابه الدراسة الحالية مع معظم الدراسات السابقة في تناولها لموضوع إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه، وبحث العلاقة بين تطبيق هذه النظم وكفاءة المحطات.
- ٢- تتفق الدراسة الحالية مع دراسات العتيبي (٢٠٢٢) والزهراني (٢٠٢٠) والشمري (٢٠٢١) في اعتمادها على المنهج الوصفي التحليلي، واستخدام الاستبانة كأداة رئيسية لجمع البيانات
- ٣- تتشابه مع دراسة المطيري (٢٠١٩) وجونسون وآخرون (Johnson et al, 2023) في تركيزها على تقييم فعالية نظم إدارة المخاطر التشغيلية وتأثيرها على الكفاءة الإنتاجية والتشغيلية.
- ٤- تتفق مع دراسة سميث وبراون (Smith & Brown, 2022) في اهتمامها بتحديد أفضل الممارسات في مجال إدارة المخاطر التشغيلية في محطات التحلية.
- ٥- تتشابه مع دراسة الرميح (٢٠٢١) في التركيز على محطات تحلية المياه في مدينة الرياض كمجال للتطبيق

أوجه الاختلاف بين الدراسة الحالية والدراسات السابقة:

- ١- تختلف الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة في تركيزها تحديداً على محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض بينما تناولت الدراسات السابقة مناطق أخرى في المملكة أو دولاً أخرى، أو تناولت محطات تابعة للمؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة (سابقاً)
- ٢- تتميز الدراسة الحالية عن دراسة العتيبي (٢٠٢٢) والشمري (٢٠٢١) في أنها تبحث في أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة المحطات وليس فقط تقييم مستوى تطبيق النظام.
- ٣- تختلف عن دراسة المطيري (٢٠١٩) في أنها تركز على قياس الأثر المباشر لتطبيق نظام إدارة المخاطر على مؤشرات محددة للكفاءة، بينما كانت دراسة المطيري أكثر عمومية.

- ٤- تتميز عن دراسة جونسون وآخرون (Johnson et al, 2023) من أنها لا تهدف إلى إجراء مقارنة بين عدة دول، بل تركز على سياق محلي محدد
- ٥- تختلف عن دراسة غارسيا ولوبيز (Garcia & Lopez, 2021) في أنها لا تسعى إلى تطوير نموذج كمي بل إلى قياس العلاقة بين المتغيرات واختبار الفرضيات باستخدام أساليب إحصائية تقليدية
- ٦- تتميز عن دراسة ويليامز وآخرون (Williams et al, 2020) في أنها تركز على إدارة المخاطر التشغيلية فقط وليس على تكاملها مع إدارة الأصول.

الفجوات في الدراسات السابقة:

- ١- رغم أهمية موضوع إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه، إلا أن الدراسات المتخصصة في هذا المجال في البيئة السعودية وخاصة في مدينة الرياض ما زالت محدودة، وتحديدًا تلك التي تتناول محطات التحلية التابعة للهيئة السعودية للمياه بعد التحول المؤسسي الذي شهده قطاع المياه في المملكة.
- ٢- لم تتناول معظم الدراسات السابقة بشكل متعمق العلاقة بين مراحل إدارة المخاطر التشغيلية المختلفة (تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، معالجة المخاطر، متابعة ومراقبة المخاطر) وأبعاد كفاءة محطات التحلية
- ٣- لم تول الدراسات السابقة اهتماماً كافياً بدور الثقافة التنظيمية والعامل البشري من نجاح تطبيق نظم إدارة المخاطر التشغيلية.
- ٤- لم تقدم الدراسات السابقة تصوراً متكاملاً للآليات اللازمة لتحسين تطبيق نظم إدارة المخاطر التشغيلية بما يتناسب مع خصوصية محطات التحلية التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض
- ٥- لم تتطرق الدراسات السابقة بشكل كافٍ إلى تأثير التحول الرقمي وتقنيات الثورة الصناعية الرابعة على تطوير نظم إدارة المخاطر التشغيلية في محطات التحلية.

ما تضيفه الدراسة الحالية:

- ١- تسد الدراسة الحالية الفجوة المعرفية في مجال دراسة أثر إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض حيث تعتبر الأولى من نوعها في هذا السياق المحدد بعد التحولات المؤسسية التي شهدتها قطاع المياه في المملكة.
- ٢- تقدم الدراسة تحليلاً متعمقاً للعلاقة بين كل مرحلة من مراحل إدارة المخاطر التشغيلية وكل بعد من أبعاد كفاءة محطات التحلية، مما يساهم من فهم أعمق لهذه العلاقة
- ٣- تولي الدراسة اهتماماً خاصاً بدور العوامل التنظيمية والبشرية في نجاح تطبيق نظم إدارة المخاطر التشغيلية، وهو ما لم تتناوله الدراسات السابقة بشكل كافٍ.

- ٤- تقدم الدراسة نموذجاً مقترحاً لتطوير تطبيق نظم إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض، استناداً إلى نتائج الدراسة الميدانية وأفضل الممارسات العالمية في هذا المجال
- ٥- تربط الدراسة بين موضوع إدارة المخاطر التشغيلية ورؤية المملكة ٢٠٣٠ خاصة فيما يتعلق بتعزيز كفاءة المرافق الحيوية وترشيد استهلاك الموارد.
- ٦- تستكشف الدراسة دور التقنيات الحديثة والتحول الرقمي من تعزيز فعالية نظم إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه.

الإطار النظري

المبحث الأول: إدارة المخاطر التشغيلية - مفاهيم ومبادئ أساسية

١,١ مفهوم المخاطر التشغيلية وتطوره

يعتبر مفهوم المخاطر التشغيلية من المفاهيم الإدارية التي شهدت تطوراً ملحوظاً خلال العقود الأخيرة، حيث اتسع نطاق هذا المفهوم وتطور من التركيز على المخاطر المالية فقط إلى شمول مختلف أنواع المخاطر التي تواجه المنظمات في العصر الحديث ، وقد تعددت التعريفات التي قدمها الباحثون والمنظمات المتخصصة للمخاطر التشغيلية، وإن كانت جميعها تدور حول فكرة أساسية تتعلق بالمخاطر الناجمة عن العمليات الداخلية والأنظمة والأفراد والأحداث الخارجية التي قد تؤثر سلباً على قدرة المنظمة على تحقيق أهدافها التشغيلية

فقد عرفت لجنة بازل للرقابة المصرفية (Basel Committee on Banking Supervision) المخاطر التشغيلية بأنها "مخاطر الخسائر الناتجة عن عدم كفاية أو فشل العمليات الداخلية، والأفراد، والأنظمة أو من أحداث خارجية" (BCBS, 2011) وعلى الرغم من أن هذا التعريف قد وضع أصلاً للقطاع المصرفي، إلا أنه أصبح مقبولاً على نطاق واسع في مختلف القطاعات بما فيها قطاع تحلية المياه ، ويعرف المعهد الدولي لإدارة المخاطر (Institute of Risk Management) المخاطر التشغيلية بأنها "المخاطر المرتبطة بالعمليات الداخلية للمنظمة والتي تنشأ نتيجة فشل أو قصور في الأنظمة، والإجراءات، والضوابط الداخلية أو نتيجة أخطاء بشرية، أو عوامل خارجية تؤثر على سير العمليات" (IRM, 2018) أما في سياق محطات تحلية المياه، فيمكن تعريف المخاطر التشغيلية بأنها "المخاطر التي تهدد قدرة المحطة على تحقيق أهدافها التشغيلية، والناتجة عن قصور في العمليات الداخلية، أو الأنظمة، أو الموارد البشرية، أو البنية التحتية، أو بسبب عوامل خارجية مثل التغيرات المناخية والكوارث الطبيعية والتلوث البيئي" (القحطاني، ٢٠٢٢).

وقد مر مفهوم المخاطر التشغيلية بعدة مراحل من التطور، يمكن تلخيصها فيما يلي :-

- ١- مرحلة ما قبل التسعينات: كان التركيز فيها على المخاطر المالية والائتمانية ومخاطر السوق، مع إهمال نسبي للمخاطر التشغيلية التي كانت تعتبر جزءاً ثانوياً من المخاطر العامة
- ٢- مرحلة التسعينات وبداية الألفية: شهدت هذه المرحلة بداية الاهتمام بالمخاطر التشغيلية نتيجة لوقوع عدة كوارث صناعية وأزمات مالية كبرى، أدت إلى زيادة الوعي بأهمية إدارة هذه المخاطر، كما شهدت هذه المرحلة ظهور اتفاقية بازل الثانية التي أفردت محوراً خاصاً للمخاطر التشغيلية.
- ٣- مرحلة ما بعد الأزمة المالية العالمية (٢٠٠٨): تميزت هذه المرحلة بتعميق الاهتمام بالمخاطر التشغيلية ووضع أطر وأساليب أكثر تطوراً لإدارتها وظهور معايير دولية متخصصة مثل آيزو ٣١٠٠٠ لإدارة المخاطر
- ٤- المرحلة الحالية (عصر الثورة الصناعية الرابعة): تشهد هذه المرحلة تطوراً نوعياً في مفهوم المخاطر التشغيلية ليشمل المخاطر السيبرانية ومخاطر الذكاء الاصطناعي والأتمتة، كما تتميز بالاهتمام بالترابط بين المخاطر التشغيلية والمخاطر الاستراتيجية، ودمج إدارة المخاطر التشغيلية من إطار إدارة المخاطر المؤسسية الشاملة، وفي محطات تحلية المياه، تطور مفهوم المخاطر التشغيلية استجابة للتحديات المتنامية التي تواجه هذه المنشآت الحيوية، من التحديات الفنية المرتبطة بتقادم المعدات وتطور تقنيات التحلية، إلى التحديات البيئية المرتبطة بالتغيرات المناخية وارتفاع درجات حرارة مياه البحر وزيادة معدلات التلوث وصولاً إلى التحديات الاقتصادية المرتبطة بارتفاع تكاليف الطاقة والتشغيل والصيانة، والتحديات التنظيمية المرتبطة بتغير التشريعات والمعايير البيئية والصحية (المطيري، ٢٠١٩).

١,٢ تصنيفات المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه

تتعدد تصنيفات المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه تبعاً للمعايير المستخدمة في التصنيف، ومن أبرز هذه التصنيفات ما يلي:-

١,٢,١ التصنيف حسب مصدر المخاطر

يعد هذا التصنيف من أكثر التصنيفات شيوعاً، حيث يقسم المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه إلى الفئات التالية:-

١- مخاطر مرتبطة بالعمليات الداخلية: وتشمل المخاطر الناجمة عن قصور أو خلل في سلسلة العمليات التشغيلية داخل المحطة، مثل:

- مخاطر عدم كفاية أو عدم دقة إجراءات التشغيل.
- مخاطر سوء تصميم العمليات أو تداخلها
- مخاطر عدم الالتزام بالإجراءات والضوابط الداخلية
- مخاطر ضعف الرقابة على جودة العمليات.

٢- مخاطر مرتبطة بالأنظمة والتقنيات: وتشمل المخاطر الناجمة عن فشل أو قصور في الأنظمة والتقنيات المستخدمة في المحطة، مثل:

- مخاطر تعطل أنظمة التشغيل الآلي (SCADA).
- مخاطر انقطاع نظم الاتصالات والشبكات
- مخاطر فقدان البيانات أو اختراقها
- مخاطر تقادم المعدات والتقنيات المستخدمة.

٣- مخاطر مرتبطة بالموارد البشرية: وتشمل المخاطر الناجمة عن أخطاء أو سلوكيات العاملين في المحطة، مثل:

- مخاطر الأخطاء البشرية في التشغيل والصيانة
- مخاطر نقص المهارات والكفاءات اللازمة
- مخاطر التسرب الوظيفي وفقدان الخبرات
- مخاطر الاحتيال والسلوكيات غير الأخلاقية

٤- مخاطر مرتبطة بالبنية التحتية: وتشمل المخاطر الناجمة عن قصور أو تلف في البنية التحتية للمحطة مثل:

- مخاطر تقادم مرافق المحطة وتدهور حالتها
- مخاطر عدم كفاية الصيانة الدورية
- مخاطر قصور تصميم البنية التحتية
- مخاطر فشل أنظمة الطاقة والكهرباء

٥- مخاطر مرتبطة بأحداث خارجية: وتشمل المخاطر الناجمة عن عوامل وأحداث خارجية تؤثر على تشغيل المحطة، مثل:

- مخاطر الكوارث الطبيعية (الزلازل، الفيضانات، العواصف).
- مخاطر تغير خصائص مياه البحر (درجة الحرارة، الملوحة، التلوث)
- مخاطر الهجمات السيبرانية والإرهابية
- مخاطر تغير التشريعات والمعايير البيئية والصحية.

وفقاً لدراسة أجراها الشمري (٢٠٢١) على محطات تحلية المياه في المنطقة الغربية بالمملكة العربية السعودية فإن المخاطر المرتبطة بالبنية التحتية والأنظمة والتقنيات تمثل أكثر من ٦٠٪ من إجمالي المخاطر التشغيلية التي تواجهها هذه المحطات، تليها المخاطر المرتبطة بالعمليات الداخلية (٢٠٪)، ثم المخاطر المرتبطة بالموارد البشرية (١٢٪)، وأخيراً المخاطر المرتبطة بالأحداث الخارجية (٨٪).

١,٢,٢ التصنيف حسب درجة التأثير

يقسم هذا التصنيف المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه حسب درجة تأثيرها على عمليات المحطة وأهدافها، وذلك على النحو التالي:-

١- مخاطر حرجة: وهي المخاطر التي تؤدي حال وقوعها إلى توقف كامل لعمليات المحطة، أو تسبب خسائر فادحة في الأرواح أو المعدات أو البيئة مثل:

- انهيار نظام التحكم المركزي (SCADA).
- انفجار وحدات الضغط العالي
- تسرب المواد الكيميائية الخطرة
- توقف مصادر الطاقة الرئيسية والبدلية.

٢- مخاطر رئيسية: وهي المخاطر التي تؤدي حال وقوعها إلى توقف جزئي لعمليات المحطة، أو تؤثر بشكل كبير على كفاءتها التشغيلية، مثل:

- تعطل وحدات التحلية الرئيسية
- فشل أنظمة المعالجة الأولية
- تلوث مياه البحر الداخلة للمحطة بشكل حاد
- انقطاع نظم الاتصالات والتحكم

٣- مخاطر متوسطة: وهي المخاطر التي تؤدي حال وقوعها إلى خفض كفاءة المحطة أو زيادة تكاليف التشغيل، دون التسبب في توقفها مثل:

- انخفاض كفاءة الأغشية أو المبخرات.
- زيادة استهلاك الطاقة أو المواد الكيميائية
- تسرب العمالة الماهرة
- قصور في عمليات الصيانة الدورية.

٤- مخاطر منخفضة: وهي المخاطر التي تؤدي حال وقوعها إلى تأثيرات محدودة على عمليات المحطة، مثل:

- تأخر وصول قطع الغيار غير الحرجة
- أخطاء في تسجيل البيانات أو التقارير.
- تذبذبات بسيطة في جودة المياه المنتجة
- قصور في بعض الإجراءات الإدارية.

وفقاً لدراسة أجراها العتيبي (٢٠٢٢) على محطات تحلية المياه في المنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية، فإن ١٥٪ من المخاطر التشغيلية التي تواجهها هذه المحطات تصنف كمخاطر حرجة، و ٣٠٪ كمخاطر رئيسية، و ٤٠٪ كمخاطر متوسطة، و ١٥٪ كمخاطر منخفضة.

١,٢,٣ التصنيف حسب احتمالية الحدوث

يقسم هذا التصنيف المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه حسب احتمالية حدوثها وذلك على النحو التالي :-

١- مخاطر مؤكدة الحدوث: وهي المخاطر التي من المؤكد حدوثها خلال فترة زمنية محددة، مثل:

- تآكل أغشية التناضح العكسي نتيجة الاستخدام المستمر.
- تقادم المعدات والأجهزة مع مرور الوقت
- تراكم الرواسب في أنابيب التبخير أو وحدات المعالجة.

٢- مخاطر محتملة الحدوث بشكل كبير: وهي المخاطر التي ترتفع احتمالية حدوثها بشكل كبير، مثل:

- أخطاء التشغيل البشرية.
- انقطاعات التيار الكهربائي في فترات الذروة
- تلوث مياه البحر خلال مواسم معينة.
- تعطل المضخات نتيجة التشغيل المستمر

٣- مخاطر محتملة الحدوث بشكل متوسط: وهي المخاطر التي تتوسط احتمالية حدوثها، مثل:

- فشل أنظمة التحكم الآلي.
- تسرب العمالة الماهرة
- تأخر وصول قطع الغيار المستوردة.
- تغير خصائص مياه البحر بشكل مفاجئ

٤- مخاطر منخفضة احتمالية الحدوث: وهي المخاطر التي تنخفض احتمالية حدوثها، ولكن تأثيرها قد يكون كبيراً، مثل:

- الكوارث الطبيعية (الزلازل، الفيضانات).
- الهجمات الإرهابية أو السيبرانية.
- انفجار وحدات الضغط العالي
- تسرب كميات كبيرة من المواد الكيميائية الخطرة.

وتجدر الإشارة إلى أن تصنيف المخاطر التشغيلية وفقاً لهذه المعايير لا يعني أنها منفصلة عن بعضها البعض، بل إن هناك تداخلاً كبيراً بينها وقد تنتمي المخاطرة الواحدة إلى عدة فئات من التصنيفات المختلفة، كما أن تقييم المخاطر من حيث درجة التأثير واحتمالية الحدوث يعتبر أساساً لبناء مصفوفة المخاطر (Risk Matrix) التي تساعد في تحديد أولويات التعامل مع المخاطر المختلفة.

١,٣ أهمية إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه

تكتسب إدارة المخاطر التشغيلية أهمية خاصة في محطات تحلية المياه، نظراً للطبيعة الحيوية والاستراتيجية لهذه المنشآت، ودورها المحوري من تأمين احتياجات المجتمع من المياه الصالحة للشرب والاستخدامات المختلفة، خاصة في المملكة العربية السعودية التي تعتمد بشكل كبير على هذه المحطات في ظل محدودية مصادر المياه العذبة الطبيعية، ويمكن تلخيص أهمية إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه في النقاط التالية:-

- ١- ضمان استمرارية الإمداد المائي: تساهم إدارة المخاطر التشغيلية من تقليل حالات التوقف غير المخطط للمحطات، وبالتالي ضمان استمرارية الإمداد المائي للمدن والمناطق التي تخدمها مما يعزز الأمن المائي للمملكة وقد أشارت دراسة الزهراني (٢٠٢٠) إلى أن تطبيق نظام فعال لإدارة المخاطر التشغيلية ساهم في خفض معدلات التوقف غير المخطط في محطة تحلية المياه برأس الخير بنسبة ٢٥٪.
- ٢- تحسين الكفاءة التشغيلية: تساعد إدارة المخاطر التشغيلية في تحديد نقاط الضعف والخلل في العمليات التشغيلية، واتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة، مما يؤدي إلى تحسين الكفاءة التشغيلية للمحطات وقد أثبتت دراسة الشمري (٢٠٢١) وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين مستوى تطبيق ممارسات إدارة المخاطر التشغيلية ومؤشرات كفاءة الأداء في محطات التحلية.
- ٣- خفض التكاليف التشغيلية: تساهم إدارة المخاطر التشغيلية في تقليل الخسائر الناجمة عن الأعطال والتوقفات، وترشيد استهلاك الطاقة والمواد الكيميائية، وتحسين كفاءة الصيانة، مما يؤدي إلى خفض التكاليف التشغيلية وقد أشارت دراسة الرميح (٢٠٢١) إلى أن تطبيق نظام متكامل لإدارة المخاطر التشغيلية ساهم في تحقيق وفورات في التكلفة التشغيلية بنسبة تراوحت بين ١٥-٢٠٪ في محطات التحلية محل الدراسة.
- ٤- تحسين جودة المياه المنتجة: تساعد إدارة المخاطر التشغيلية من تحديد المخاطر التي قد تؤثر على جودة المياه المنتجة، واتخاذ الإجراءات اللازمة للتعامل معها مما يضمن الالتزام بالمعايير والمواصفات الصحية المطلوبة وقد بينت دراسة المطيري (٢٠١٩) أن المحطات التي تطبق نظاماً فعالاً لإدارة المخاطر التشغيلية تتمتع بمستويات أعلى من الالتزام بمعايير جودة المياه المنتجة.
- ٥- تعزيز السلامة والصحة المهنية: تساهم إدارة المخاطر التشغيلية في تحديد المخاطر التي قد تهدد سلامة وصحة العاملين، واتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة، مما يؤدي إلى تقليل الحوادث والإصابات، وتحسين بيئة العمل وقد أشارت دراسة سميث وبراون (Smith & Brown, 2022) إلى أن المحطات التي تطبق نظاماً متقدماً لإدارة المخاطر التشغيلية سجلت انخفاضاً في معدلات الحوادث والإصابات بنسبة تصل إلى ٤٠٪.

- ٦- الحد من الآثار البيئية السلبية: تساعد إدارة المخاطر التشغيلية في تحديد المخاطر البيئية المرتبطة بعمليات التحلية مثل التخلص من المحلول الملحي ومخلفات المواد الكيميائية، واتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من آثارها السلبية على البيئة البحرية والبرية وقد بينت دراسة غارسيا ولوبيز (Garcia & Lopez, 2021) أن المحطات التي تطبق نظاماً متقدماً لإدارة المخاطر التشغيلية تتمتع بمستويات أعلى من الالتزام بالمعايير البيئية
- ٧- تعزيز الثقة والسمعة: تساهم إدارة المخاطر التشغيلية من تحسين موثوقية واعتمادية محطات التحلية، مما يعزز ثقة المستفيدين وأصحاب المصلحة في خدماتها، ويحسن سمعتها المؤسسية وقد أشارت دراسة جونسون وآخرون (Johnson et al, 2023) إلى أن تطبيق إطار متكامل لإدارة المخاطر التشغيلية ساهم في تحسين مؤشرات رضا المستفيدين بنسبة تصل إلى ٢٥٪
- ٨- دعم اتخاذ القرارات الاستراتيجية: توفر إدارة المخاطر التشغيلية معلومات وبيانات قيمة عن مصادر المخاطر وتأثيراتها المحتملة مما يساعد في اتخاذ قرارات استراتيجية مستنيرة بشأن توسعة المحطات، أو تحديث معداتها، أو تغيير تقنيات التحلية المستخدمة
- ٩- الالتزام بالمتطلبات التشريعية والتنظيمية: تساعد إدارة المخاطر التشغيلية في ضمان التزام محطات التحلية بالقوانين واللوائح والمعايير التي تحكم عملها، سواء كانت متعلقة بالسلامة، أو البيئة، أو جودة المياه، أو غيرها، مما يجنبها المساءلات القانونية والعقوبات
- ١٠- تحقيق أهداف رؤية المملكة ٢٠٣٠: تتماشى إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه مع أهداف رؤية المملكة ٢٠٣٠ فيما يتعلق بتحسين كفاءة المرافق العامة وترشيد استهلاك الموارد، وتعزيز الاستدامة، وتحقيق الأمن المائي.

١,٤ مبادئ إدارة المخاطر التشغيلية وفق المعايير الدولية

تستند إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه إلى مجموعة من المبادئ والأسس التي حددها المعايير الدولية، مثل أيزو ٣١٠٠٠ لإدارة المخاطر، وإطار COSO لإدارة المخاطر المؤسسية، ومعييار AS/NZS 4360 الأسترالي النيوزيلندي، وتشكل هذه المبادئ إطاراً عاماً لفهم وتطبيق إدارة المخاطر التشغيلية بطريقة منهجية وفعالة ومن أهم هذه المبادئ ما يلي:-

١,٤,١ مبادئ إدارة المخاطر وفق معيار أيزو ٣١٠٠٠

يحدد معيار أيزو ٣١٠٠٠:٢٠١٨ ثمانية مبادئ أساسية لإدارة المخاطر، يمكن تطبيقها في محطات تحلية المياه على النحو التالي:

- ١- التكامل: ينبغي أن تكون إدارة المخاطر التشغيلية جزءاً لا يتجزأ من جميع أنشطة محطة التحلية وعملياتها وليست نشاطاً منفصلاً فعلى سبيل المثال، ينبغي دمج اعتبارات المخاطر في إجراءات التشغيل، وخطط الصيانة، وعمليات الشراء، وتدريب العاملين.

- ٢- الهيكلية والشمولية: ينبغي أن تتبع إدارة المخاطر التشغيلية منهجاً منظماً وشاملاً يغطي جميع مصادر المخاطر المحتملة في المحطة، من العمليات والأنظمة، إلى الموارد البشرية والبنية التحتية، وصولاً إلى العوامل الخارجية
- ٣- التخصيص: ينبغي أن تكون إدارة المخاطر التشغيلية متلائمة مع السياق الداخلي والخارجي لمحطة التحلية، مع مراعاة خصوصيات كل محطة من حيث الحجم، والتقنية المستخدمة، والموقع الجغرافي، والعمر التشغيلي
- ٤- الشمولية: ينبغي إشراك جميع أصحاب المصلحة المعنيين في عملية إدارة المخاطر التشغيلية، بما في ذلك الإدارة العليا، والعاملين في المحطة، والموردين، والجهات الرقابية، والمستفيدين من خدمات المحطة.
- ٥- الديناميكية: ينبغي أن تكون إدارة المخاطر التشغيلية عملية مستمرة وديناميكية، قادرة على الاستجابة للتغيرات في البيئة الداخلية والخارجية للمحطة، وعلى اكتشاف المخاطر الجديدة والناشئة
- ٦- أفضل المعلومات المتاحة: ينبغي أن تستند إدارة المخاطر التشغيلية إلى أفضل المعلومات المتاحة، سواء كانت بيانات تاريخية، أو تقارير فنية، أو خبرات العاملين، أو توقعات مستقبلية، مع الأخذ في الاعتبار قيود ومحدودية هذه المعلومات
- ٧- العوامل البشرية والثقافية: ينبغي أن تراعي إدارة المخاطر التشغيلية العوامل البشرية والثقافية التي تؤثر على إدراك المخاطر وكيفية التعامل معها داخل محطة التحلية مثل قيم العاملين، واتجاهاتهم، ومهاراتهم، وسلوكياتهم.
- ٨- التحسين المستمر: ينبغي أن تخضع إدارة المخاطر التشغيلية للمراجعة والتطوير المستمر، استناداً إلى الدروس المستفادة من التجارب السابقة، والتغذية الراجعة من أصحاب المصلحة، والتطورات من مجال إدارة المخاطر.

١,٤ مبادئ إدارة المخاطر التشغيلية وفق المعايير الدولية

١,٤,٢ مبادئ إدارة المخاطر وفق إطار COSO

يقدم إطار COSO لإدارة المخاطر المؤسسية (Enterprise Risk Management – ERM) مجموعة من المبادئ التي يمكن تطبيقها في إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه، ومن أهمها:-

- ١- الحوكمة والثقافة: تبدأ إدارة المخاطر التشغيلية الفعالة من القمة، حيث تتولى الإدارة العليا في محطة التحلية مسؤولية وضع السياسات والتوجيهات المتعلقة بإدارة المخاطر، وتعزيز ثقافة الوعي بالمخاطر بين جميع العاملين
- ٢- الاستراتيجية وتحديد الأهداف: ينبغي أن تكون إدارة المخاطر التشغيلية مرتبطة باستراتيجية وأهداف محطة التحلية بحيث تساهم في تحقيق هذه الأهداف وتجنب المخاطر التي قد تعيقها.

- ٣- الأداء: ينبغي تحديد المخاطر التشغيلية التي قد تؤثر على أداء محطة التحلية، وتقييمها من حيث الاحتمالية والتأثير، وتحديد استجابة مناسبة لها، ومراقبة تطورها باستمرار
- ٤- المراجعة والتنقيح: ينبغي مراجعة وتقييم فعالية نظام إدارة المخاطر التشغيلية بشكل دوري، وإدخال التحسينات اللازمة عليه في ضوء التغيرات الداخلية والخارجية.
- ٥- المعلومات والاتصال والتقارير: ينبغي توفير نظام فعال للمعلومات والاتصال والتقارير لدعم إدارة المخاطر التشغيلية بما يضمن وصول المعلومات المناسبة إلى الأشخاص المناسبين من الوقت المناسب

١,٤,٣ تطبيق المبادئ في محطات تحلية المياه

يتطلب تطبيق مبادئ إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض مراعاة الخصائص والتحديات الخاصة بهذه المحطات، ومنها:

- ١- الطبيعة الحيوية والاستراتيجية: نظراً لأهمية محطات التحلية في تأمين الاحتياجات المائية للسكان، فإن إدارة المخاطر التشغيلية فيها ينبغي أن تولي اهتماماً خاصاً للمخاطر التي قد تؤدي إلى توقف الإمداد المائي أو تدهور جودة المياه المنتجة.
- ٢- التعقيد التكنولوجي: تتميز محطات التحلية الحديثة بتعقيد تكنولوجي كبير، مما يتطلب نهجاً متخصصاً في تحديد وتقييم المخاطر المرتبطة بالتقنيات المستخدمة، سواء كانت تقنية التناضح العكسي (RO) أو التقطير متعدد المراحل (MSF) أو غيرها
- ٣- كثافة استهلاك الطاقة: تعتبر محطات التحلية من المنشآت كثيفة استهلاك الطاقة، مما يجعل المخاطر المرتبطة بإمدادات الطاقة وكفاءة استخدامها من الأولويات في نظام إدارة المخاطر التشغيلية.
- ٤- التأثيرات البيئية: تنطوي عمليات التحلية على تحديات بيئية، مثل التخلص من المحلول الملحي والمخلفات الكيميائية مما يتطلب اهتماماً خاصاً بالمخاطر البيئية في نظام إدارة المخاطر التشغيلية
- ٥- التحديات المناخية: تتأثر محطات التحلية بالتغيرات المناخية وظواهر الطقس المتطرفة، مما يستدعي تضمين المخاطر المناخية في نظام إدارة المخاطر التشغيلية.

وفقاً للقطاني (٢٠٢٢)، فإن نسبة تطبيق محطات التحلية في المملكة العربية السعودية لمبادئ إدارة المخاطر التشغيلية وفق المعايير الدولية تراوحت بين ٤٠-٦٠٪، مع وجود فجوات كبيرة في بعض الجوانب مثل التكامل، والشمولية والتحسين المستمر وهذا يؤكد أهمية تعزيز الوعي بهذه المبادئ وتحسين تطبيقها في محطات التحلية.

المبحث الثاني: مراحل إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه

تمر عملية إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه بعدة مراحل مترابطة ومتسلسلة، تشكل في مجموعها دورة متكاملة تهدف إلى التعامل الفعال مع المخاطر التي قد تؤثر على تحقيق الأهداف التشغيلية للمحطات، وتستند هذه

المراحل الى المعايير الدولية لإدارة المخاطر، مع تكييفها لتناسب طبيعة وخصوصية محطات تحلية المياه وفيما يلي شرح تفصيلي لهذه المراحل:

٢,١ مرحلة تحديد السياق (Establishing the Context)

تعد مرحلة تحديد السياق الخطوة الأولى والأساسية في عملية إدارة المخاطر التشغيلية حيث يتم فيها تحديد الإطار العام الذي ستنتم فيه إدارة المخاطر، بما يشمل تحديد الأهداف، ونطاق التطبيق، والمسؤوليات، والموارد المتاحة، والمعايير التي سيتم استخدامها في تقييم المخاطر وتتضمن هذه المرحلة في محطات تحلية المياه الخطوات التالية:-

١- تحديد السياق الخارجي: يشمل ذلك فهم البيئة الخارجية التي تعمل فيها المحطة، بما في ذلك:

- البيئة التنظيمية والتشريعية: القوانين واللوائح والمعايير التي تحكم عمل محطات التحلية.
- البيئة الطبيعية: الظروف المناخية، وخصائص مياه البحر، والتحديات البيئية
- البيئة التكنولوجية: التطورات والابتكارات في مجال تقنيات التحلية
- البيئة الاقتصادية: تكاليف الطاقة والمواد الكيميائية، وأسعار قطع الغيار، وسوق العمل.

٢- تحديد السياق الداخلي: يشمل ذلك فهم البيئة الداخلية للمحطة، بما في ذلك:

- الهيكل التنظيمي: خطوط السلطة والمسؤولية، ونظام الحوكمة.
- الموارد المتاحة: البشرية، والمالية، والتقنية، والمعرفية
- الثقافة التنظيمية: القيم، والاتجاهات، والسلوكيات السائدة بين العاملين
- العمليات التشغيلية: مراحل وإجراءات وأنظمة التشغيل المستخدمة.

٣- تحديد سياق إدارة المخاطر: يشمل ذلك تحديد:

- أهداف نظام إدارة المخاطر التشغيلية وارتباطها بأهداف المحطة.
- نطاق تطبيق النظام (الوحدات والعمليات المشمولة)
- الأدوار والمسؤوليات في إدارة المخاطر
- الموارد المخصصة لإدارة المخاطر
- منهجية تحديد وتقييم المخاطر.
- معايير قبول المخاطر (Risk Appetite)

٤- تحديد معايير المخاطر: يشمل ذلك وضع المعايير التي سيتم على أساسها تقييم المخاطر، مثل:

- معايير تصنيف احتمالية حدوث المخاطر.
- معايير تصنيف تأثير المخاطر على الأهداف التشغيلية.
- معايير تحديد أولويات التعامل مع المخاطر
- معايير تقييم فعالية إجراءات معالجة المخاطر

وتكتسب مرحلة تحديد السياق أهمية خاصة في محطات تحلية المياه، نظراً لتنوع وتعدد المخاطر التشغيلية التي قد تواجهها، وتباين تأثيراتها على الأهداف المختلفة للمحطة وقد أشارت دراسة جونسون وآخرون (Johnson et al, 2023) إلى أن المحطات التي تولي اهتماماً كافياً لمرحلة تحديد السياق تكون أكثر قدرة على تحديد المخاطر ذات الصلة بأهدافها، وتخصيص الموارد بشكل أكثر فعالية للتعامل معها.

٢,٢ مرحلة تحديد المخاطر (Risk Identification)

تعتبر مرحلة تحديد المخاطر من أهم مراحل إدارة المخاطر التشغيلية، حيث يتم فيها التعرف على المخاطر المحتملة التي قد تؤثر على تحقيق أهداف محطة التحلية، وتوثيقها بشكل منهجي وتتضمن هذه المرحلة في محطات تحلية المياه الخطوات والأنشطة التالية:-

١- تحديد مصادر المخاطر: يتم في هذه الخطوة تحديد مصادر المخاطر التشغيلية المحتملة في محطة التحلية، والتي قد تشمل:

- العمليات والإجراءات التشغيلية.
- الأنظمة والتقنيات المستخدمة
- البنية التحتية والمرافق
- الموارد البشرية والكفاءات.
- سلسلة التوريد والمواد المستخدمة
- العوامل البيئية والمناخية
- الجهات الخارجية والأطراف ذات العلاقة

٢- تحديد الأحداث المحتملة: يتم في هذه الخطوة تحديد الأحداث أو السيناريوهات التي قد تنشأ من مصادر المخاطر وتؤثر على تحقيق الأهداف، مثل:

- تعطل المعدات والأجهزة.
- أخطاء التشغيل البشرية
- انقطاع مصادر الطاقة

- تلوث مياه البحر الداخلة للمحطة
- تسرب المواد الكيميائية.
- فشل أنظمة التحكم والمراقبة
- نقص قطع الغيار أو المواد الكيميائية
- تسرب العمالة الماهرة
- الكوارث الطبيعية والظروف المناخية القاسية.

٣- تحديد أسباب المخاطر ونتائجها: يتم من هذه الخطوة تحليل الأسباب المحتملة لكل حدث والنتائج أو التأثيرات المترتبة عليه، مثل:

- أسباب تعطل المعدات: قصور الصيانة، تقادم المعدات، سوء الاستخدام، ظروف التشغيل القاسية
- نتائج تعطل المعدات: توقف الإنتاج، زيادة التكاليف، تأخير توريد المياه، تدهور جودة المياه

٤- أساليب وأدوات تحديد المخاطر: تستخدم محطات تحلية المياه مجموعة متنوعة من الأساليب والأدوات لتحديد المخاطر التشغيلية، منها :-

- قوائم الفحص (Checklists): قوائم معدة مسبقاً تتضمن المخاطر المحتملة في محطات التحلية
- العصف الذهني (Brainstorming): جلسات جماعية يشارك فيها خبراء من مختلف أقسام المحطة لتحديد المخاطر المحتملة
- تحليل "ماذا لو" (What-If Analysis): تقنية منهجية لتحديد ما قد يحدث إذا وقعت أحداث أو تغيرات معينة.
- تحليل أنماط الفشل والتأثير (FMEA – Failure Mode and Effect Analysis): أسلوب منهجي لتحديد أنماط الفشل المحتملة في المعدات والأنظمة وتأثيراتها
- دراسة مخاطر التشغيل (HAZOP – Hazard and Operability Study): منهجية منظمة لتحديد المخاطر المرتبطة بالتشغيل والانحرافات عن الظروف التصميمية
- تحليل سجلات الحوادث والأعطال السابقة: مراجعة بيانات الحوادث والأعطال السابقة للتعرف على أنماط المخاطر المتكررة
- تحليل بيانات الصيانة والتشغيل: دراسة بيانات الصيانة الوقائية والتصحيحية وبيانات التشغيل للكشف عن المخاطر المحتملة
- مقابلات الخبراء: الاستفادة من خبرات العاملين والمتخصصين في تحديد المخاطر المحتملة
- المراجعات التنظيمية والتدقيق الداخلي: تقارير المراجعة والتدقيق التي قد تكشف عن نقاط ضعف ومخاطر محتملة.

٥- توثيق المخاطر: يتم في هذه الخطوة توثيق المخاطر التي تم تحديدها في سجل المخاطر (Risk Register) الذي يتضمن المعلومات التالية عن كل مخاطرة :-

- وصف المخاطرة.
- مصدر المخاطرة
- الأسباب المحتملة
- التأثيرات المحتملة
- الأصول أو العمليات المتأثرة.
- الإجراءات الحالية للتحكم في المخاطرة
- مالك المخاطرة (Risk Owner).

وتجدر الإشارة إلى أن مرحلة تحديد المخاطر ليست عملية تتم مرة واحدة، بل هي عملية مستمرة ودورية، حيث ينبغي مراجعة وتحديث سجل المخاطر بشكل منتظم لمراعاة التغيرات في البيئة الداخلية والخارجية للمحطة، والمخاطر الجديدة والناشئة، وقد أكد العتيبي (٢٠٢٢) أن مرحلة تحديد المخاطر تعتبر من أكثر مراحل إدارة المخاطر تطبيقاً في محطات تحلية المياه بالمملكة، حيث بلغ متوسط درجة تطبيقها (٣,٨٥ من ٥)، مقارنة بالمرحلة الأخرى

٢,٣ مرحلة تحليل وتقييم المخاطر (Risk Analysis and Evaluation)

بعد تحديد المخاطر التشغيلية المحتملة تأتي مرحلة تحليل وتقييم هذه المخاطر، والتي تهدف إلى فهم طبيعة المخاطر وتحديد مستوياتها من خلال تحليل احتمالية حدوثها وحجم تأثيرها، ثم مقارنة هذا المستوى مع معايير قبول المخاطر لتحديد ما إذا كانت المخاطر مقبولة أو تتطلب معالجة، وتتضمن هذه المرحلة في محطات تحلية المياه الخطوات والأنشطة التالية:

٢,٣,١ تحليل المخاطر (Risk Analysis)

يتم في هذه الخطوة تحليل المخاطر التي تم تحديدها من حيث :-

١- تحليل احتمالية الحدوث (Likelihood): يتم تقدير احتمالية وقوع كل مخاطرة باستخدام مقياس متدرج (عادة من ١ إلى ٥)، حيث يشير المستوى ١ إلى احتمالية منخفضة جداً، والمستوى ٥ إلى احتمالية عالية جداً ويمكن الاستعانة بالبيانات التاريخية، ونماذج المحاكاة، وآراء الخبراء من تقدير هذه الاحتمالية فعلى سبيل المثال يمكن تصنيف احتمالية حدوث تعطل في مضخات المياه البحرية على النحو التالي :-

- مستوى ١: نادرة الحدوث (مرة كل ١٠ سنوات أو أكثر)

- مستوى ٢: بعيدة الحدوث (مرة كل ١٠-٥ سنوات)
- مستوى ٣: محتملة الحدوث (مرة كل ٥-٢ سنوات)
- مستوى ٤: متكررة الحدوث (مرة كل ٢-١ سنة)
- مستوى ٥: مؤكدة الحدوث تقريباً (أكثر من مرة في السنة)

٢- تحليل حجم التأثير (Impact): يتم تقدير حجم التأثير المحتمل لكل مخاطرة على أهداف المحطة باستخدام مقياس متدرج أيضاً، حيث يشير المستوى ١ الى تأثير ضئيل، والمستوى ٥ إلى تأثير كارثي ويمكن أن يشمل التأثير جوانب متعددة مثل:

- التأثير على الإنتاج: كمية المياه المنتجة
- التأثير على الجودة: جودة المياه المنتجة.
- التأثير المالي: التكاليف المباشرة وغير المباشرة
- التأثير على السلامة: إصابات العاملين.
- التأثير البيئي: الضرر البيئي المحتمل
- التأثير على السمعة: تأثير المخاطرة على سمعة المحطة أو الهيئة.

فعلى سبيل المثال، يمكن تصنيف تأثير تعطل مضخات المياه البحرية على النحو التالي :-

- مستوى ١: تأثير ضئيل (انخفاض الإنتاج بنسبة أقل من ٥٪ لفترة قصيرة)
- مستوى ٢: تأثير محدود (انخفاض الإنتاج بنسبة ٥-١٥٪ لفترة قصيرة)
- مستوى ٣: تأثير متوسط (انخفاض الإنتاج بنسبة ١٥-٣٠٪ لعدة أيام)
- مستوى ٤: تأثير كبير (توقف جزئي للإنتاج لعدة أيام)
- مستوى ٥: تأثير كارثي (توقف كامل للإنتاج لفترة طويلة)

٢,٣,٢ تقييم المخاطر (Risk Evaluation)

بعد تحليل المخاطر، يتم تقييمها من خلال مقارنة مستوياتها مع معايير قبول المخاطر التي تم تحديدها في مرحلة تحديد السياق وذلك لاتخاذ قرارات بشأن ما إذا كانت المخاطر مقبولة أو تتطلب معالجة، وتحديد أولويات المعالجة وتتضمن هذه الخطوة :-

١- مصفوفة المخاطر (Risk Matrix): يتم استخدام مصفوفة المخاطر لتصوير المخاطر بناءً على احتمالية حدوثها وحجم تأثيرها، مما يساعد في فهم توزيع المخاطر وتحديد المخاطر الحرجة التي تتطلب اهتماماً فورياً.

٢- تحديد المخاطر المقبولة وغير المقبولة: بناءً على معايير قبول المخاطر، يتم تصنيف المخاطر إلى :-

- مخاطر مقبولة: يمكن قبولها دون إجراءات إضافية
- مخاطر مقبولة بشروط: يمكن قبولها مع تطبيق ضوابط وإجراءات محددة
- مخاطر غير مقبولة: تتطلب معالجة فورية لتقليل مستوياتها

١- تحديد أولويات المعالجة: يتم ترتيب المخاطر غير المقبولة حسب مستوياتها ومدى تأثيرها على أهداف المحطة، لتحديد أولويات المعالجة وتخصيص الموارد وفقاً لذلك

٢- توثيق نتائج التقييم: يتم توثيق نتائج تحليل وتقييم المخاطر في سجل المخاطر مع تحديث المعلومات الخاصة بكل مخاطرة، مثل مستوى المخاطرة، وتصنيفها (مقبولة أو غير مقبولة)، وأولوية المعالجة، وقد أشارت دراسة الشمري (٢٠٢١) إلى أن مرحلة تحليل وتقييم المخاطر تعتبر من أكثر المراحل التي تواجه تحديات من التطبيق في محطات تحلية المياه بالمملكة، نظراً لتعقيد عمليات التحلية وتداخلها، وصعوبة تقدير احتمالية بعض المخاطر بدقة، خاصة تلك المرتبطة بالعوامل الخارجية والأحداث النادرة كما أن نقص البيانات التاريخية الدقيقة والموثوقة يمثل تحدياً آخر في هذه المرحلة.

٢,٤ مرحلة معالجة المخاطر (Risk Treatment)

بعد تحديد وتقييم المخاطر التشغيلية تأتي مرحلة معالجة هذه المخاطر، والتي تهدف إلى اختيار وتنفيذ خيارات وإجراءات للتعامل مع المخاطر غير المقبولة، بما يساهم في تقليل مستوياتها إلى الحدود المقبولة وتتضمن هذه المرحلة في محطات تحلية المياه الخطوات والأنشطة التالية :-

٢,٤,١ استراتيجيات معالجة المخاطر

تتوفر عدة استراتيجيات أساسية لمعالجة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه، وينبغي اختيار الاستراتيجية المناسبة لكل مخاطرة بناءً على طبيعتها ومستواها والموارد المتاحة، وهذه الاستراتيجيات هي :-

١- تجنب المخاطرة (Risk Avoidance): وتتضمن اتخاذ إجراءات لإزالة مصدر المخاطرة أو الامتناع عن النشاط الذي يؤدي إلى حدوثها، ومن أمثلة ذلك في محطات تحلية المياه :-

- استبدال التقنيات أو المعدات القديمة التي تنطوي على مخاطر عالية بأخرى حديثة وأكثر أماناً.
- التوقف عن استخدام مواد كيميائية شديدة الخطورة واستبدالها بمواد أقل خطورة
- إلغاء عمليات أو إجراءات تنطوي على مخاطر عالية غير مبررة

ورغم أن هذه الاستراتيجية توفر أعلى مستوى من الحماية إلا أنها قد تكون مكلفة أو غير عملية من بعض الحالات، خاصة عندما تكون المخاطرة مرتبطة بنشاط أساسي لا يمكن الاستغناء عنه

٢- تقليل المخاطرة (Risk Reduction): وتتضمن اتخاذ إجراءات لتقليل احتمالية حدوث المخاطرة و/أو حجم تأثيرها ، وهذه الاستراتيجية هي الأكثر استخداماً في محطات تحلية المياه، ومن أمثلتها :-

- تطبيق برامج صيانة وقائية فعالة للمعدات والأنظمة.
- تركيب أنظمة إنذار مبكر للكشف عن الأعطال والانحرافات.
- تدريب العاملين على الإجراءات السليمة للتشغيل والصيانة
- تطبيق أنظمة مراقبة وتحكم متطورة للعمليات
- تركيب أنظمة احتياطية للمعدات والأنظمة الحرجة
- تنفيذ برامج فحص واختبار دورية للمعدات والمكونات
- وضع حواجز وإجراءات وقائية للحد من آثار الحوادث.

٣- نقل المخاطرة (Risk Transfer): وتتضمن نقل عبء المخاطرة أو مشاركته مع طرف آخر ومن أمثلة ذلك في محطات تحلية المياه:

- التأمين ضد الأضرار والخسائر المحتملة.
- إسناد بعض العمليات أو الأنشطة إلى مقاولين متخصصين (Outsourcing)
- إبرام عقود صيانة وضمان مع موردي المعدات والأنظمة
- إبرام عقود توريد طويلة الأجل لضمان استمرارية توفر المواد الكيميائية وقطع الغيار

٤- قبول المخاطرة (Risk Acceptance): وتتضمن الاحتفاظ بالمخاطرة وقبولها دون اتخاذ إجراءات إضافية لتغيير مستواها ويتم اللجوء إلى هذه الاستراتيجية في حالات محددة، مثل :-

- المخاطر منخفضة المستوى التي لا تبرر تكلفة معالجتها
- المخاطر التي لا يمكن تجنبها أو تقليلها أو نقلها بشكل فعال من حيث التكلفة
- المخاطر التي تقع ضمن مستويات قبول المخاطر المحددة للمحطة

وينبغي أن يكون قبول المخاطرة قراراً واعياً ومدروساً، مع وضع خطط طوارئ للتعامل مع آثارها في حال حدوثها

٥- استغلال المخاطرة (Risk Exploitation): وهي استراتيجية إيجابية تستخدم في حالة وجود فرصة محتملة مرتبطة بالمخاطرة ومن أمثلة ذلك في محطات تحلية المياه :-

- استغلال الحاجة إلى تحسين أنظمة إدارة المخاطر كفرصة لتطوير نظم إدارة متكاملة
- استغلال عملية استبدال المعدات المتقادمة كفرصة لتطبيق تقنيات أكثر كفاءة وصداقة للبيئة.

- استغلال حوادث المخاطر السابقة كفرصة للتعلم وتطوير إجراءات وقائية أفضل

وغالباً ما يتم استخدام مزيج من هذه الاستراتيجيات للتعامل مع المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه، بحيث يتم اختيار الاستراتيجية المناسبة لكل مخاطرة بناءً على تقييمها ومدى أهميتها والموارد المتاحة

٢,٤,٢ خطة معالجة المخاطر

بعد تحديد استراتيجية المعالجة المناسبة لكل مخاطرة، يتم إعداد خطة تفصيلية لمعالجة المخاطر، تتضمن العناصر التالية :-

- ١- تحديد الإجراءات العملية: تحديد الإجراءات والتدابير العملية اللازمة لتنفيذ استراتيجية المعالجة المختارة لكل مخاطرة وينبغي أن تكون هذه الإجراءات محددة وقابلة للقياس وواقعية ومرتبطة بزمن (SMART)
- ٢- تخصيص الموارد: تحديد الموارد البشرية والمالية والتقنية اللازمة لتنفيذ إجراءات المعالجة، وضمان توفرها في الوقت المناسب
- ٣- تحديد المسؤوليات: تعيين الأشخاص أو الجهات المسؤولة عن تنفيذ كل إجراء من إجراءات المعالجة، ومتابعة تنفيذه وتقييم فعاليته.
- ٤- وضع جدول زمني: تحديد الجدول الزمني لتنفيذ إجراءات المعالجة، بما في ذلك تواريخ البدء والانهاء والمراحل الرئيسية (Milestones).
- ٥- تحديد مؤشرات الأداء: تحديد مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) التي ستستخدم لقياس فعالية إجراءات المعالجة ومدى نجاحها من تقليل مستوى المخاطرة
- ٦- تحديد المخاطر المتبقية: تحديد المخاطر المتبقية (Residual Risks) التي قد تظل موجودة حتى بعد تنفيذ إجراءات المعالجة، وتقييم مستواها، واتخاذ قرار بشأن قبولها أو معالجتها بإجراءات إضافية
- ٧- وضع خطط الطوارئ: إعداد خطط الطوارئ (Contingency Plans) للتعامل مع المخاطر في حال حدوثها رغم إجراءات المعالجة، أو في حال فشل هذه الإجراءات في منع حدوثها
- ٨- توثيق الخطة: توثيق خطة معالجة المخاطر بشكل رسمي، واعتمادها من قبل الإدارة العليا، وإبلاغها لجميع الأطراف المعنية

وقد أشارت دراسة المطيري (٢٠١٩) الى أن مرحلة معالجة المخاطر تواجه تحديات في التطبيق في محطات تحلية المياه بالملكة، أهمها محدودية الموارد المخصصة لتنفيذ إجراءات المعالجة وضعف التنسيق بين الإدارات المختلفة المسؤولة عن التنفيذ، وقصور في متابعة تنفيذ الإجراءات وتقييم فعاليتها وقد انعكس ذلك على درجة تطبيق هذه المرحلة، حيث بلغ متوسطها (٣,٢٤ من ٥)، وهي درجة متوسطة

٥, ٢ مرحلة المراقبة والمراجعة (Monitoring and Review)

تعتبر مرحلة المراقبة والمراجعة من المراحل المهمة والمستمرة في دورة إدارة المخاطر التشغيلية، حيث تهدف إلى متابعة تنفيذ خطط معالجة المخاطر، ومراقبة فعاليتها ورصد التغيرات في البيئة الداخلية والخارجية التي قد تؤثر على مستوى المخاطر ومراجعة وتحسين نظام إدارة المخاطر بشكل مستمر، وتتضمن هذه المرحلة في محطات تحلية المياه الخطوات والأنشطة التالية :-

- ١- مراقبة تنفيذ خطط المعالجة: متابعة تنفيذ الإجراءات والتدابير المحددة في خطط معالجة المخاطر، والتأكد من التزام المسؤولين بالجدول الزمني المحدد، وتوفير الموارد اللازمة للتنفيذ، وتحديد أي معوقات أو تحديات تواجه التنفيذ، واتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة.
- ٢- مراقبة مستوى المخاطر: مراقبة مستوى المخاطر بعد تنفيذ إجراءات المعالجة وتقييم مدى نجاح هذه الإجراءات في تقليل مستوى المخاطر إلى الحدود المقبولة، واتخاذ إجراءات إضافية إذا لزم الأمر.
- ٣- مراقبة المخاطر الجديدة والناشئة: رصد المخاطر الجديدة والناشئة التي قد تظهر نتيجة للتغيرات في البيئة الداخلية للمحطة (مثل تغيير التقنيات أو العمليات) أو البيئة الخارجية (مثل التغيرات التنظيمية أو البيئية)، وإدراجها في عملية إدارة المخاطر.
- ٤- مراجعة سجل المخاطر: مراجعة وتحديث سجل المخاطر بشكل دوري لعكس التغيرات في مستوى المخاطر، وإضافة المخاطر الجديدة، وتعديل تقييم المخاطر الحالية إذا لزم الأمر.
- ٥- تقييم أداء نظام إدارة المخاطر: تقييم أداء وفعالية نظام إدارة المخاطر التشغيلية ككل من حيث:

- مدى تحقيق أهداف النظام
- مدى الالتزام بسياسات وإجراءات إدارة المخاطر
- كفاءة وفعالية عمليات تحديد وتقييم ومعالجة المخاطر
- كفاية الموارد المخصصة لإدارة المخاطر
- جودة وسرعة التواصل والإبلاغ عن المخاطر
- مستوى الوعي والثقافة المتعلقة بالمخاطر بين العاملين

- ٦- تحليل الحوادث والأحداث: تحليل الحوادث والأحداث التي وقعت فعلياً في المحطة، وتحديد أسبابها الجذرية، ومدى فعالية نظام إدارة المخاطر من التنبؤ بها والتعامل معها، واستخلاص الدروس المستفادة لتحسين النظام.

- ٧- إعداد تقارير الأداء: إعداد تقارير دورية عن أداء نظام إدارة المخاطر، تتضمن معلومات عن:

- ملخص للمخاطر الرئيسية وحالتها
- نتائج تنفيذ خطط معالجة المخاطر
- الحوادث والأحداث التي وقعت وكيفية التعامل معها

- التغيرات في البيئة الداخلية والخارجية وتأثيرها على مستوى المخاطر
- التوصيات والإجراءات المقترحة لتحسين النظام

٨- التحسين المستمر: تحديد فرص التحسين في نظام إدارة المخاطر بناءً على نتائج المراقبة والمراجعة، وتنفيذ الإجراءات اللازمة لتحسين فعالية وكفاءة النظام بشكل مستمر

وتعتبر مرحلة المراقبة والمراجعة من أقل المراحل تطبيقاً في محطات تحلية المياه بالمملكة حيث أشارت دراسة العتيبي (٢٠٢٢) إلى أنها سجلت أدنى درجة تطبيق بمتوسط (٢,٨٥ من ٥) ، ويرجع ذلك إلى عدة تحديات منها: ضعف التوثيق والتسجيل المنهجي للمخاطر والحوادث ، ونقص المؤشرات الكمية لقياس أداء نظام إدارة المخاطر وعدم وجود آلية واضحة لاستخلاص الدروس المستفادة وضعف التغذية الراجعة من الميدان إلى متخذي القرارات.

المبحث الثالث: كفاءة محطات تحلية المياه - المفهوم والأبعاد ومؤشرات القياس

تمثل كفاءة محطات تحلية المياه أحد أهم الأهداف التشغيلية التي تسعى إدارة هذه المحطات إلى تحقيقها، خاصة في ظل التحديات المتزايدة المتعلقة بارتفاع تكاليف التشغيل، وزيادة الطلب على المياه، والضغط البيئي، والتنافسية العالمية وتعد إدارة المخاطر التشغيلية إحدى الوسائل الرئيسية لتحسين هذه الكفاءة، من خلال الحد من المخاطر التي قد تؤثر سلباً على مؤشرات الأداء المختلفة وفيما يلي استعراض لمفهوم كفاءة محطات التحلية، وأبعادها الرئيسية ومؤشرات قياسها :

٣,١ مفهوم كفاءة محطات تحلية المياه

يشير مفهوم الكفاءة بشكل عام إلى العلاقة بين المخرجات (النتائج المحققة) والمدخلات (الموارد المستخدمة)، حيث تعتبر المنظمة أو العملية كفؤة عندما تحقق أعلى مستوى من المخرجات باستخدام أقل قدر ممكن من المدخلات وفي سياق محطات تحلية المياه، يمكن تعريف الكفاءة بأنها "قدرة المحطة على إنتاج المياه المحلاة بالكمية والجودة المطلوبة ، وبأقل تكلفة ممكنة وبأدنى تأثير بيئي مع الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة" (الشمري، ٢٠٢١) ، ويختلف مفهوم الكفاءة عن مفهوم الفعالية، حيث تركز الفعالية على مدى تحقيق الأهداف (القيام بالأشياء الصحيحة)، بينما تركز الكفاءة على كيفية تحقيق هذه الأهداف بأقل قدر من الموارد (القيام بالأشياء بطريقة صحيحة) وفي محطات تحلية المياه، تتكامل الكفاءة والفعالية لضمان تحقيق الأهداف التشغيلية والاستراتيجية للمحطة وتكتسب كفاءة محطات تحلية المياه أهمية متزايدة في المملكة العربية السعودية، نظراً للاعتماد الكبير على هذه المحطات من تلبية الاحتياجات المائية للسكان، وارتفاع تكاليف إنشاء وتشغيل هذه المحطات، وتوجهات رؤية المملكة ٢٠٣٠ نحو ترشيد استهلاك الموارد وتحسين كفاءة المرافق الحيوية.

٣,٢ أبعاد كفاءة محطات تحلية المياه

تتعدد أبعاد كفاءة محطات تحلية المياه لتشمل مختلف جوانب عمل المحطة، من الإنتاج والتشغيل ، إلى استخدام الموارد، إلى الجوانب المالية والبيئية وفيما يلي استعراض لأهم هذه الأبعاد :-

٣,٢,١ الكفاءة الإنتاجية (Production Efficiency)

تشير الكفاءة الإنتاجية إلى قدرة المحطة على تحقيق أقصى إنتاج ممكن من المياه المحلاة، باستخدام الطاقة التصميمية المتاحة للمحطة ، وتقاس الكفاءة الإنتاجية عادة بنسبة الإنتاج الفعلي إلى الطاقة التصميمية أو بكمية المياه المنتجة خلال فترة زمنية محددة مقارنة بالمستهدف ، وتتأثر الكفاءة الإنتاجية بعدة عوامل، منها :-

- كفاءة وحدات التحلية (الأغشية في تقنية التناضح العكسي أو المبخرات في تقنية التقطير متعدد المراحل)
- معدلات التوقف المخطط وغير المخطط للمحطة
- كفاءة المعالجة الأولية للمياه الداخلة.
- خصائص مياه البحر الداخلة (درجة الحرارة، الملوحة، العكارة، التلوث العضوي وغير العضوي)
- كفاءة العاملين في التشغيل والصيانة.

٣,٢,٢ الكفاءة التشغيلية (Operational Efficiency)

تشير الكفاءة التشغيلية إلى قدرة المحطة على تشغيل عملياتها المختلفة بأقل قدر من الأعطال والتوقفات، وبأعلى مستوى من الموثوقية والاعتمادية ، وتقاس الكفاءة التشغيلية بمؤشرات مثل معدل التوقف، ومعدل توافر المحطة، ومتوسط الوقت بين الأعطال ومتوسط وقت الإصلاح وتتأثر الكفاءة التشغيلية بعدة عوامل، منها :-

- جودة المعدات والأنظمة المستخدمة في المحطة
- فعالية برامج الصيانة الوقائية والتنبؤية
- كفاءة إدارة قطع الغيار والمستلزمات
- كفاءة عمليات التحكم والمراقبة
- مستوى تدريب وخبرة العاملين
- فعالية الإجراءات والتعليمات التشغيلية

٣,٢,٣ كفاءة استخدام الموارد (Resource Utilization Efficiency)

تشير كفاءة استخدام الموارد إلى قدرة المحطة على تحقيق الإنتاج المستهدف باستخدام أقل قدر ممكن من الموارد، مثل الطاقة، والمواد الكيميائية، والقوى العاملة وتعتبر كفاءة استخدام الطاقة من أهم مؤشرات هذا البعد، نظراً لأن الطاقة تمثل النسبة الأكبر من تكلفة تشغيل محطات التحلية ، وتقاس كفاءة استخدام الموارد بمؤشرات مثل :-

- معدل استهلاك الطاقة لكل متر مكعب من المياه المنتجة (كيلوواط ساعة/م³).
- معدل استهلاك المواد الكيميائية لكل متر مكعب من المياه المنتجة (كجم/م³).
- إنتاجية العاملين (م³/عامل/يوم).

- نسبة استخدام المياه في عمليات الغسيل العكسي وغيرها من العمليات الداخلية.

٣,٢,٤ كفاءة التكلفة (Cost Efficiency)

تشير كفاءة التكلفة إلى قدرة المحطة على إنتاج المياه المحلاة بأقل تكلفة ممكنة، مع الحفاظ على الجودة والكمية المطلوبة وتعتبر كفاءة التكلفة من الأبعاد الحاسمة في تقييم أداء محطات التحلية نظراً لارتفاع تكلفة إنتاج المياه المحلاة مقارنة بمصادر المياه التقليدية ، وتقاس كفاءة التكلفة بمؤشرات مثل :-

- تكلفة إنتاج المتر المكعب من المياه المحلاة (ريال/م³)
- نسبة تكلفة الطاقة إلى إجمالي تكلفة الإنتاج
- نسبة تكلفة الصيانة إلى إجمالي تكلفة الإنتاج
- نسبة تكلفة العمالة إلى إجمالي تكلفة الإنتاج
- تكلفة دورة الحياة (Life Cycle Cost) للمحطة

٣,٢,٥ كفاءة الجودة (Quality Efficiency)

تشير كفاءة الجودة إلى قدرة المحطة على إنتاج مياه محلاة تلي المعايير والمواصفات المطلوبة بشكل مستمر ومستقر ، وتعتبر جودة المياه المنتجة من المحددات الرئيسية لأداء محطات التحلية، حيث ينبغي أن تلي هذه المياه المعايير الصحية والفنية المعتمدة محلياً وعالمياً ، وتقاس كفاءة الجودة بمؤشرات مثل :-

- نسبة مطابقة المياه المنتجة للمعايير المعتمدة
- استقرار خصائص المياه المنتجة (مثل درجة الحموضة، والتوصيلية الكهربائية، والمواد الصلبة الذائبة)
- عدد حالات عدم المطابقة أو الشكاوى المتعلقة بجودة المياه
- كفاءة إزالة الملوثات والشوائب.

٣,٢,٦ الكفاءة البيئية (Environmental Efficiency)

تشير الكفاءة البيئية إلى قدرة المحطة على إنتاج المياه المحلاة بأقل تأثير بيئي ممكن سواء من حيث استهلاك الطاقة والموارد، أو من حيث التخلص من المخلفات والانبعاثات وتكتسب الكفاءة البيئية أهمية متزايدة في ظل التوجه العالمي نحو الاستدامة والحفاظ على البيئة، وتزايد القيود والاشتراطات البيئية على محطات التحلية ، وتقاس الكفاءة البيئية بمؤشرات مثل :-

- البصمة الكربونية لإنتاج المتر المكعب من المياه المحلاة (كجم CO₂/م³)
- نسبة الطاقة المتجددة المستخدمة في عمليات التحلية

- تأثير المحلول الملحي (Brine) على البيئة البحرية
- كفاءة إدارة المخلفات الصلبة والسائلة
- الالتزام بالمعايير والاشتراطات البيئية.

٣,٣ مؤشرات قياس كفاءة محطات تحلية المياه

يتطلب قياس كفاءة محطات تحلية المياه استخدام مجموعة متكاملة من المؤشرات الكمية والنوعية التي تغطي الأبعاد المختلفة للكفاءة ، وفيما يلي استعراض لأهم مؤشرات قياس كفاءة محطات تحلية المياه، مصنفة حسب أبعاد الكفاءة:

٣,٣,١ مؤشرات الكفاءة الإنتاجية

- ١- معدل الإنتاج الفعلي (Actual Production Rate): كمية المياه المنتجة فعلياً خلال فترة زمنية محددة (يوم، شهر، سنة) وتقاس بالمتر المكعب
- ٢- نسبة الإنتاج الفعلي إلى الطاقة التصميمية (Production to Design Capacity Ratio): نسبة الإنتاج الفعلي إلى الطاقة التصميمية للمحطة، وتقاس بالنسبة المئوية
- ٣- معدل استرداد المياه (Water Recovery Rate): نسبة كمية المياه المنتجة إلى كمية المياه الداخلة للمحطة، وتقاس بالنسبة المئوية وتختلف هذه النسبة حسب تقنية التحلية المستخدمة، حيث تتراوح في تقنية التناضح العكسي بين ٤٠-٦٠٪، وفي تقنية التقطير متعدد المراحل بين ٢٥-٤٠٪
- ٤- معامل التحويل (Conversion Factor): عدد الأمتار المكعبة من المياه المنتجة لكل متر مكعب من مياه البحر المستخدمة

٣,٣,٢ مؤشرات الكفاءة التشغيلية

- ١- معدل توافر المحطة (Plant Availability): نسبة الوقت الذي تكون فيه المحطة جاهزة للتشغيل خلال فترة زمنية محددة، وتقاس بالنسبة المئوية.
- ٢- معدل التوقف المخطط (Planned Downtime Rate): نسبة الوقت الذي تكون فيه المحطة متوقفة لأغراض الصيانة المخططة خلال فترة زمنية محددة، وتقاس بالنسبة المئوية.
- ٣- معدل التوقف غير المخطط (Unplanned Downtime Rate): نسبة الوقت الذي تكون فيه المحطة متوقفة بسبب الأعطال والحوادث غير المخططة خلال فترة زمنية محددة، وتقاس بالنسبة المئوية.
- ٤- متوسط الوقت بين الأعطال (Mean Time Between Failures – MTBF): متوسط الوقت التشغيلي بين عطلين متتاليين، ويقاس بالساعات أو الأيام.
- ٥- متوسط وقت الإصلاح (Mean Time To Repair – MTTR): متوسط الوقت اللازم لإصلاح الأعطال واستئناف التشغيل، ويقاس بالساعات.

٦- مؤشر الكفاءة التشغيلية الإجمالية (Overall Equipment Effectiveness – OEE): مؤشر شامل يقيس الكفاءة التشغيلية للمحطة من خلال ثلاثة عوامل: التوافر (Availability)، والأداء (Performance)، والجودة (Quality).
٣,٣,٣ مؤشرات كفاءة استخدام الموارد

- ١- معدل استهلاك الطاقة (Energy Consumption Rate): كمية الطاقة المستهلكة لإنتاج متر مكعب واحد من المياه المحلاة، وتقاس بالكيلوواط ساعة/م^٣
- ٢- مؤشر كفاءة الطاقة (Energy Efficiency Index): مقياس لكفاءة استخدام الطاقة مقارنة بمعيار محدد أو مع محطات مماثلة
- ٣- معدل استهلاك المواد الكيميائية (Chemical Consumption Rate): كمية المواد الكيميائية المستهلكة لإنتاج متر مكعب واحد من المياه المحلاة، وتقاس بالكيلوجرام/م^٣
- ٤- إنتاجية العاملين (Staff Productivity): كمية المياه المنتجة لكل عامل خلال فترة زمنية محددة، وتقاس بالمتر المكعب/عامل/يوم.
- ٥- معدل استخدام الأصول (Asset Utilization Rate): مدى استخدام الأصول والمعدات الرئيسية في المحطة ويقاس بالنسبة المئوية

٣,٣,٤ مؤشرات كفاءة التكلفة

- ١- تكلفة إنتاج المتر المكعب (Unit Production Cost): إجمالي تكلفة إنتاج متر مكعب واحد من المياه المحلاة، وتقاس بالريال السعودي/م^٣.
 - ٢- نسبة تكلفة الطاقة (Energy Cost Ratio): نسبة تكلفة الطاقة إلى إجمالي تكلفة الإنتاج، وتقاس بالنسبة المئوية.
 - ٣- نسبة تكلفة الصيانة (Maintenance Cost Ratio): نسبة تكلفة الصيانة إلى إجمالي تكلفة الإنتاج، وتقاس بالنسبة المئوية
 - ٤- نسبة تكلفة العمالة (Labor Cost Ratio): نسبة تكلفة العمالة إلى إجمالي تكلفة الإنتاج وتقاس بالنسبة المئوية
 - ٥- تكلفة دورة الحياة (Life Cycle Cost): إجمالي تكلفة امتلاك وتشغيل المحطة طوال دورة حياتها، بما في ذلك تكاليف الإنشاء، والتشغيل، والصيانة، والاستبدال
- ٣,٣,٥ مؤشرات كفاءة الجودة
- ١- نسبة مطابقة المياه للمعايير (Water Quality Compliance Rate): نسبة العينات التي تلي المعايير والمواصفات المعتمدة، وتقاس بالنسبة المئوية.

- ٢- مؤشر جودة المياه المنتجة (Produced Water Quality Index): مؤشر مركب يقيس جودة المياه المنتجة بناءً على عدة معايير (مثل درجة الحموضة، والتوصيلية الكهربائية، والمواد الصلبة الذائبة، والعكارة).
- ٣- عدد حالات عدم المطابقة (Number of Non-Compliance Cases): عدد الحالات التي لا تلي فيها المياه المنتجة المعايير والمواصفات المعتمدة خلال فترة زمنية محددة.
- ٤- عدد الشكاوى المتعلقة بجودة المياه (Number of Water Quality Complaints): عدد الشكاوى الواردة من المستخدمين بشأن جودة المياه خلال فترة زمنية محددة.

٣,٣,٦ مؤشرات الكفاءة البيئية

- ١- البصمة الكربونية (Carbon Footprint): كمية انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن إنتاج متر مكعب واحد من المياه المحلاة، وتقاس بالكيلوجرام $\text{CO}_2/\text{م}^3$.
 - ٢- نسبة استخدام الطاقة المتجددة (Renewable Energy Usage Ratio): نسبة الطاقة المتجددة المستخدمة إلى إجمالي الطاقة المستهلكة في المحطة، وتقاس بالنسبة المئوية.
 - ٣- مؤشر التأثير البيئي للمحلول الملحي (Brine Environmental Impact Index): مؤشر يقيس تأثير المحلول الملحي (Brine) على البيئة البحرية، بناءً على عدة معايير (مثل درجة الحرارة، والملوحة، والمواد الكيميائية).
 - ٤- معدل إعادة تدوير المخلفات (Waste Recycling Rate): نسبة المخلفات التي يتم إعادة تدويرها أو استخدامها إلى إجمالي المخلفات الناتجة عن المحطة، وتقاس بالنسبة المئوية.
 - ٥- مؤشر الالتزام البيئي (Environmental Compliance Index): مؤشر يقيس مدى التزام المحطة بالمعايير والاشتراطات البيئية المعتمدة.
- وتشير دراسة الرميح (٢٠٢١) إلى أن تطبيق نظام متكامل لإدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه في مدينة الرياض ساهم من تحسين مؤشرات الكفاءة بنسب متفاوتة، حيث انخفض معدل استهلاك الطاقة بنسبة ١٠-١٥٪، وانخفض معدل التوقف غير المخطط بنسبة ٢٠-٢٥٪، وتحسنت نسبة مطابقة المياه للمعايير بنسبة ١٠-١٢٪، وانخفضت تكلفة إنتاج المتر المكعب بنسبة ١٥-٢٠٪.

المبحث الرابع: العلاقة بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه

تتجلى أهمية دراسة العلاقة بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه في فهم كيف يمكن أن تسهم الإدارة الفعالة للمخاطر في تحسين مؤشرات الكفاءة المختلفة وبالتالي تعزيز أداء المحطات وضمان استدامتها، وفيما يلي استعراض لطبيعة هذه العلاقة، ومجالات تأثير إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات التحلية :-

٤,١ العلاقة النظرية بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات التحلية

تستند العلاقة النظرية بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه إلى فرضية أساسية مفادها أن الإدارة الفعالة للمخاطر التشغيلية تساهم في تحسين كفاءة المحطات من خلال :-

- ١- تقليل التوقفات والأعطال: تساعد إدارة المخاطر التشغيلية في تحديد المخاطر التي قد تؤدي إلى توقفات وأعطال في المحطة، واتخاذ الإجراءات اللازمة للحد منها، مما يؤدي إلى زيادة معدل توافر المحطة وتقليل الفاقد في الإنتاج
- ٢- تحسين استخدام الموارد: تساهم إدارة المخاطر التشغيلية في تحديد المخاطر المرتبطة باستهلاك الموارد (مثل الطاقة والمواد الكيميائية)، واتخاذ الإجراءات اللازمة لترشيد استخدامها مما يؤدي إلى تحسين كفاءة استخدام الموارد
- ٣- ضمان جودة المياه المنتجة: تساعد إدارة المخاطر التشغيلية في تحديد المخاطر التي قد تؤثر على جودة المياه المنتجة، واتخاذ الإجراءات اللازمة للحد منها، مما يؤدي إلى تحسين كفاءة الجودة
- ٤- خفض تكاليف التشغيل: تساهم إدارة المخاطر التشغيلية في تقليل التكاليف الناجمة عن الأعطال والتوقفات والإصلاحات، وترشيد استخدام الموارد، مما يؤدي إلى تحسين كفاءة التكلفة
- ٥- تقليل الآثار البيئية السلبية: تساعد إدارة المخاطر التشغيلية من تحديد المخاطر البيئية المرتبطة بعمليات التحلية، واتخاذ الإجراءات اللازمة للحد منها مما يؤدي إلى تحسين الكفاءة البيئية

وقد أكدت عدة دراسات على وجود علاقة إيجابية بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة المنظمات بشكل عام، ومحطات تحلية المياه بشكل خاص ، فقد أشارت دراسة جونسون وآخرون (Johnson et al, 2023) إلى وجود علاقة ارتباط قوية بين مستوى نضج إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات التحلية في دول الخليج العربي، حيث فسرت متغيرات إدارة المخاطر حوالي ٧٣٪ من التباين في مؤشرات الكفاءة كما أكدت دراسة سميث وبراون (Smith & Brown, 2022) أن المحطات التي تطبق نظاماً متقدماً لإدارة المخاطر التشغيلية تتفوق بشكل ملحوظ في مؤشرات الكفاءة على المحطات الأخرى.

٤,٢ مجالات تأثير إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات التحلية

يمكن تحليل تأثير إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه من خلال مجالات التأثير التالية :-

٤,٢,١ تأثير إدارة المخاطر على الكفاءة الإنتاجية

تؤثر إدارة المخاطر التشغيلية على الكفاءة الإنتاجية لمحطات تحلية المياه من خلال :-

- تقليل حالات التوقف غير المخطط التي تؤدي إلى خسائر في الإنتاج
- تحسين أداء وحدات التحلية (الأغشية أو المبخرات) من خلال الحد من المخاطر التي قد تؤثر على كفاءتها

- ضمان استقرار عمليات المعالجة الأولية للمياه الداخلة، مما يحسن كفاءة وحدات التحلية
- تحسين التنبؤ بالتغيرات في خصائص مياه البحر، واتخاذ الإجراءات اللازمة للتكيف معها.

وقد أشارت دراسة الزهراني (٢٠٢٠) إلى أن تطبيق نظام فعال لإدارة المخاطر التشغيلية في محطة تحلية المياه برأس الخير ساهم في تحسين معدلات الإنتاج بنسبة ١٢٪ وزيادة معدل استرداد المياه بنسبة ٨٪.

٤,٢,٢ تأثير إدارة المخاطر على الكفاءة التشغيلية

تؤثر إدارة المخاطر التشغيلية على الكفاءة التشغيلية لمحطات تحلية المياه من خلال :-

- تحسين موثوقية المعدات والأنظمة من خلال تحديد المخاطر التي قد تؤدي إلى فشلها، واتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة.
- تطوير برامج صيانة وقائية وتنبؤية فعالة تستند إلى تقييم المخاطر.
- تحسين عمليات إدارة قطع الغيار والمستلزمات، بما يضمن توفرها عند الحاجة.
- تطوير إجراءات وتعليمات تشغيلية واضحة ومحددة للتعامل مع حالات الطوارئ والأزمات.

وقد أشارت دراسة ويليامز وآخرون (Williams et al., 2020) إلى أن تكامل إدارة المخاطر التشغيلية مع إدارة الأصول في محطات التحلية أدى إلى تحسين موثوقية المعدات بنسبة ١٨٪، وزيادة إتاحة المحطات بنسبة ١٥٪ وتراجع حالات التوقف غير المخطط بنسبة ٣٠٪.

٤,٢,٣ تأثير إدارة المخاطر على كفاءة استخدام الموارد

تؤثر إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة استخدام الموارد في محطات تحلية المياه من خلال :-

- تحديد المخاطر المرتبطة بارتفاع استهلاك الطاقة، واتخاذ الإجراءات اللازمة لترشيد استخدامها.
- تحسين كفاءة استخدام المواد الكيميائية من خلال تحديد المخاطر المرتبطة بالاستخدام غير الأمثل، وتطوير نظم دقيقة للتحكم في الجرعات
- تحسين إنتاجية العاملين من خلال تحديد المخاطر المرتبطة بنقص المهارات أو سوء التوزيع، وتطوير برامج تدريب وتأهيل مناسبة
- تقليل الفاقد في المياه أثناء عمليات الإنتاج والتوزيع

وقد أشارت دراسة غارسيا ولوبيز (Garcia & Lopez, 2021) إلى أن المحطات التي تطبق نظاماً متقدماً لإدارة المخاطر التشغيلية حققت تحسناً في كفاءة استخدام الطاقة بنسبة ١٢-١٨٪، وتحسناً من كفاءة استخدام المواد الكيميائية بنسبة ١٥-٢٠٪.

٤,٢,٤ تأثير إدارة المخاطر على كفاءة التكلفة

تؤثر إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة التكلفة في محطات تحلية المياه من خلال :-

- تقليل تكاليف الإصلاح والصيانة الناجمة عن الأعطال والحوادث
- تقليل تكاليف التوقف غير المخطط والفاقد في الإنتاج
- خفض تكاليف استهلاك الطاقة والمواد الكيميائية
- تقليل تكاليف المطالبات والتعويضات المرتبطة بالحوادث والإصابات
- تحسين تخطيط الاستثمارات الرأسمالية من خلال تحديد أولويات الإنفاق بناءً على تقييم المخاطر

وقد أشارت دراسة الرميح (٢٠٢١) إلى أن تطبيق نظام متكامل لإدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه في مدينة الرياض ساهم في خفض التكلفة التشغيلية بنسبة ١٥-٢٠٪ وتقليل تكاليف الصيانة بنسبة ١٨-٢٢٪.

٤,٢,٥ تأثير إدارة المخاطر على كفاءة الجودة

تؤثر إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة الجودة في محطات تحلية المياه من خلال :-

- تحديد المخاطر التي قد تؤثر على جودة المياه المنتجة، واتخاذ الإجراءات اللازمة للحد منها.
- تطوير نظم مراقبة وضبط الجودة استناداً إلى تحليل المخاطر.
- تحسين عمليات المعالجة بما يضمن استقرار خصائص المياه المنتجة.
- تعزيز الالتزام بالمعايير والمواصفات المعتمدة للمياه الصالحة للشرب.

وقد أشارت دراسة المطيري (٢٠١٩) إلى أن المحطات التي تطبق نظاماً فعالاً لإدارة المخاطر التشغيلية تتمتع بمستويات أعلى من الالتزام بمعايير جودة المياه المنتجة، حيث بلغت نسبة المطابقة ٩٨٪ مقارنة بـ ٩٢٪ في المحطات الأخرى.

٤,٢,٦ تأثير إدارة المخاطر على الكفاءة البيئية

تؤثر إدارة المخاطر التشغيلية على الكفاءة البيئية في محطات تحلية المياه من خلال :-

- تحديد المخاطر البيئية المرتبطة بعمليات التحلية، واتخاذ الإجراءات اللازمة للحد منها
- تطوير طرق أكثر استدامة للتخلص من المحلول الملحي (Brine) بما يقلل من تأثيره على البيئة البحرية.
- تحسين كفاءة استخدام الطاقة، وبالتالي تقليل البصمة الكربونية للمحطة.
- تعزيز الالتزام بالمعايير والاشتراطات البيئية المعتمدة.

وقد أشارت دراسة سميث وبراون (Smith & Brown, 2022) إلى أن المحطات التي تطبق نظاماً متقدماً لإدارة المخاطر التشغيلية حققت تحسناً في البصمة البيئية بنسبة ١٠-١٥٪ وتحسناً في مؤشر التأثير البيئي للمحلول الملحي بنسبة ١٢-١٨٪ ، وبشكل عام، يمكن القول إن هناك علاقة تكاملية بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه،

حيث تسهم الإدارة الفعالة للمخاطر من تحسين مؤشرات الكفاءة المختلفة ، وهو ما ينعكس إيجاباً على أداء المحطات واستدامتها وتشير الدراسات السابقة إلى أن محطات التحلية التي تتبنى نهجاً استباقياً في إدارة المخاطر التشغيلية تتفوق في مؤشرات الكفاءة على نظيراتها التي تتبنى نهجاً تفاعلياً يعتمد على ردود الأفعال

الفصل الثالث

منهجية الدراسة

مقدمة

يتناول هذا الفصل وصفاً تفصيلياً للإجراءات المنهجية التي اتبعها الباحث لتحقيق أهداف الدراسة الحالية المتمثلة في تحليل أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحليلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض ويعتبر هذا الفصل حجر الأساس في بناء الدراسة الميدانية حيث يوضح المنهج المستخدم ومبررات اختياره، ويحدد مجتمع الدراسة وعينها وطريقة اختيارها، ويستعرض أدوات جمع البيانات وكيفية بنائها والتحقق من صدقها وثباتها، إضافة إلى الأساليب الإحصائية المستخدمة في تحليل البيانات، وإجراءات تطبيق الدراسة الميدانية والصعوبات التي واجهت الباحث والحدود الزمانية والمكانية والموضوعية للدراسة وقد حرص الباحث على اتباع الإجراءات المنهجية العلمية السليمة في جميع مراحل الدراسة، بدءاً من تحديد المشكلة والأهداف، ومروراً باختيار المنهج المناسب وتصميم أدوات جمع البيانات، وانتهاءً بجمع البيانات وتحليلها واستخلاص النتائج والتوصيات وذلك بما يتوافق مع طبيعة الدراسة الحالية ويضمن تحقيق أهدافها بكفاءة وفاعلية.

المنهجية وطرق البحث

منهج البحث

اعتمدت الدراسة الحالية على المنهج الوصفي التحليلي، الذي يعد من أكثر المناهج البحثية ملائمة لطبيعة هذه الدراسة وأهدافها، ويُعرّف المنهج الوصفي التحليلي بأنه "المنهج الذي يهتم بدراسة الواقع أو الظاهرة كما توجد في الواقع، ويهتم بوصفها وصفاً دقيقاً، ويعبر عنها تعبيراً كيفياً وكمياً كما لا يقتصر هذا المنهج على جمع المعلومات والبيانات وتبويبها، بل يتعداه إلى تحليل الظاهرة وتفسيرها والوصول إلى استنتاجات تسهم في فهم الواقع وتطويره" (العساف، ٢٠٢٠)، وقد تم اختيار هذا المنهج للأسباب التالية:-

- ١- ملاءمته لطبيعة الدراسة التي تهدف إلى وصف وتحليل الواقع الفعلي لتطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحليلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض، وأثره على كفاءة هذه المحطات
- ٢- قدرته على دراسة العلاقة بين متغيرات الدراسة (إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات التحلية) وتحليل هذه العلاقة كمياً وكيفياً
- ٣- إمكانية استخدامه لمجموعة متنوعة من أدوات جمع البيانات (الاستبانة، المقابلة، الملاحظة، تحليل السجلات والوثائق) مما يتيح الحصول على بيانات أكثر شمولاً وعمقاً.
- ٤- تمكنه الباحث من اختبار فرضيات الدراسة والإجابة على تساؤلاتها بطريقة علمية منظمة.

وقد تم تطبيق هذا المنهج من خلال الإجراءات التالية:-

- ١- المرحلة الوصفية: تضمنت وصف مستوى تطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية (تحديد المخاطر تقييم المخاطر، معالجة المخاطر، المراقبة والمراجعة) في محطات تحلية المياه، ومستوى كفاءة هذه المحطات من حيث الأبعاد المختلفة (الكفاءة التشغيلية، كفاءة استخدام الموارد، كفاءة التكلفة، كفاءة الجودة، الكفاءة البيئية) وذلك باستخدام أدوات القياس المناسبة
- ٢- المرحلة التحليلية: تضمنت تحليل العلاقة بين مراحل إدارة المخاطر التشغيلية وأبعاد كفاءة محطات التحلية، واختبار الفرضيات المتعلقة بهذه العلاقة، وتحديد مدى تأثير المتغيرات المستقلة على المتغيرات التابعة، وذلك باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة.
- ٣- المرحلة التفسيرية: تضمنت تفسير النتائج التي تم التوصل إليها في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة، واستخلاص الاستنتاجات والتوصيات المناسبة.

تصميم البحث

اتبعت الدراسة التصميم البحثي المقطعي (Cross-Sectional Design)، حيث تم جمع البيانات من مجتمع الدراسة مرة واحدة خلال فترة زمنية محددة (من ٥ نوفمبر ٢٠٢٥ إلى ٢١ فبراير ٢٠٢٦) وتم استخدام مزيج من الطرق الكمية والنوعية (Mixed Methods) لجمع البيانات وتحليلها، وذلك على النحو التالي:-

- ١- الطرق الكمية: تم استخدام الاستبانة كأداة رئيسية لجمع البيانات الكمية، حيث تم تصميم استبانة إلكترونية باستخدام نماذج جوجل (Google Forms) تتضمن أسئلة مغلقة لقياس متغيرات الدراسة، وتم تحليل البيانات إحصائياً باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS).
- ٢- الطرق النوعية: تم استخدام المقابلات شبه المنظمة (Semi-Structured Interviews) كأداة مكملة لجمع البيانات النوعية، حيث تم إجراء (١٤) مقابلة مع مديري المحطات والمسؤولين في إدارات المخاطر والتشغيل والصيانة، لاستكشاف جوانب أعمق وأكثر تفصيلاً عن موضوع الدراسة

وقد تم اختيار هذا التصميم البحثي للأسباب التالية:-

- ١- ملاءمته لطبيعة الدراسة التي تهدف إلى قياس وتحليل الحالة الراهنة لتطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية وعلاقته بكفاءة محطات التحلية.
- ٢- إمكانية جمع بيانات من عينة كبيرة نسبياً خلال فترة زمنية معقولة، مما يعزز إمكانية تعميم النتائج.
- ٣- الجمع بين الطرق الكمية والنوعية يتيح الحصول على فهم أعمق وأكثر شمولاً لموضوع الدراسة، حيث توفر البيانات الكمية قياساً موضوعياً للمتغيرات بينما توفر البيانات النوعية فهماً أعمق للسياق والعوامل المؤثرة.

أدوات جمع البيانات

استخدمت الدراسة أداتين رئيسيتين لجمع البيانات، هما :-

١) الاستبانة

تم تصميم استبانة إلكترونية باستخدام نماذج جوجل (Google Forms) كأداة رئيسية لجمع البيانات الكمية. وقد مرت عملية تصميم الاستبانة بالمراحل التالية :-

١- تحديد محاور الاستبانة: تم تحديد محاور الاستبانة بناءً على مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة المتعلقة بموضوع الدراسة، وفي ضوء أهداف الدراسة وتساؤلاتها وفرضياتها، وقد تضمنت الاستبانة المحاور التالية :-

- المحور الأول: البيانات الشخصية والوظيفية.
- المحور الثاني: مستوى تطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية.
- المحور الثالث: مستوى كفاءة محطات تحلية المياه.
- المحور الرابع: العلاقة بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه.

٢- صياغة فقرات الاستبانة: تم صياغة فقرات الاستبانة بعناية لتكون واضحة ومحددة وخالية من الغموض، ولتعتبر بدقة عن متغيرات الدراسة. وقد استخدم مقياس ليكرت الخماسي (Likert Scale) لقياس استجابات أفراد العينة، وذلك على النحو التالي :-

- موافق بشدة (٥ درجات)
- موافق (٤ درجات)
- محايد (٣ درجات)
- غير موافق (٢ درجتان)
- غير موافق بشدة (درجة واحدة)

٣- تحكيم الاستبانة: للتحقق من الصدق الظاهري وصدق المحتوى للاستبانة، تم عرضها على مجموعة من المحكمين المتخصصين في مجال إدارة المخاطر وهندسة تحلية المياه وعلم الإحصاء، وعددهم (٧) محكمين. وقد تم الأخذ بملاحظات المحكمين وإجراء التعديلات اللازمة على فقرات الاستبانة من حيث الصياغة والوضوح والشمولية.

٤- الدراسة الاستطلاعية: تم تطبيق الاستبانة على عينة استطلاعية مكونة من (٣٠) فرداً من مجتمع الدراسة وخارج العينة الأساسية، وذلك بهدف :-

- التأكد من وضوح فقرات الاستبانة وفهمها من قبل المستجيبين.
- حساب معاملات الصدق والثبات للاستبانة.
- تحديد الزمن اللازم للإجابة على الاستبانة.

٥- الصدق البنائي: تم حساب معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation Coefficient) بين درجة كل فقرة والدرجة الكلية للمحور الذي تنتمي إليه، وكذلك بين درجة كل محور والدرجة الكلية للاستبانة ، وقد أظهرت النتائج أن جميع معاملات الارتباط كانت دالة إحصائياً عند مستوى (٠,٠١)، مما يدل على صدق الاتساق الداخلي للاستبانة.

٦- ثبات الاستبانة: تم حساب معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) لكل محور من محاور الاستبانة وللإستبانة ككل، وقد تراوحت قيم معاملات الثبات بين (٠,٨٣-٠,٩١)، وبلغت قيمة معامل الثبات الكلي للاستبانة (٠,٨٩)، وهي قيم عالية تدل على ثبات الاستبانة وإمكانية الاعتماد عليها في جمع البيانات.

٧- الصورة النهائية للاستبانة: بعد التأكد من صدق وثبات الاستبانة، تم إعداد الصورة النهائية لها، وقد تضمنت (٤٣) فقرة موزعة على المحاور الأربعة السابق ذكرها.

٢) المقابلات شبه المنظمة

تم استخدام المقابلات شبه المنظمة (Semi-Structured Interviews) كأداة مكملة لجمع البيانات النوعية. وقد مرت عملية تصميم وتنفيذ المقابلات بالمراحل التالية :-

١- إعداد دليل المقابلة: تم إعداد دليل للمقابلة يتضمن مجموعة من الأسئلة المفتوحة التي تغطي محاور الدراسة، مع ترك المجال للتعلم في بعض النقاط أو طرح أسئلة إضافية حسب سير المقابلة. وقد تضمن دليل المقابلة محاور رئيسية مشابهة لمحاور الاستبانة، مع التركيز على :-

- التحديات والصعوبات التي تواجه تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية.
- العوامل المؤثرة في فعالية نظام إدارة المخاطر التشغيلية.
- آليات تعزيز العلاقة بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات التحلية.
- التجارب الناجحة والدروس المستفادة في مجال إدارة المخاطر التشغيلية.

٢- تحكيم دليل المقابلة: تم عرض دليل المقابلة على مجموعة من المختصين في مجال البحث النوعي وإدارة المخاطر، للتأكد من شموليته وملاءمته لأهداف الدراسة، وتم إجراء التعديلات اللازمة في ضوء ملاحظاتهم.

٣- اختيار عينة المقابلات: تم اختيار عينة قصدية (Purposive Sample) من مديري المحطات والمسؤولين في إدارات المخاطر والتشغيل والصيانة، بحيث تمثل مختلف المستويات الإدارية والفنية وتغطي جميع محطات التحلية محل الدراسة. وقد بلغ حجم العينة (١٤) شخصاً.

٤- إجراء المقابلات: تم إجراء المقابلات بشكل فردي ومباشر مع أفراد العينة، وتراوحت مدة المقابلة بين ٤٥-٦٠ دقيقة. وقد تم تسجيل المقابلات (بعد أخذ موافقة المشاركين) وتدوين الملاحظات أثناء المقابلة.

٥- تحليل بيانات المقابلات: تم تفرغ المقابلات المسجلة وتحليل محتواها باستخدام أسلوب التحليل الموضوعي (Thematic Analysis)، حيث تم استخراج الموضوعات والأفكار الرئيسية من البيانات، وتصنيفها وترميزها، ثم تحديد العلاقات بينها واستخلاص النتائج.

الأساليب الإحصائية

تم استخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) الإصدار ٢٨ لتحليل البيانات الكمية التي تم جمعها بواسطة الاستبانة، وقد تضمنت الأساليب الإحصائية المستخدمة ما يلي:-

١- الأساليب الإحصائية الوصفية:

- التكرارات والنسب المئوية: لوصف خصائص عينة الدراسة وفقاً للمتغيرات الديموغرافية والوظيفية.
- المتوسطات الحسابية: لتحديد مستوى استجابات أفراد العينة على فقرات ومجاور الاستبانة.
- الانحرافات المعيارية: لقياس مدى تشتت استجابات أفراد العينة عن المتوسط الحسابي.
- معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha): لقياس ثبات الاستبانة.
- معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation Coefficient): لقياس صدق الاتساق الداخلي للاستبانة، ولدراسة العلاقة بين متغيرات الدراسة.

٢- الأساليب الإحصائية الاستدلالية:

- اختبار تحليل التباين الأحادي (One Way ANOVA): لاختبار دلالة الفروق في استجابات أفراد العينة وفقاً للمتغيرات الديموغرافية والوظيفية التي تتضمن أكثر من فئتين.
- اختبار (ت) للعينات المستقلة (Independent Samples T-Test): لاختبار دلالة الفروق في استجابات أفراد العينة وفقاً للمتغيرات الديموغرافية والوظيفية التي تتضمن فئتين.
- تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Regression Analysis): لقياس أثر المتغيرات المستقلة (مراحل إدارة المخاطر التشغيلية) على المتغير التابع (كفاءة محطات تحلية المياه).

- تحليل المسار (Path Analysis): لدراسة العلاقات المباشرة وغير المباشرة بين متغيرات الدراسة.
- معامل التحديد (R^2): لقياس نسبة التباين في المتغير التابع الذي يمكن تفسيره بواسطة المتغيرات المستقلة.

وقد تم اعتماد مستوى الدلالة الإحصائية ($\alpha \leq 0.05$) كمعيار لقبول أو رفض الفرضيات الإحصائية.

مجتمع البحث

تعريف مجتمع البحث

يتكون مجتمع البحث من جميع العاملين في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض، والذين يشغلون وظائف إدارية وفنية مختلفة (مديرون، رؤساء أقسام، مهندسون، فنيون، إداريون) في مختلف إدارات وأقسام هذه المحطات (إدارة المحطة، التشغيل، الصيانة، الجودة والمختبرات، السلامة والبيئة، إدارة المخاطر)، وقد بلغ العدد الإجمالي لمجتمع البحث (٣٩٨) فرداً، وفقاً للإحصائيات الرسمية التي تم الحصول عليها من إدارة الموارد البشرية في الهيئة السعودية للمياه بمنطقة الرياض.

خصائص مجتمع البحث

يتميز مجتمع البحث بالخصائص التالية :-

- ١- التنوع الوظيفي: يضم مجتمع البحث مجموعة متنوعة من الوظائف الإدارية والفنية، بما في ذلك المديرون ورؤساء الأقسام والمهندسون والفنيون والإداريون، مما يتيح الحصول على وجهات نظر متنوعة حول موضوع الدراسة.
- ٢- التنوع في المؤهلات العلمية: يضم مجتمع البحث أفراداً ذوي مؤهلات علمية مختلفة، تتراوح بين الثانوية العامة والدبلوم وال بكالوريوس والماجستير والدكتوراه.
- ٣- التنوع في سنوات الخبرة: يضم مجتمع البحث أفراداً ذوي خبرات متفاوتة في مجال تحلية المياه، تتراوح بين أقل من ٥ سنوات وأكثر من ٢٠ سنة.
- ٤- التنوع في الإدارات والأقسام: يضم مجتمع البحث أفراداً يعملون في مختلف إدارات وأقسام محطات التحلية، مما يتيح الحصول على رؤية شاملة لموضوع الدراسة.

عينة البحث

نظراً لصعوبة إجراء مسح شامل لجميع أفراد مجتمع البحث بسبب القيود الزمنية والمادية، تم اختيار عينة عشوائية طبقية (Stratified Random Sample) من مجتمع البحث، وذلك لضمان تمثيل جميع فئات المجتمع بشكل متناسب، وقد تم تحديد حجم العينة باستخدام معادلة ستيفن ثامبسون (Steven Thompson) التالية:

$$N = (N \times p(1-p)) [(N-1) \times (d^2 / z^2) + p(1-p)]$$

حيث:

- n: حجم العينة
- N: حجم المجتمع (٣٩٨)
- z: الدرجة المعيارية المقابلة لمستوى الدلالة ٠,٩٥ وتساوي ١,٩٦
- d: نسبة الخطأ وتساوي ٠,٠٥
- p: نسبة توفر الخاصية والمحايدة وتساوي ٠,٥٠

وبتطبيق المعادلة السابقة، تم تحديد حجم العينة المطلوب وهو (١٩٦) فرداً. ولضمان الحصول على العدد المطلوب من الاستجابات، تم توزيع الاستبانة على عدد أكبر (٢١٦) فرداً، وتم استرجاع (١٨٦) استبانة صالحة للتحليل الإحصائي، بنسبة استجابة بلغت (٨٦,١٪)، وهي نسبة مرتفعة ومقبولة إحصائياً، وتوزعت عينة البحث على مختلف الفئات الوظيفية والإدارية في محطات التحلية، كما يلي:-

- ١- حسب المؤهل العلمي: ١٢٪ ثانوية عامة، ٢٥٪ دبلوم، ٤٧٪ بكالوريوس، ١٤٪ ماجستير، ٢٪ دكتوراه.
- ٢- حسب المسمى الوظيفي: ٥٪ مدير محطة، ٨٪ مدير إدارة، ١٥٪ رئيس قسم، ٣٣٪ مهندس، ٢٨٪ فني، ١١٪ إداري.
- ٣- حسب سنوات الخبرة: ١٨٪ أقل من ٥ سنوات، ٣٢٪ من ٥ إلى أقل من ١٠ سنوات، ٢٧٪ من ١٠ إلى أقل من ١٥ سنة، ١٦٪ من ١٥ إلى أقل من ٢٠ سنة، ٧٪ ٢٠ سنة فأكثر.
- ٤- حسب الإدارة/القسم: ٧٪ إدارة المحطة، ٣٥٪ التشغيل، ٢٨٪ الصيانة، ١٢٪ الجودة والمختبرات، ١٠٪ السلامة والبيئة، ٨٪ إدارة المخاطر.

أما بالنسبة لعينة المقابلات، فقد تم اختيار (١٤) شخصاً بطريقة قصدية من مديري المحطات والمسؤولين في إدارات المخاطر والتشغيل والصيانة، بحيث تمثل مختلف المستويات الإدارية والفنية وتغطي جميع محطات التحلية محل الدراسة.

حدود البحث

تم تحديد حدود البحث على النحو التالي :-

الحدود الموضوعية

اقتصرت الدراسة على بحث أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه، وذلك من خلال دراسة العلاقة بين مراحل إدارة المخاطر التشغيلية (تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، معالجة المخاطر، المراقبة

والمراجعة) وأبعاد كفاءة محطات التحلية (الكفاءة التشغيلية، كفاءة استخدام الموارد ، كفاءة التكلفة، كفاءة الجودة، الكفاءة البيئية) ، ولم تتطرق الدراسة الى أنواع أخرى من المخاطر مثل المخاطر المالية أو الاستراتيجية أو مخاطر السمعة، كما لم تتناول محطات تحلية المياه الصغيرة أو المحطات غير التابعة للهيئة السعودية للمياه.

الحدود المكانية

اقتصرت الدراسة على محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض فقط، وعددها (٤) محطات رئيسية، دون غيرها من المحطات في المناطق الأخرى من المملكة.

الحدود الزمانية

تم إجراء الدراسة الميدانية خلال الفترة من ٥ نوفمبر ٢٠٢٥ إلى ٢١ فبراير ٢٠٢٦، حيث تم خلال هذه الفترة توزيع الاستبانات وإجراء المقابلات وجمع البيانات وتحليلها.

الحدود البشرية

اقتصرت الدراسة على العاملين في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض، الذين يشغلون وظائف إدارية وفنية مختلفة في مختلف إدارات وأقسام هذه المحطات.

إجراءات تطبيق الدراسة الميدانية

تم تطبيق الدراسة الميدانية وفق الإجراءات التالية :-

- ١- الحصول على الموافقات الرسمية: تم الحصول على موافقة رسمية من الهيئة السعودية للمياه لإجراء الدراسة في محطات تحلية المياه التابعة لها في مدينة الرياض، وذلك بعد تقديم خطة البحث وتوضيح أهدافه وأهميته.
- ٢- توزيع الاستبانات: تم توزيع الاستبانات إلكترونياً باستخدام نماذج جوجل (Google Forms)، وذلك من خلال :-

- إرسال رابط الاستبانة الإلكترونية إلى البريد الإلكتروني الرسمي للعاملين في المحطات.
- مشاركة رابط الاستبانة عبر مجموعات الواتس آب الرسمية للعاملين في المحطات.
- توفير رمز الاستجابة السريعة (QR Code) للاستبانة في لوحات الإعلانات في المحطات.

- ٣- إجراء المقابلات: تم التواصل مع الأشخاص المحددين للمقابلات وتحديد مواعيد مناسبة، وتم إجراء المقابلات بشكل فردي ومباشر في مكاتهم أو في قاعات اجتماعات المحطات.
- ٤- متابعة الاستجابات: تم متابعة استجابات أفراد العينة على الاستبانة، وإرسال رسائل تذكير لمن لم يستجيبوا بعد أسبوع من التوزيع، ثم رسالة تذكير أخرى بعد أسبوعين.

- ٥- جمع البيانات وتنظيمها: بعد انتهاء فترة جمع البيانات، تم تنظيم البيانات الكمية وتهيئتها للتحليل الإحصائي، وتم تفريغ المقابلات وتنظيم البيانات النوعية لتحليلها.
- ٦- تحليل البيانات: تم تحليل البيانات الكمية باستخدام برنامج SPSS، وتحليل البيانات النوعية باستخدام أسلوب التحليل الموضوعي.
- ٧- استخلاص النتائج وكتابة التقرير: تم استخلاص النتائج من تحليل البيانات الكمية والنوعية، ومقارنتها بفرضيات الدراسة، وكتابة التقرير النهائي للدراسة متضمناً الاستنتاجات والتوصيات.

الصعوبات التي واجهت الباحث

واجه الباحث بعض الصعوبات خلال إجراء الدراسة الميدانية، من أهمها :-

- ١- صعوبات إدارية: تطلب الحصول على الموافقات الرسمية لإجراء الدراسة وقتاً طويلاً نسبياً، مما أدى إلى تأخير بدء جمع البيانات.
- ٢- صعوبات متعلقة بالعيينة: كان هناك تردد من بعض أفراد العينة في المشاركة في الدراسة، خاصة في المقابلات، خوفاً من الإدلاء بمعلومات قد تؤثر على وضعهم الوظيفي. وقد تم التغلب على ذلك من خلال التأكيد على سرية المعلومات وأن الهدف من الدراسة هو البحث العلمي فقط.
- ٣- صعوبات متعلقة بجمع البيانات: كان هناك تأخر في استجابة بعض أفراد العينة على الاستبانة، مما تطلب إرسال رسائل تذكير متكررة. كما كان هناك صعوبة في تحديد مواعيد مناسبة لإجراء المقابلات مع بعض المسؤولين بسبب انشغالهم.
- ٤- صعوبات متعلقة بالوصول إلى المحطات: كان هناك صعوبة في الوصول إلى بعض محطات التحلية بسبب بعد المسافة وصعوبة الطرق، مما تطلب تنسيقاً إضافياً وترتيبات خاصة.
- ٥- صعوبات فنية: واجه بعض أفراد العينة صعوبات فنية في الوصول إلى الاستبانة الإلكترونية أو ملئها، مما تطلب تقديم دعم فني لهم.

وقد استطاع الباحث التغلب على هذه الصعوبات من خلال التواصل المستمر مع إدارات المحطات، وتوفير الدعم اللازم لأفراد العينة، والمرونة في جدولة المقابلات، مما ساهم في إنجاح عملية جمع البيانات وتحقيق أهداف الدراسة.

ملخص

تناول هذا الفصل منهجية البحث وإجراءاته، حيث تم توضيح المنهج المستخدم وهو المنهج الوصفي التحليلي، وتصميم البحث الذي اعتمد على المزج بين الطرق الكمية والنوعية، وأدوات جمع البيانات المتمثلة في الاستبانة والمقابلات شبه المنظمة، والأساليب الإحصائية المستخدمة في تحليل البيانات. كما تم تحديد مجتمع البحث المتمثل في العاملين في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض، وعينة البحث التي شملت (١٨٦) فرداً للاستبانة و(١٤) شخصاً للمقابلات. وتم توضيح حدود البحث الموضوعية والمكانية والزمانية والبشرية، وإجراءات تطبيق الدراسة الميدانية، والصعوبات التي واجهت الباحث وكيفية التغلب عليها. وتمثل هذه المنهجية الأساس الذي تم الاعتماد عليه في جمع وتحليل البيانات واستخلاص النتائج التي سيتم عرضها ومناقشتها في الفصل التالي.

الفصل الرابع

النتائج

والتوصيات

مقدمة

يتناول هذا الفصل عرضاً تفصيلياً لنتائج الدراسة التي تم التوصل إليها بعد تطبيق أدوات الدراسة وتحليل البيانات التي تم جمعها، وذلك للإجابة على تساؤلات الدراسة واختبار فرضياتها ، وسيتم تنظيم هذا الفصل في ثلاثة أقسام رئيسية:

القسم الأول: يتناول تحليل البيانات الديموغرافية والوظيفية لعينة الدراسة، من خلال عرض التوزيعات التكرارية والنسب المئوية لخصائص العينة.

القسم الثاني: يتناول الإجابة على تساؤلات الدراسة واختبار فرضياتها، من خلال عرض نتائج تحليل البيانات الكمية التي تم جمعها بواسطة الاستبانة، والبيانات النوعية التي تم جمعها من خلال المقابلات.

القسم الثالث: يتضمن مناقشة النتائج وتفسيرها في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة، والتوصيات المقترحة في ضوء هذه النتائج ، وقد استخدم الباحث برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) الإصدار ٢٨ لتحليل البيانات الكمية، وأسلوب التحليل الموضوعي (Thematic Analysis) لتحليل البيانات النوعية. ولتسهيل تفسير النتائج، تم اعتماد المعيار الإحصائي التالي لتحديد مستوى الموافقة على فقرات الاستبانة:

- من ١,٠٠ إلى ١,٨٠: درجة موافقة منخفضة جداً
- من ١,٨١ إلى ٢,٦٠: درجة موافقة منخفضة
- من ٢,٦١ إلى ٣,٤٠: درجة موافقة متوسطة
- من ٣,٤١ إلى ٤,٢٠: درجة موافقة عالية
- من ٤,٢١ إلى ٥,٠٠: درجة موافقة عالية جداً

القسم الأول: تحليل البيانات الديموغرافية والوظيفية

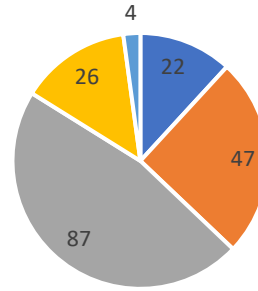
يتناول هذا القسم تحليل البيانات الديموغرافية والوظيفية لعينة الدراسة ، والتي تضمنت المؤهل العلمي، والمسعى الوظيفي، وعدد سنوات الخبرة في محطات تحلية المياه، والإدارة/القسم، والمشاركة في دورات تدريبية في مجال إدارة المخاطر التشغيلية.

١- المؤهل العلمي

تم تحليل توزيع أفراد العينة حسب المؤهل العلمي، وكانت النتائج كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول ١: توزيع أفراد العينة حسب المؤهل العلمي

المؤهل العلمي	التكرار	النسبة المئوية
ثانوية عامة	22	12%
دبلوم	47	25%
بكالوريوس	87	47%
ماجستير	26	14%
دكتوراه	4	2%
المجموع	186	100%



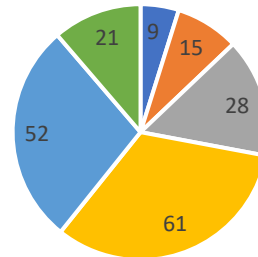
يتضح من الجدول (١) أن غالبية أفراد العينة هم من حملة درجة البكالوريوس بنسبة ٤٧٪، يليهم حملة الدبلوم بنسبة ٢٥٪، ثم حملة الماجستير بنسبة ١٤٪، ثم حملة الثانوية العامة بنسبة ١٢٪، وأخيراً حملة الدكتوراه بنسبة ٢٪ فقط، وهذا يشير إلى أن غالبية العاملين في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض هم من المؤهلين علمياً، حيث إن ٦٣٪ منهم يحملون مؤهلات جامعية (بكالوريوس فما فوق)، مما قد يساعد في تطبيق مفاهيم وممارسات إدارة المخاطر التشغيلية بكفاءة.

٢- المسمى الوظيفي

تم تحليل توزيع أفراد العينة حسب المسمى الوظيفي، وكانت النتائج كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول ٢: توزيع أفراد العينة حسب المسمى الوظيفي

المسمى الوظيفي	التكرار	النسبة المئوية
مدير محطة	9	5%
مدير إدارة	15	8%
رئيس قسم	28	15%
مهندس	61	33%
فني	52	28%
إداري	21	11%
المجموع	186	100%



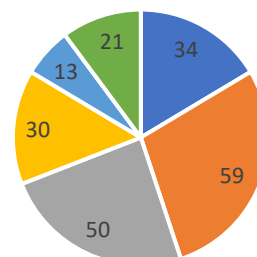
يتضح من الجدول (٢) أن غالبية أفراد العينة هم من المهندسين بنسبة ٣٣٪، يليهم الفنيون بنسبة ٢٨٪، ثم رؤساء الأقسام بنسبة ١٥٪، ثم الإداريون بنسبة ١١٪، ثم مديرو الإدارات بنسبة ٨٪، وأخيراً مديرو المحطات بنسبة ٥٪ فقط، وتعكس هذه النسب الهيكل التنظيمي لمحطات تحلية المياه، حيث إن المهندسين والفنيين يشكلون النسبة الأكبر من القوى العاملة نظراً لطبيعة عمل هذه المحطات التي تعتمد على العمليات الهندسية والفنية.

٣- عدد سنوات الخبرة في محطات تحلية المياه

تم تحليل توزيع أفراد العينة حسب عدد سنوات الخبرة في محطات تحلية المياه، وكانت النتائج كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول ٣: توزيع أفراد العينة حسب عدد سنوات الخبرة في محطات تحلية المياه

عدد سنوات الخبرة	التكرار	النسبة المئوية
أقل من ٥ سنوات	34	18%
من ٥ إلى أقل من ١٠ سنوات	59	32%
من ١٠ إلى أقل من ١٥ سنة	50	27%
من ١٥ إلى أقل من ٢٠ سنة	30	16%
٢٠ سنة فأكثر	13	7%
المجموع	186	100%



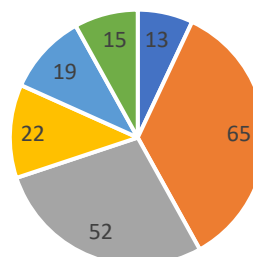
يتضح من الجدول (٣) أن أكبر نسبة من أفراد العينة لديهم خبرة تتراوح بين ٥ إلى أقل من ١٠ سنوات بنسبة ٣٢٪، يليهم من لديهم خبرة تتراوح بين ١٠ إلى أقل من ١٥ سنة بنسبة ٢٧٪، ثم من لديهم خبرة أقل من ٥ سنوات بنسبة ١٨٪، ثم من لديهم خبرة تتراوح بين ١٥ إلى أقل من ٢٠ سنة بنسبة ١٦٪، وأخيراً من لديهم خبرة ٢٠ سنة فأكثر بنسبة ٧٪، وتشير هذه النتائج إلى أن ٨٢٪ من أفراد العينة لديهم خبرة تزيد عن ٥ سنوات في مجال تحلية المياه، مما يعكس توفر الخبرة الكافية لتقييم واقع تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية وأثره على كفاءة محطات التحلية.

٤- الإدارة/القسم

تم تحليل توزيع أفراد العينة حسب الإدارة/القسم، وكانت النتائج كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول ٤: توزيع أفراد العينة حسب الإدارة/القسم

الإدارة/القسم	التكرار	النسبة المئوية
إدارة المحطة	13	7%
التشغيل	65	35%
الصيانة	52	28%
الجودة والمختبرات	22	12%
السلامة والبيئة	19	10%
إدارة المخاطر	15	8%
المجموع	186	100%



يتضح من الجدول (٤) أن أكبر نسبة من أفراد العينة يعملون في إدارة التشغيل بنسبة ٣٥٪، يليهم العاملون في إدارة الصيانة بنسبة ٢٨٪، ثم العاملون في إدارة الجودة والمختبرات بنسبة ١٢٪، ثم العاملون في إدارة السلامة والبيئة بنسبة ١٠٪، ثم العاملون في إدارة المخاطر بنسبة ٨٪، وأخيراً العاملون في إدارة المحطة بنسبة ٧٪، وتعكس هذه

النسب توزيع القوى العاملة في محطات تحلية المياه، حيث تتركز النسبة الأكبر في إدارتي التشغيل والصيانة نظراً لأهميتهما في ضمان استمرارية عمل المحطات ، كما أن تمثيل جميع الإدارات في العينة يضمن الحصول على رؤية شاملة ومتوازنة حول موضوع الدراسة.

٥- المشاركة في دورات تدريبية في مجال إدارة المخاطر التشغيلية

تم تحليل توزيع أفراد العينة حسب المشاركة في دورات تدريبية في مجال إدارة المخاطر التشغيلية، وكانت النتائج كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول ٥: توزيع أفراد العينة حسب المشاركة في دورات تدريبية في مجال إدارة المخاطر التشغيلية

النسبة المئوية	التكرار	المشاركة في دورات تدريبية
55%	103	نعم
45%	83	لا
100%	186	المجموع

يتضح من الجدول (٥) أن ٥٥٪ من أفراد العينة شاركوا في دورات تدريبية في مجال إدارة المخاطر التشغيلية، بينما ٤٥٪ لم يشاركوا في مثل هذه الدورات. وهذه النتيجة تشير الى وجود اهتمام نسبي بتدريب العاملين في محطات تحلية المياه على إدارة المخاطر التشغيلية، إلا أن هناك حاجة لزيادة نسبة المشاركة في مثل هذه الدورات لتشمل جميع العاملين، خاصة في ظل أهمية إدارة المخاطر في ضمان استمرارية عمل محطات التحلية وتحسين كفاءتها.

القسم الثاني: الإجابة على تساؤلات الدراسة واختبار فرضياتها

يتناول هذا القسم الإجابة على تساؤلات الدراسة واختبار فرضياتها، من خلال عرض نتائج تحليل البيانات الكمية والنوعية.

السؤال الأول: ما مستوى تطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض؟

للإجابة على هذا السؤال، تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاستجابات أفراد العينة على عبارات محور "مستوى تطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية" بأبعاده الأربعة: مرحلة تحديد المخاطر، مرحلة تقييم المخاطر، مرحلة معالجة المخاطر، مرحلة المراقبة والمراجعة. وكانت النتائج كما يلي:

(أ) مستوى تطبيق مرحلة تحديد المخاطر التشغيلية

جدول ٦: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمستوى تطبيق مرحلة تحديد المخاطر التشغيلية

الترتيب	درجة الموافقة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	العبارة	م
2	عالية	0.92	3.82	توجد في المحطة سياسة واضحة ومعتمدة لتحديد المخاطر التشغيلية.	1
4	عالية	1.01	3.65	تستخدم المحطة أساليب علمية متنوعة لتحديد المخاطر التشغيلية (مثل: قوائم الفحص، العصف الذهني، تحليل أنماط الفشل).	2
1	عالية	0.83	4.12	يتم الاستفادة من بيانات وسجلات الحوادث والأعطال السابقة في تحديد المخاطر التشغيلية المحتملة.	3
3	عالية	0.97	3.71	يتم توثيق المخاطر التشغيلية التي تم تحديدها في سجل المخاطر بشكل منهجي ومنظم.	4
5	عالية	1.05	3.43	يتم تحديث قائمة المخاطر التشغيلية بشكل دوري لمواكبة التغيرات في البيئة الداخلية والخارجية للمحطة.	5
	عالية	0.95	3.75	المتوسط العام لمرحلة تحديد المخاطر التشغيلية	

يتضح من الجدول (٦) أن مستوى تطبيق مرحلة تحديد المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض جاء بدرجة عالية، حيث بلغ المتوسط الحسابي العام لهذا البعد (٣,٧٥ من ٥) بانحراف معياري (٠,٩٥)، وقد جاءت العبارة "يتم الاستفادة من بيانات وسجلات الحوادث والأعطال السابقة في تحديد المخاطر التشغيلية المحتملة" في المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (٤,١٢) وانحراف معياري (٠,٨٣) وبدرجة موافقة عالية، مما يشير إلى أن محطات التحلية تولي اهتماماً كبيراً للتعلم من الخبرات السابقة واستخدامها في تحديد المخاطر المحتملة.

بينما جاءت العبارة "يتم تحديث قائمة المخاطر التشغيلية بشكل دوري لمواكبة التغيرات في البيئة الداخلية والخارجية للمحطة" في المرتبة الأخيرة بمتوسط حسابي (٣,٤٣) وانحراف معياري (١,٠٥) وبدرجة موافقة عالية، مما يشير إلى وجود تحديث دوري لقائمة المخاطر، ولكن قد يكون هناك حاجة لتعزيز هذه الممارسة لضمان مواكبة التغيرات المستمرة في البيئة الداخلية والخارجية، وتتفق هذه النتائج مع ما كشفت عنه المقابلات مع المسؤولين، حيث أشار ١٢ من أصل ١٤ مسؤولاً إلى أن محطات التحلية لديها آليات منهجية لتحديد المخاطر التشغيلية، وأن هذه الآليات تعتمد بشكل كبير على تحليل سجلات الحوادث والأعطال السابقة. كما أشار أحد المسؤولين إلى أن "هناك اجتماعات دورية تعقد بمشاركة ممثلين من مختلف الإدارات لتحديد المخاطر المحتملة، وتتم الاستعانة بخبرات العاملين وسجلات الحوادث السابقة في هذه العملية".

(ب) مستوى تطبيق مرحلة تقييم المخاطر التشغيلية

جدول ٧: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمستوى تطبيق مرحلة تقييم المخاطر التشغيلية

الترتيب	درجة الموافقة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	العبارة	م
3	عالية	1.03	3.58	توجد معايير واضحة ومحددة لتقييم احتمالية حدوث المخاطر التشغيلية وحجم تأثيرها.	1
1	عالية	0.91	3.87	يتم استخدام مصفوفة المخاطر (Risk Matrix) لتصنيف المخاطر التشغيلية حسب مستواها.	2
2	عالية	1.05	3.61	تعتمد المحطة على بيانات كمية ونوعية في تقييم المخاطر التشغيلية.	3
4	عالية	0.98	3.52	يتم تقييم الضوابط والإجراءات الحالية للتحكم في المخاطر التشغيلية وتحديد مدى فعاليتها.	4
5	متوسطة	1.12	3.39	يتم تحديد مستوى قبول المخاطر (Risk Appetite) بشكل واضح ومعتمد من الإدارة العليا.	5
	عالية	1.02	3.59	المتوسط العام لمرحلة تقييم المخاطر التشغيلية	

يتضح من الجدول (٧) أن مستوى تطبيق مرحلة تقييم المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض جاء بدرجة عالية، حيث بلغ المتوسط الحسابي العام لهذا البعد (٣,٥٩ من ٥) بانحراف معياري (١,٠٢)، وقد جاءت العبارة "يتم استخدام مصفوفة المخاطر (Risk Matrix) لتصنيف المخاطر التشغيلية حسب مستواها" في المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (٣,٨٧) وانحراف معياري (٠,٩١) وبدرجة موافقة عالية، مما يشير إلى أن محطات التحلية تستخدم أدوات منهجية في تقييم المخاطر التشغيلية.

بينما جاءت العبارة "يتم تحديد مستوى قبول المخاطر (Risk Appetite) بشكل واضح ومعتمد من الإدارة العليا" في المرتبة الأخيرة بمتوسط حسابي (٣,٣٩) وانحراف معياري (١,١٢) وبدرجة موافقة متوسطة، مما يشير إلى وجود فجوة في تحديد مستوى قبول المخاطر بشكل واضح ومعتمد من الإدارة العليا، وقد أكدت المقابلات هذه النتائج، حيث أشار المسؤولون إلى استخدام مصفوفة المخاطر كأداة أساسية في تقييم المخاطر التشغيلية، كما أشار أحد المسؤولين إلى أن "هناك تحدياً في تحديد مستوى قبول المخاطر بشكل دقيق وواضح، نظراً لاختلاف وجهات النظر بين الإدارات المختلفة حول ما يمكن قبوله من مخاطر".

ج) مستوى تطبيق مرحلة معالجة المخاطر التشغيلية

جدول ٨: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمستوى تطبيق مرحلة معالجة المخاطر التشغيلية

الترتيب	درجة الموافقة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	العبارة	م
2	عالية	0.93	3.76	يتم تحديد استراتيجيات مناسبة للتعامل مع المخاطر التشغيلية (تجنب، تقليل، نقل، قبول).	1

3	عالية	0.95	3.68	توضع خطط عمل تفصيلية لمعالجة المخاطر التشغيلية ذات الأولوية العالية.	2
5	متوسطة	1.08	3.32	يتم تخصيص الموارد اللازمة (بشرية، مالية، تقنية) لتنفيذ خطط معالجة المخاطر التشغيلية.	3
4	عالية	0.97	3.57	تحدد المسؤوليات والصلاحيات بوضوح فيما يتعلق بتنفيذ إجراءات معالجة المخاطر.	4
1	عالية	0.88	3.89	توجد خطط طوارئ وإجراءات بديلة للتعامل مع المخاطر التشغيلية في حال وقوعها.	5
	عالية	0.97	3.64	المتوسط العام لمرحلة معالجة المخاطر التشغيلية	

يتضح من الجدول (٨) أن مستوى تطبيق مرحلة معالجة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض جاء بدرجة عالية، حيث بلغ المتوسط الحسابي العام لهذا البعد (٣,٦٤ من ٥) بانحراف معياري (٠,٩٧)، وقد جاءت العبارة "توجد خطط طوارئ وإجراءات بديلة للتعامل مع المخاطر التشغيلية في حال وقوعها" في المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (٣,٨٩) وانحراف معياري (٠,٨٨) وبدرجة موافقة عالية، مما يشير إلى أن محطات التحلية تولي اهتماماً كبيراً لوضع خطط طوارئ للتعامل مع المخاطر التشغيلية في حال وقوعها.

بينما جاءت العبارة "يتم تخصيص الموارد اللازمة (بشرية، مالية، تقنية) لتنفيذ خطط معالجة المخاطر التشغيلية" في المرتبة الأخيرة بمتوسط حسابي (٣,٣٢) وانحراف معياري (١,٠٨) وبدرجة موافقة متوسطة، مما يشير إلى وجود فجوة في تخصيص الموارد اللازمة لتنفيذ خطط معالجة المخاطر، وقد أكدت المقابلات هذه النتائج، حيث أشار المسؤولون إلى وجود استراتيجيات واضحة للتعامل مع المخاطر التشغيلية وخطط طوارئ للتعامل معها في حال وقوعها. كما أشار أحد المسؤولين إلى أن "هناك محدودية في الموارد المخصصة لتنفيذ خطط معالجة المخاطر، خاصة فيما يتعلق بالموارد المالية، مما يؤثر على فعالية هذه الخطط".

د) مستوى تطبيق مرحلة المراقبة والمراجعة

جدول ٩: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمستوى تطبيق مرحلة المراقبة والمراجعة

الترتيب	درجة الموافقة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	العبارة	م
2	عالية	1.01	3.47	يتم متابعة تنفيذ خطط معالجة المخاطر التشغيلية بشكل دوري ومنتظم.	1
4	متوسطة	1.09	3.28	توجد مؤشرات أداء رئيسية (KPIs) لقياس فعالية إدارة المخاطر التشغيلية.	2
3	عالية	1.04	3.41	يتم إعداد تقارير دورية عن حالة المخاطر التشغيلية ونتائج إجراءات المعالجة.	3

5	متوسطة	1.12	3.23	تُجرى مراجعة دورية لنظام إدارة المخاطر التشغيلية لتحديد فرص التحسين.	4
1	عالية	0.94	3.82	يتم الاستفادة من الدروس المستفادة من الحوادث والأحداث السابقة في تطوير نظام إدارة المخاطر التشغيلية.	5
	عالية	1.04	3.44	المتوسط العام لمرحلة المراقبة والمراجعة	

يتضح من الجدول (٩) أن مستوى تطبيق مرحلة المراقبة والمراجعة في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض جاء بدرجة عالية، حيث بلغ المتوسط الحسابي العام لهذا البعد (٣,٤٤ من ٥) بانحراف معياري (١,٠٤)، وقد جاءت العبارة "يتم الاستفادة من الدروس المستفادة من الحوادث والأحداث السابقة في تطوير نظام إدارة المخاطر التشغيلية" في المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (٣,٨٢) وانحراف معياري (٠,٩٤) وبدرجة موافقة عالية، مما يشير إلى أن محطات التحلية تولي اهتماماً كبيراً للتعلم من التجارب السابقة وتوظيفها في تطوير نظام إدارة المخاطر.

بينما جاءت العبارة "تُجرى مراجعة دورية لنظام إدارة المخاطر التشغيلية لتحديد فرص التحسين" في المرتبة الأخيرة بمتوسط حسابي (٣,٢٣) وانحراف معياري (١,١٢) وبدرجة موافقة متوسطة، مما يشير إلى وجود فجوة في إجراء مراجعات دورية شاملة لنظام إدارة المخاطر، وقد أكدت المقابلات هذه النتائج، حيث أشار المسؤولون إلى الاهتمام بالاستفادة من الدروس المستفادة من الحوادث السابقة في تطوير نظام إدارة المخاطر، كما أشار أحد المسؤولين إلى أن "المراجعة الدورية لنظام إدارة المخاطر تتم بشكل غير منتظم، وغالباً ما تكون مدفوعة بوقوع حوادث كبيرة أو تغييرات تنظيمية، وليس كجزء من عملية تحسين مستمرة".

هـ) المستوى العام لتطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية

جدول ١٠: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للمستوى العام لتطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية

الترتيب	درجة الموافقة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	البعد
1	عالية	0.95	3.75	مرحلة تحديد المخاطر التشغيلية
3	عالية	1.02	3.59	مرحلة تقييم المخاطر التشغيلية
2	عالية	0.97	3.64	مرحلة معالجة المخاطر التشغيلية
4	عالية	1.04	3.44	مرحلة المراقبة والمراجعة
	عالية	1.00	3.61	المتوسط العام لمراحل إدارة المخاطر التشغيلية

يتضح من الجدول (١٠) أن المستوى العام لتطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض جاء بدرجة عالية، حيث بلغ المتوسط الحسابي العام (٣,٦١ من ٥) بانحراف معياري (١,٠٠)، وقد جاءت مرحلة تحديد المخاطر التشغيلية في المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (٣,٧٥)

وانحراف معياري (٠,٩٥) وبدرجة موافقة عالية، تليها مرحلة معالجة المخاطر التشغيلية في المرتبة الثانية بمتوسط حسابي (٣,٦٤) وانحراف معياري (٠,٩٧) وبدرجة موافقة عالية، ثم مرحلة تقييم المخاطر التشغيلية في المرتبة الثالثة بمتوسط حسابي (٣,٥٩) وانحراف معياري (١,٠٢) وبدرجة موافقة عالية، وأخيراً مرحلة المراقبة والمراجعة في المرتبة الرابعة بمتوسط حسابي (٣,٤٤) وانحراف معياري (١,٠٤) وبدرجة موافقة عالية، وتشير هذه النتائج إلى أن محطات تحليلية المياه تطبق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية بمستوى عالٍ، مع وجود تفاوت بين هذه المراحل، حيث تحظى مرحلة تحديد المخاطر باهتمام أكبر، بينما تحتاج مرحلة المراقبة والمراجعة إلى مزيد من الاهتمام والتطوير، وقد أكدت المقابلات هذه النتائج، حيث أشار المسؤولون إلى أن مرحلة تحديد المخاطر هي الأكثر تطبيقاً في محطات التحلية، نظراً لأهميتها كخطوة أولى في عملية إدارة المخاطر، بينما تحتاج مرحلة المراقبة والمراجعة إلى مزيد من الاهتمام، خاصة فيما يتعلق بتطوير مؤشرات أداء واضحة وإجراء مراجعات دورية شاملة لنظام إدارة المخاطر.

السؤال الثاني: ما مستوى كفاءة محطات تحليلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض؟

للإجابة على هذا السؤال، تم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لاستجابات أفراد العينة على عبارات محور "مستوى كفاءة محطات تحليلية المياه" بأبعاده الخمسة: الكفاءة التشغيلية، كفاءة استخدام الموارد، كفاءة التكلفة، كفاءة الجودة، الكفاءة البيئية، وكانت النتائج كما يلي:-

أ) مستوى الكفاءة التشغيلية

جدول ١١: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمستوى الكفاءة التشغيلية

الترتيب	درجة الموافقة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	العبارات	م
2	عالية	0.91	3.86	تحقق المحطة معدلات إنتاج تتوافق مع طاقتها التصميمية.	1
1	عالية	0.87	3.94	تتمتع المحطة بمعدل توافر (Availability) مرتفع.	2
3	عالية	0.99	3.68	تنخفض معدلات التوقف غير المخطط في المحطة.	3
	عالية	0.92	3.83	المتوسط العام للكفاءة التشغيلية	

يتضح من الجدول (١١) أن مستوى الكفاءة التشغيلية في محطات تحليلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض جاء بدرجة عالية، حيث بلغ المتوسط الحسابي العام لهذا البعد (٣,٨٣ من ٥) بانحراف معياري (٠,٩٢)، وقد جاءت العبارة "تتمتع المحطة بمعدل توافر (Availability) مرتفع" في المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (٣,٩٤) وانحراف معياري (٠,٨٧) وبدرجة موافقة عالية، مما يشير إلى أن محطات التحلية تتمتع بمعدل توافر مرتفع يضمن استمرارية الإنتاج.

بينما جاءت العبارة "تنخفض معدلات التوقف غير المخطط في المحطة" في المرتبة الأخيرة بمتوسط حسابي (٣,٦٨) وانحراف معياري (٠,٩٩) وبدرجة موافقة عالية، مما يشير إلى أن معدلات التوقف غير المخطط منخفضة، ولكنها قد تحتاج إلى مزيد من التحسين ، وقد أكدت المقابلات هذه النتائج، حيث أشار المسؤولون إلى أن محطات التحلية تحقق معدلات إنتاج جيدة وتتمتع بمعدل توافر مرتفع ، كما أشار أحد المسؤولين إلى أن "هناك تحسن ملحوظ في معدلات التوقف غير المخطط خلال السنوات الأخيرة ، ولكن لا تزال هناك حاجة لمزيد من التحسين ، خاصة في فترات الذروة وخلال أشهر الصيف".

ب) مستوى كفاءة استخدام الموارد

جدول ١٢: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمستوى كفاءة استخدام الموارد

الترتيب	درجة الموافقة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	العبارة	م
3	عالية	1.03	3.57	يتم ترشيد استهلاك الطاقة في عمليات التحلية.	1
2	عالية	0.96	3.71	تستخدم المواد الكيميائية في المحطة بكفاءة عالية.	2
1	عالية	0.95	3.75	تتمتع المحطة بمعدل استرداد مياه (Water Recovery Rate) مرتفع.	3
	عالية	0.98	3.68	المتوسط العام لكفاءة استخدام الموارد	

يتضح من الجدول (١٢) أن مستوى كفاءة استخدام الموارد في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض جاء بدرجة عالية، حيث بلغ المتوسط الحسابي العام لهذا البعد (٣,٦٨ من ٥) بانحراف معياري (٠,٩٨) ، وقد جاءت العبارة "تتمتع المحطة بمعدل استرداد مياه (Water Recovery Rate) مرتفع" في المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (٣,٧٥) وانحراف معياري (٠,٩٥) وبدرجة موافقة عالية، مما يشير إلى أن محطات التحلية تحقق معدلات استرداد مياه جيدة.

بينما جاءت العبارة "يتم ترشيد استهلاك الطاقة في عمليات التحلية" في المرتبة الأخيرة بمتوسط حسابي (٣,٥٧) وانحراف معياري (١,٠٣) وبدرجة موافقة عالية، مما يشير إلى وجود جهود لترشيد استهلاك الطاقة، ولكنها قد تحتاج إلى مزيد من التطوير.

وقد أكدت المقابلات هذه النتائج، حيث أشار المسؤولون إلى الاهتمام بتحسين معدل استرداد المياه واستخدام المواد الكيميائية بكفاءة ، كما أشار أحد المسؤولين إلى أن "ترشيد استهلاك الطاقة يمثل تحدياً كبيراً في محطات التحلية، خاصة في ظل ارتفاع أسعار الطاقة وقدم بعض المعدات ، ولكن هناك جهود مستمرة لتحسين كفاءة الطاقة من خلال تطبيق تقنيات حديثة واستبدال المعدات القديمة".

ج) مستوى كفاءة التكلفة

جدول ١٣: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمستوى كفاءة التكلفة

الترتيب	درجة الموافقة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	العبارة	م
3	متوسطة	1.07	3.36	تنخفض تكلفة إنتاج المتر المكعب من المياه المحلاة في المحطة.	1
2	عالية	1.04	3.48	تنخفض تكاليف الصيانة التصحيحية مقارنة بتكاليف الصيانة الوقائية.	2
1	عالية	1.02	3.52	تنخفض الخسائر المالية الناتجة عن الأعطال والتوقفات غير المخططة.	3
	عالية	1.04	3.45	المتوسط العام لكفاءة التكلفة	

يتضح من الجدول (١٣) أن مستوى كفاءة التكلفة في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض جاء بدرجة عالية، حيث بلغ المتوسط الحسابي العام لهذا البعد (٣,٤٥ من ٥) بانحراف معياري (١,٠٤)، وقد جاءت العبارة "تنخفض الخسائر المالية الناتجة عن الأعطال والتوقفات غير المخططة" في المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (٣,٥٢) وانحراف معياري (١,٠٢) وبدرجة موافقة عالية، مما يشير إلى نجاح محطات التحلية في تقليل الخسائر المالية الناتجة عن الأعطال والتوقفات غير المخططة.

بينما جاءت العبارة "تنخفض تكلفة إنتاج المتر المكعب من المياه المحلاة في المحطة" في المرتبة الأخيرة بمتوسط حسابي (٣,٣٦) وانحراف معياري (١,٠٧) وبدرجة موافقة متوسطة، مما يشير إلى أن تكلفة إنتاج المياه المحلاة لا تزال مرتفعة نسبياً.

وقد أكدت المقابلات هذه النتائج، حيث أشار المسؤولون إلى التحديات المتعلقة بتكلفة إنتاج المياه المحلاة، خاصة في ظل ارتفاع أسعار الطاقة والمواد الكيميائية، كما أشار أحد المسؤولين إلى أن "هناك جهود مستمرة لتقليل تكلفة الإنتاج من خلال تحسين كفاءة العمليات وترشيد استهلاك الموارد، ولكن التحدي الأكبر يكمن في ارتفاع تكاليف الطاقة التي تمثل النسبة الأكبر من تكلفة الإنتاج".

د) مستوى كفاءة الجودة

جدول ١٤: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمستوى كفاءة الجودة

الترتيب	درجة الموافقة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	العبارة	م
1	عالية جداً	0.79	4.21	تلي المياه المنتجة المعايير والمواصفات المعتمدة بشكل مستمر.	1

2	تتميز المياه المنتجة باستقرار خصائصها (درجة الحموضة، التوصيلية الكهربائية، المواد الصلبة الذائبة).	4.09	0.83	عالية	2
3	ينخفض عدد حالات عدم المطابقة في جودة المياه المنتجة.	4.05	0.85	عالية	3
	المتوسط العام لكفاءة الجودة	4.12	0.83	عالية	

يتضح من الجدول (١٤) أن مستوى كفاءة الجودة في محطات تحليلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض جاء بدرجة عالية، حيث بلغ المتوسط الحسابي العام لهذا البعد (٤,١٢ من ٥) بانحراف معياري (٠,٨٣)، وقد جاءت العبارة "تلي المياه المنتجة المعايير والمواصفات المعتمدة بشكل مستمر" في المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (٤,٢١) وانحراف معياري (٠,٧٩) وبدرجة موافقة عالية جداً، مما يشير إلى التزام محطات التحلية بإنتاج مياه تلي المعايير والمواصفات المعتمدة.

بينما جاءت العبارة "ينخفض عدد حالات عدم المطابقة في جودة المياه المنتجة" في المرتبة الأخيرة بمتوسط حسابي (٤,٠٥) وانحراف معياري (٠,٨٥) وبدرجة موافقة عالية، مما يشير إلى انخفاض حالات عدم المطابقة في جودة المياه المنتجة، وقد أكدت المقابلات هذه النتائج، حيث أشار المسؤولون إلى الاهتمام الكبير بجودة المياه المنتجة والالتزام بالمعايير والمواصفات المعتمدة، كما أشار أحد المسؤولين إلى أن "جودة المياه المنتجة تعتبر من أهم أولويات محطات التحلية، وهناك نظام صارم لمراقبة الجودة والاختبارات المخبرية للتأكد من مطابقة المياه للمواصفات المعتمدة".

هـ) مستوى الكفاءة البيئية

جدول ١٥: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمستوى الكفاءة البيئية

الترتيب	درجة الموافقة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	العبارة	م
3	متوسطة	1.08	3.27	تنخفض البصمة الكربونية لإنتاج المتر المكعب من المياه في المحطة.	1
2	عالية	1.04	3.52	يتم التعامل مع المحلول الملحي (Brine) بطرق صديقة للبيئة.	2
1	عالية	0.89	3.91	تلتزم المحطة بالمعايير والاشتراطات البيئية المعتمدة.	3
	عالية	1.01	3.57	المتوسط العام للكفاءة البيئية	

يتضح من الجدول (١٥) أن مستوى الكفاءة البيئية في محطات تحليلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض جاء بدرجة عالية، حيث بلغ المتوسط الحسابي العام لهذا البعد (٣,٥٧ من ٥) بانحراف معياري (١,٠١).

وقد جاءت العبارة "تلتزم المحطة بالمعايير والاشتراطات البيئية المعتمدة" في المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (٣,٩١) وانحراف معياري (٠,٨٩) وبدرجة موافقة عالية، مما يشير إلى التزام محطات التحلية بالمعايير والاشتراطات البيئية المعتمدة.

بينما جاءت العبارة "تنخفض البصمة الكربونية لإنتاج المتر المكعب من المياه في المحطة" في المرتبة الأخيرة بمتوسط حسابي (٣,٢٧) وانحراف معياري (١,٠٨) وبدرجة موافقة متوسطة، مما يشير إلى أن البصمة الكربونية لإنتاج المياه لا تزال مرتفعة نسبياً، وقد أكدت المقابلات هذه النتائج، حيث أشار المسؤولون إلى الالتزام بالمعايير والاشتراطات البيئية والجهود المبذولة للتعامل مع المحلول الملحي بطرق صديقة للبيئة، كما أشار أحد المسؤولين إلى أن "خفض البصمة الكربونية يمثل تحدياً كبيراً في ظل اعتماد محطات التحلية على مصادر الطاقة التقليدية، ولكن هناك خطط لزيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة في المستقبل".

و. المستوى العام لكفاءة محطات تحلية المياه

جدول ١٦: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية للمستوى العام لكفاءة محطات تحلية المياه

الترتيب	درجة الموافقة	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	البعد
2	عالية	0.92	3.83	الكفاءة التشغيلية
3	عالية	0.98	3.68	كفاءة استخدام الموارد
4	عالية	1.04	3.45	كفاءة التكلفة
1	عالية	0.83	4.12	كفاءة الجودة
5	عالية	1.01	3.57	الكفاءة البيئية
	عالية	0.96	3.73	المتوسط العام لكفاءة محطات تحلية المياه

يتضح من الجدول (١٦) أن المستوى العام لكفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض جاء بدرجة عالية، حيث بلغ المتوسط الحسابي العام (٣,٧٣ من ٥) بانحراف معياري (٠,٩٦).

وقد جاءت كفاءة الجودة في المرتبة الأولى بمتوسط حسابي (٤,١٢) وانحراف معياري (٠,٨٣) وبدرجة موافقة عالية، تليها الكفاءة التشغيلية في المرتبة الثانية بمتوسط حسابي (٣,٨٣) وانحراف معياري (٠,٩٢) وبدرجة موافقة عالية، ثم كفاءة استخدام الموارد في المرتبة الثالثة بمتوسط حسابي (٣,٦٨) وانحراف معياري (٠,٩٨) وبدرجة موافقة عالية، ثم كفاءة التكلفة في المرتبة الرابعة بمتوسط حسابي (٣,٤٥) وانحراف معياري (١,٠٤) وبدرجة موافقة عالية، وأخيراً الكفاءة البيئية في المرتبة الخامسة بمتوسط حسابي (٣,٥٧) وانحراف معياري (١,٠١) وبدرجة موافقة عالية.

وتشير هذه النتائج إلى أن محطات تحلية المياه تتمتع بمستوى عالٍ من الكفاءة، مع تفاوت بين أبعاد هذه الكفاءة، حيث تحظى كفاءة الجودة بأعلى مستوى، بينما تحتاج كفاءة التكلفة والكفاءة البيئية إلى مزيد من الاهتمام والتطوير.

وقد أكدت المقابلات هذه النتائج، حيث أشار المسؤولون إلى تميز محطات التحلية في جودة المياه المنتجة وكفاءتها التشغيلية، كما أشاروا إلى التحديات المتعلقة بتكلفة الإنتاج والكفاءة البيئية، والجهود المبذولة للتغلب على هذه التحديات.

السؤال الثالث: ما أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض؟

للإجابة على هذا السؤال واختبار الفرضية الرئيسية للدراسة التي تنص على أنه "يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لتطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض"، تم استخدام تحليل الانحدار المتعدد، وكانت النتائج كما يلي:-

جدول ١٧: نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه

المتغير التابع	المتغير المستقل	معامل الانحدار (β)	الخطأ المعياري	قيمة (t)	مستوى الدلالة	معامل التحديد (R^2)	قيمة (F)	مستوى الدلالة
كفاءة محطات تحلية المياه	مرحلة تحديد المخاطر	0.298	0.072	4.142	0.000	0.681	96.27	0.000
	مرحلة تقييم المخاطر	0.215	0.079	2.736	0.007			
	مرحلة معالجة المخاطر	0.324	0.076	4.271	0.000			
	مرحلة المراقبة والمراجعة	0.173	0.081	2.144	0.033			

يتضح من الجدول (١٧) أن هناك أثراً ذا دلالة إحصائية لتطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية بمراحله الأربعة (تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، معالجة المخاطر، المراقبة والمراجعة) على كفاءة محطات تحلية المياه، حيث بلغت قيمة (F) (96.27) وهي دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (0.000) وهو أقل من (0.05).

كما يتضح أن المتغيرات المستقلة (مراحل إدارة المخاطر التشغيلية) تفسر (٦٨,١٪) من التباين في المتغير التابع (كفاءة محطات تحلية المياه)، حيث بلغت قيمة معامل التحديد (R^2) (0.681).

وبالنظر إلى قيم معاملات الانحدار (β) ومستويات الدلالة، يتضح أن جميع مراحل إدارة المخاطر التشغيلية لها أثر دال إحصائياً على كفاءة محطات تحلية المياه، حيث كانت جميع قيم مستوى الدلالة أقل من (0,05). وكان ترتيب هذه المراحل حسب قوة التأثير كما يلي:-

- ١- مرحلة معالجة المخاطر: معامل انحدار (0,324)
- ٢- مرحلة تحديد المخاطر: معامل انحدار (0,298)
- ٣- مرحلة تقييم المخاطر: معامل انحدار (0,215)
- ٤- مرحلة المراقبة والمراجعة: معامل انحدار (0,173)

وتشير هذه النتائج إلى أن مرحلة معالجة المخاطر هي الأكثر تأثيراً على كفاءة محطات تحلية المياه، تليها مرحلة تحديد المخاطر، ثم مرحلة تقييم المخاطر، وأخيراً مرحلة المراقبة والمراجعة.

وبناءً على هذه النتائج، يتم قبول الفرضية الرئيسية للدراسة التي تنص على أنه "يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لتطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض".

وقد أكدت المقابلات هذه النتائج، حيث أشار المسؤولون إلى أن تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية ساهم بشكل كبير في تحسين كفاءة محطات التحلية، خاصة في مجالات الكفاءة التشغيلية وكفاءة الجودة، كما أشار أحد المسؤولين إلى أن "معالجة المخاطر بشكل استباقي وفعال كان لها الأثر الأكبر في تحسين كفاءة المحطات، من خلال منع وقوع الحوادث والأعطال، وتقليل التوقفات غير المخططة، وضمان استمرارية الإنتاج بالكمية والجودة المطلوبة".

السؤال الرابع: هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في استجابات أفراد العينة حول مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه تعزى لمتغيرات (المؤهل العلمي، المسمى الوظيفي، سنوات الخبرة، الإدارة/القسم، المشاركة في دورات تدريبية)؟

للإجابة على هذا السؤال واختبار الفرضية الثانية للدراسة، تم استخدام اختبار تحليل التباين الأحادي (One Way ANOVA) للمتغيرات التي تتضمن أكثر من فئتين (المؤهل العلمي، المسمى الوظيفي، سنوات الخبرة، الإدارة/القسم)، واختبار (ت) للعينات المستقلة (Independent Samples T-Test) للمتغير الذي يتضمن فئتين (المشاركة في دورات تدريبية)، وفيما يلي عرض للنتائج:-

(١) الفروق حسب متغير المؤهل العلمي

جدول ١٨: نتائج اختبار تحليل التباين الأحادي للفروق في استجابات أفراد العينة حسب متغير المؤهل العلمي

مستوى الدلالة	قيمة (F)	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين	المتغير
0.009	3.467	1.456	4	5.824	بين المجموعات	مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية

	داخل المجموعات	76.013	181	0.420		
	المجموع	81.837	185			
مستوى كفاءة محطات تحلية المياه	بين المجموعات	4.219	4	1.055	2.349	0.056
	داخل المجموعات	81.232	181	0.449		
	المجموع	85.451	185			

يتضح من الجدول (١٨) وجود فروق ذات دلالة إحصائية في استجابات أفراد العينة حول مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية تعزى لمتغير المؤهل العلمي، حيث بلغت قيمة (F) (3.467) وهي دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٠٥) وهو أقل من (٠,٠٥).

بينما لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في استجابات أفراد العينة حول مستوى كفاءة محطات تحلية المياه تعزى لمتغير المؤهل العلمي، حيث بلغت قيمة (F) (2.349) وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٥٦) وهو أكبر من (٠,٠٥).

ولتحديد اتجاه الفروق في مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية حسب متغير المؤهل العلمي، تم استخدام اختبار شيفيه (Scheffe) للمقارنات البعدية، وكانت النتائج كما يلي :-

جدول ١٩: نتائج اختبار شيفيه للمقارنات البعدية للفروق في مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية حسب متغير المؤهل العلمي

مستوى الدلالة	الخطأ المعياري	الفرق بين المتوسطات (أ-ب)	المؤهل العلمي (ب)	المؤهل العلمي (أ)
0.042	0.172	0.495	ثانوية عامة	ماجستير
0.048	0.147	0.387	دبلوم	
0.947	0.136	0.105	بكالوريوس	
0.990	0.345	-0.185	دكتوراه	

يتضح من الجدول (١٩) أن الفروق في مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية كانت لصالح حملة الماجستير مقارنة بحملة الثانوية العامة والدبلوم، حيث كان الفرق بين المتوسطات دالاً إحصائياً عند مستوى دلالة أقل من (٠,٠٥). بينما لم تكن هناك فروق دالة إحصائية بين حملة الماجستير وحملة البكالوريوس والدكتوراه، وتشير هذه النتيجة إلى أن حملة الماجستير لديهم تقييم أعلى لمستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية مقارنة بحملة الثانوية العامة والدبلوم، وقد يعزى ذلك إلى المعرفة والخبرة الأكاديمية العميقة التي يكتسبونها خلال دراستهم العليا، مما يمكنهم من فهم وتقييم نظم إدارة المخاطر بشكل أفضل.

٢) الفروق حسب متغير المسمى الوظيفي

جدول ٢٠: نتائج اختبار تحليل التباين الأحادي للفروق في استجابات أفراد العينة حسب متغير المسمى الوظيفي

المتغير	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة (F)	مستوى الدلالة
مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية	بين المجموعات	8.754	5	1.751	4.298	0.001
	داخل المجموعات	73.083	180	0.406		
	المجموع	81.837	185			
مستوى كفاءة محطات تحلية المياه	بين المجموعات	7.526	5	1.505	3.452	0.005
	داخل المجموعات	77.925	180	0.433		
	المجموع	85.451	185			

يتضح من الجدول (٢٠) وجود فروق ذات دلالة إحصائية في استجابات أفراد العينة حول مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية ومستوى كفاءة محطات تحلية المياه تعزى لمتغير المسمى الوظيفي، حيث بلغت قيمة (F) (4.298) على التوالي، وهي دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٠٥) وهو أقل من (٠,٠٥)، ولتحديد اتجاه الفروق في مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية ومستوى كفاءة محطات تحلية المياه حسب متغير المسمى الوظيفي، تم استخدام اختبار شيفيه (Scheffe) للمقارنات البعدية، وكانت النتائج كما يلي:-

جدول ٢١: نتائج اختبار شيفيه للمقارنات البعدية للفروق في مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية ومستوى كفاءة محطات تحلية المياه حسب متغير المسمى الوظيفي

المتغير	المسمى الوظيفي (أ)	المسمى الوظيفي (ب)	الفرق بين المتوسطات (أ-ب)	الخطأ المعياري	مستوى الدلالة
مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية	مدير محطة	فني	0.547	0.224	0.024
		إداري	0.612	0.244	0.017
	مدير إدارة	فني	0.432	0.178	0.033
		إداري	0.497	0.203	0.027
مستوى كفاءة محطات تحلية المياه	مدير محطة	فني	0.584	0.232	0.018
		إداري	0.651	0.252	0.013

0.026	0.184	0.465	فني	مدير إدارة	
0.021	0.210	0.532	إداري		

يتضح من الجدول (٢١) أن الفروق في مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية ومستوى كفاءة محطات تحلية المياه كانت لصالح مديري المحطات ومديري الإدارات مقارنة بالفنيين والإداريين، حيث كان الفرق بين المتوسطات دالاً إحصائياً عند مستوى دلالة أقل من (٠,٠٥)، وتشير هذه النتيجة إلى أن مديري المحطات ومديري الإدارات لديهم تقييم أعلى لمستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية ومستوى كفاءة محطات التحلية مقارنة بالفنيين والإداريين، وقد يعزى ذلك إلى الرؤية الشاملة التي يمتلكها المديرون للعمليات والإجراءات في المحطات، وإلمامهم بالجوانب الاستراتيجية والتشغيلية، إضافة إلى مسؤوليتهم المباشرة عن تطبيق نظم إدارة المخاطر وتحسين كفاءة المحطات.

(٣) الفروق حسب متغير سنوات الخبرة في محطات تحلية المياه

جدول ٢٢: نتائج اختبار تحليل التباين الأحادي للفروق في استجابات أفراد العينة حسب متغير سنوات الخبرة في محطات تحلية المياه

مستوى الدلالة	قيمة (F)	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين	المتغير
0.029	2.765	1.178	4	4.713	بين المجموعات	مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية
		0.426	181	77.124	داخل المجموعات	
			185	81.837	المجموع	
0.026	2.822	1.257	4	5.028	بين المجموعات	مستوى كفاءة محطات تحلية المياه
		0.445	181	80.423	داخل المجموعات	
			185	85.451	المجموع	

يتضح من الجدول (٢٢) وجود فروق ذات دلالة إحصائية في استجابات أفراد العينة حول مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية ومستوى كفاءة محطات تحلية المياه تعزى لمتغير سنوات الخبرة في محطات تحلية المياه، حيث بلغت قيمة (2.765، 2.822) (F) على التوالي، وهي دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٢٦، ٠,٠٢٩) وهو أقل من (٠,٠٥)، ولتحديد اتجاه الفروق في مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية ومستوى كفاءة محطات تحلية المياه حسب متغير سنوات الخبرة، تم استخدام اختبار شيفيه (Scheffe) للمقارنات البعدية، وكانت النتائج كما يلي:-

جدول ٢٣: نتائج اختبار شيفيه للمقارنات البعدية للفروق في مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية ومستوى كفاءة محطات تحلية المياه حسب متغير سنوات الخبرة

مستوى الدلالة	الخطأ المعياري	الفرق بين المتوسطات (أ-ب)	سنوات الخبرة (ب)	سنوات الخبرة (أ)	المتغير
0.032	0.205	0.493	أقل من ٥ سنوات	٢٠ سنة فأكثر	مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية
0.038	0.162	0.387	أقل من ٥ سنوات	من ١٥ إلى أقل من ٢٠ سنة	
0.026	0.210	0.524	أقل من ٥ سنوات	٢٠ سنة فأكثر	مستوى كفاءة محطات تحلية المياه
0.033	0.165	0.412	أقل من ٥ سنوات	من ١٥ إلى أقل من ٢٠ سنة	

يتضح من الجدول (٢٣) أن الفروق في مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية ومستوى كفاءة محطات تحلية المياه كانت لصالح ذوي الخبرة (٢٠ سنة فأكثر) و(من ١٥ إلى أقل من ٢٠ سنة) مقارنة بذوي الخبرة (أقل من ٥ سنوات)، حيث كان الفرق بين المتوسطات دالاً إحصائياً عند مستوى دلالة أقل من (٠,٠٥)، وتشير هذه النتيجة إلى أن العاملين ذوي الخبرة الطويلة لديهم تقييم أعلى لمستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية ومستوى كفاءة محطات التحلية مقارنة بالعاملين حديثي الخبرة، وقد يعزى ذلك إلى المعرفة العميقة والخبرة المتراكمة التي يكتسبها العاملون خلال سنوات عملهم الطويلة، مما يمكنهم من فهم وتقييم نظم إدارة المخاطر وكفاءة المحطات بشكل أفضل.

٤) الفروق حسب متغير الإدارة/القسم

جدول ٢٤: نتائج اختبار تحليل التباين الأحادي للفروق في استجابات أفراد العينة حسب متغير الإدارة/القسم

مستوى الدلالة	قيمة (F)	متوسط المربعات	درجات الحرية	مجموع المربعات	مصدر التباين	المتغير
0.208	1.449	0.635	5	3.175	بين المجموعات	مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية
		0.437	180	78.662	داخل المجموعات	
			185	81.837	المجموع	
0.293	1.237	0.568	5	2.842	بين المجموعات	مستوى كفاءة محطات تحلية المياه
		0.459	180	82.609	داخل المجموعات	
			185	85.451	المجموع	

يتضح من الجدول (٢٤) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في استجابات أفراد العينة حول مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية ومستوى كفاءة محطات تحلية المياه تعزى لمتغير الإدارة/القسم، حيث بلغت قيمة (F) (1.237، 1.449) على التوالي، وهي غير دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٢٠٨، ٠,٢٩٣) وهو أكبر من (٠,٠٥)، وتشير هذه النتيجة إلى تقارب وجهات نظر العاملين في مختلف الإدارات والأقسام حول مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية ومستوى كفاءة محطات التحلية، وقد يعزى ذلك إلى تكامل العمل بين الإدارات المختلفة والتنسيق المستمر بينها، مما يجعل العاملين في مختلف الإدارات على اطلاع جيد بمستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر وكفاءة المحطات.

٥) الفروق حسب متغير المشاركة في دورات تدريبية في مجال إدارة المخاطر التشغيلية

جدول ٢٥: نتائج اختبار (ت) للفروق في استجابات أفراد العينة حسب متغير المشاركة في دورات تدريبية في مجال إدارة المخاطر التشغيلية

المتغير	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحرية	مستوى الدلالة
مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية	نعم	103	3.75	0.68	184	0.000
	لا	83	3.43	0.58		
مستوى كفاءة محطات تحلية المياه	نعم	103	3.85	0.72	184	0.007
	لا	83	3.57	0.65		

يتضح من الجدول (٢٥) وجود فروق ذات دلالة إحصائية في استجابات أفراد العينة حول مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية ومستوى كفاءة محطات تحلية المياه تعزى لمتغير المشاركة في دورات تدريبية في مجال إدارة المخاطر التشغيلية، حيث بلغت قيمة (ت) (٣,٦٤٢، ٢,٧٥٣) على التوالي، وهي دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٠٠)، وهو أقل من (٠,٠٥)، وكانت هذه الفروق لصالح الذين شاركوا في دورات تدريبية في مجال إدارة المخاطر التشغيلية، حيث كانت متوسطاتهم الحسابية أعلى، وتشير هذه النتيجة إلى أهمية التدريب في مجال إدارة المخاطر التشغيلية في تعزيز الوعي بهذا المفهوم وتحسين مستوى تطبيقه، مما ينعكس إيجاباً على كفاءة محطات التحلية.

السؤال الخامس: ما أثر تطبيق كل مرحلة من مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على كل بعد من أبعاد كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض؟

للإجابة على هذا السؤال واختبار الفرضية الثالثة للدراسة، تم استخدام تحليل الانحدار المتعدد لقياس أثر كل مرحلة من مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على كل بعد من أبعاد كفاءة محطات تحلية المياه، وكانت النتائج كما يلي:-

١) أثر مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على الكفاءة التشغيلية

جدول ٢٦: نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على الكفاءة التشغيلية

المتغير التابع	المتغير المستقل	معامل الانحدار (β)	الخطأ المعياري	قيمة (t)	مستوى الدلالة	معامل التحديد (R^2)	قيمة (F)	مستوى الدلالة
الكفاءة التشغيلية	مرحلة تحديد المخاطر	0.312	0.080	3.883	0.000	0.724	118.23	0.000
	مرحلة تقييم المخاطر	0.187	0.087	2.139	0.034			
	مرحلة معالجة المخاطر	0.365	0.084	4.335	0.000			
	مرحلة المراقبة والمراجعة	0.195	0.089	2.180	0.030			

يتضح من الجدول (٢٦) أن هناك أثراً ذا دلالة إحصائية لمراحل إدارة المخاطر التشغيلية الأربعة على الكفاءة التشغيلية، حيث بلغت قيمة (F) (118.23) وهي دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٠٠) وهو أقل من (٠,٠٥)، كما يتضح أن مراحل إدارة المخاطر التشغيلية تفسر (٧٢,٤٪) من التباين في الكفاءة التشغيلية، حيث بلغت قيمة معامل التحديد (R^2) (0.724)

وبالنظر إلى قيم معاملات الانحدار (β) ومستويات الدلالة، يتضح أن جميع مراحل إدارة المخاطر التشغيلية لها أثر دال إحصائياً على الكفاءة التشغيلية، حيث كانت جميع قيم مستوى الدلالة أقل من (٠,٠٥). وكان ترتيب هذه المراحل حسب قوة التأثير كما يلي:-

- ١- مرحلة معالجة المخاطر: معامل انحدار (٠,٣٦٥)
- ٢- مرحلة تحديد المخاطر: معامل انحدار (٠,٣١٢)
- ٣- مرحلة المراقبة والمراجعة: معامل انحدار (٠,١٩٥)
- ٤- مرحلة تقييم المخاطر: معامل انحدار (٠,١٨٧)

(٢) أثر مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة استخدام الموارد

جدول ٢٧: نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة استخدام الموارد

المتغير التابع	المتغير المستقل	معامل الانحدار (β)	الخطأ المعياري	قيمة (t)	مستوى الدلالة	معامل التحديد (R^2)	قيمة (F)	مستوى الدلالة
كفاءة استخدام الموارد	مرحلة تحديد المخاطر	0.275	0.086	3.207	0.002	0.657	87.01	0.000
	مرحلة تقييم المخاطر	0.238	0.093	2.546	0.012			
	مرحلة معالجة المخاطر	0.304	0.090	3.373	0.001			
	مرحلة المراقبة والمراجعة	0.142	0.096	1.483	0.140			

يتضح من الجدول (٢٧) أن هناك أثراً ذا دلالة إحصائية لمراحل إدارة المخاطر التشغيلية الأربعة على كفاءة استخدام الموارد، حيث بلغت قيمة (F) (87.01) وهي دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٠٠) وهو أقل من (٠,٠٥)، كما يتضح أن مراحل إدارة المخاطر التشغيلية تفسر (٦٥,٧٪) من التباين في كفاءة استخدام الموارد، حيث بلغت قيمة معامل التحديد (0.657) (R^2)

وبالنظر إلى قيم معاملات الانحدار (β) ومستويات الدلالة، يتضح أن ثلاثة من مراحل إدارة المخاطر التشغيلية (تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، معالجة المخاطر) لها أثر دال إحصائياً على كفاءة استخدام الموارد، حيث كانت قيم مستوى الدلالة لها أقل من (٠,٠٥). بينما لم يكن لمرحلة المراقبة والمراجعة أثر دال إحصائياً، حيث بلغت قيمة مستوى الدلالة (٠,١٤٠) وهو أكبر من (٠,٠٥). وكان ترتيب المراحل الثلاثة ذات الأثر الدال إحصائياً حسب قوة التأثير كما يلي :-

- ١- مرحلة معالجة المخاطر: معامل انحدار (٠,٣٠٤)
- ٢- مرحلة تحديد المخاطر: معامل انحدار (٠,٢٧٥)
- ٣- مرحلة تقييم المخاطر: معامل انحدار (٠,٢٣٨)

(٣) أثر مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة التكلفة

جدول ٢٨: نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة التكلفة

المتغير التابع	المتغير المستقل	معامل الانحدار (β)	الخطأ المعياري	قيمة (t)	مستوى الدلالة	معامل التحديد (R^2)	قيمة (F)	مستوى الدلالة
كفاءة التكلفة	مرحلة تحديد المخاطر	0.193	0.095	2.037	0.043	0.598	67.35	0.000
	مرحلة تقييم المخاطر	0.254	0.103	2.471	0.014			
	مرحلة معالجة المخاطر	0.342	0.100	3.429	0.001			
	مرحلة المراقبة والمراجعة	0.119	0.106	1.125	0.262			

يتضح من الجدول (٢٨) أن هناك أثراً ذا دلالة إحصائية لمراحل إدارة المخاطر التشغيلية الأربعة على كفاءة التكلفة، حيث بلغت قيمة (F) (67.35) وهي دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٠٠) وهو أقل من (٠,٠٥)، كما يتضح أن مراحل إدارة المخاطر التشغيلية تفسر (٥٩,٨٪) من التباين في كفاءة التكلفة، حيث بلغت قيمة معامل التحديد (R^2) (0.598)، وبالنظر إلى قيم معاملات الانحدار (β) ومستويات الدلالة، يتضح أن ثلاثة من مراحل إدارة المخاطر التشغيلية (تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، معالجة المخاطر) لها أثر دال إحصائياً على كفاءة التكلفة، حيث كانت قيم مستوى الدلالة لها أقل من (٠,٠٥)، بينما لم يكن لمرحلة المراقبة والمراجعة أثر دال إحصائياً، حيث بلغت قيمة مستوى الدلالة (٠,٢٦٢) وهو أكبر من (٠,٠٥). وكان ترتيب المراحل الثلاثة ذات الأثر الدال إحصائياً حسب قوة التأثير كما يلي:

١- مرحلة معالجة المخاطر: معامل انحدار (٠,٣٤٢)

٢- مرحلة تقييم المخاطر: معامل انحدار (٠,٢٥٤)

٣- مرحلة تحديد المخاطر: معامل انحدار (٠,١٩٣)

٤) أثر مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة الجودة

جدول ٢٩: نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة الجودة

المتغير التابع	المتغير المستقل	معامل الانحدار (β)	الخطأ المعياري	قيمة (t)	مستوى الدلالة	معامل التحديد (R^2)	قيمة (F)	مستوى الدلالة
----------------	-----------------	----------------------------	----------------	----------	---------------	-------------------------	----------	---------------

كفاءة الجودة	مرحلة تحديد المخاطر	0.358	0.073	4.892	0.000	0.745	130.78	0.000
	مرحلة تقييم المخاطر	0.167	0.080	2.097	0.037			
	مرحلة معالجة المخاطر	0.287	0.077	3.725	0.000			
	مرحلة المراقبة والمراجعة	0.205	0.082	2.508	0.013			

يتضح من الجدول (٢٩) أن هناك أثراً ذا دلالة إحصائية لمراحل إدارة المخاطر التشغيلية الأربعة على كفاءة الجودة، حيث بلغت قيمة (F) (130.78) وهي دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٠٠) وهو أقل من (٠,٠٥)، كما يتضح أن مراحل إدارة المخاطر التشغيلية تفسر (٧٤,٥٪) من التباين في كفاءة الجودة، حيث بلغت قيمة معامل التحديد (R^2) (0.745)، وبالنظر إلى قيم معاملات الانحدار (β) ومستويات الدلالة، يتضح أن جميع مراحل إدارة المخاطر التشغيلية لها أثر دال إحصائياً على كفاءة الجودة، حيث كانت جميع قيم مستوى الدلالة أقل من (٠,٠٥). وكان ترتيب هذه المراحل حسب قوة التأثير كما يلي:-

- ١- مرحلة تحديد المخاطر: معامل انحدار (٠,٣٥٨)
- ٢- مرحلة معالجة المخاطر: معامل انحدار (٠,٢٨٧)
- ٣- مرحلة المراقبة والمراجعة: معامل انحدار (٠,٢٠٥)
- ٤- مرحلة تقييم المخاطر: معامل انحدار (٠,١٦٧)

٥) أثر مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على الكفاءة البيئية

جدول ٣٠: نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على الكفاءة البيئية

المتغير التابع	المتغير المستقل	معامل الانحدار) (β)	الخطأ المعياري	قيمة (t)	مستوى الدلالة	معامل التحديد (R^2)	قيمة (F)	مستوى الدلالة
الكفاءة البيئية	مرحلة تحديد المخاطر	0.243	0.091	2.662	0.008	0.612	71.24	0.000
	مرحلة تقييم المخاطر	0.218	0.099	2.197	0.029			

مرحلة معالجة المخاطر	0.271	0.096	2.819	0.005			
مرحلة المراقبة والمراجعة	0.231	0.102	2.265	0.025			

يتضح من الجدول (٣٠) أن هناك أثراً ذا دلالة إحصائية لمراحل إدارة المخاطر التشغيلية الأربعة على الكفاءة البيئية، حيث بلغت قيمة (F) (71.24) وهي دالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠,٠٠٠) وهو أقل من (٠,٠٥)، كما يتضح أن مراحل إدارة المخاطر التشغيلية تفسر (٢,٦١٪) من التباين في الكفاءة البيئية، حيث بلغت قيمة معامل التحديد (R²) (0.612)، وبالنظر إلى قيم معاملات الانحدار (β) ومستويات الدلالة، يتضح أن جميع مراحل إدارة المخاطر التشغيلية لها أثر دال إحصائياً على الكفاءة البيئية، حيث كانت جميع قيم مستوى الدلالة أقل من (٠,٠٥). وكان ترتيب هذه المراحل حسب قوة التأثير كما يلي:-

- ١- مرحلة معالجة المخاطر: معامل انحدار (٠,٢٧١)
- ٢- مرحلة تحديد المخاطر: معامل انحدار (٠,٢٤٣)
- ٣- مرحلة المراقبة والمراجعة: معامل انحدار (٠,٢٣١)
- ٤- مرحلة تقييم المخاطر: معامل انحدار (٠,٢١٨)

٦) ملخص أثر مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على أبعاد كفاءة محطات تحلية المياه

جدول ٣١: ملخص أثر مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على أبعاد كفاءة محطات تحلية المياه

المتغير التابع	معامل التحديد (R ²)	المتغير المستقل الأكثر تأثيراً	معامل الانحدار (β)
الكفاءة التشغيلية	0.724	مرحلة معالجة المخاطر	0.365
كفاءة استخدام الموارد	0.657	مرحلة معالجة المخاطر	0.304
كفاءة التكلفة	0.598	مرحلة معالجة المخاطر	0.342
كفاءة الجودة	0.745	مرحلة تحديد المخاطر	0.358
الكفاءة البيئية	0.612	مرحلة معالجة المخاطر	0.271

يتضح من الجدول (٣١) أن مراحل إدارة المخاطر التشغيلية لها أثر كبير على جميع أبعاد كفاءة محطات تحلية المياه، حيث تراوحت قيم معامل التحديد (R²) بين (٠,٥٩٨) لكفاءة التكلفة و(٠,٧٤٥) لكفاءة الجودة. كما يتضح أن مرحلة معالجة المخاطر كانت الأكثر تأثيراً على أربعة من أبعاد الكفاءة (الكفاءة التشغيلية، كفاءة استخدام الموارد، كفاءة التكلفة، الكفاءة البيئية)، بينما كانت مرحلة تحديد المخاطر هي الأكثر تأثيراً على كفاءة الجودة، وتشير هذه النتائج إلى أهمية جميع مراحل إدارة المخاطر التشغيلية في تحسين كفاءة محطات تحلية المياه، مع تأكيد خاص على دور مرحلة معالجة المخاطر في تحقيق هذا التحسين، وهو ما يتفق مع ما أشار إليه المسؤولون في المقابلات من أن معالجة المخاطر بشكل استباقي وفعال هو العامل الأكثر تأثيراً في تحسين كفاءة المحطات.

مناقشة النتائج

في ضوء نتائج الدراسة التي تم عرضها سابقاً، يمكن مناقشة هذه النتائج وتفسيرها كما يلي:

(١) مناقشة نتائج السؤال الأول (مستوى تطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية):

أظهرت نتائج الدراسة أن المستوى العام لتطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض جاء بدرجة عالية، بمتوسط حسابي (٣,٦١) من أصل ٥ ، وتعزى هذه النتيجة إلى إدراك الهيئة السعودية للمياه لأهمية إدارة المخاطر التشغيلية في ضمان استمرارية عمل محطات التحلية وتحسين كفاءتها، وحرصها على تطبيق المعايير والممارسات الدولية في هذا المجال ، كما يمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء التوجه العام للمملكة نحو تحسين كفاءة المرافق الحيوية وترشيد استهلاك الموارد، تماشياً مع رؤية المملكة ٢٠٣٠ . وقد جاء ترتيب مراحل إدارة المخاطر التشغيلية حسب مستوى التطبيق كما يلي :-

١- مرحلة تحديد المخاطر التشغيلية (٣,٧٥)

٢- مرحلة معالجة المخاطر التشغيلية (٣,٦٤)

٣- مرحلة تقييم المخاطر التشغيلية (٣,٥٩)

٤- مرحلة المراقبة والمراجعة (٣,٤٤)

ويمكن تفسير تفوق مرحلة تحديد المخاطر في مستوى التطبيق بأنها المرحلة الأولى والأساسية في عملية إدارة المخاطر، وتعتبر نقطة الانطلاق لبقية المراحل ، كما أنها تعتمد على الخبرات المتراكمة للعاملين وسجلات الحوادث السابقة، مما يسهل تطبيقها، بينما تحتاج مرحلة المراقبة والمراجعة إلى مزيد من الاهتمام والتطوير، خاصة فيما يتعلق بتطوير مؤشرات أداء واضحة وإجراء مراجعات دورية شاملة لنظام إدارة المخاطر ، وتتفق هذه النتيجة مع دراسة الرميح (٢٠٢١) التي أشارت إلى أن مستوى تطبيق إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه في المملكة كان مرتفعاً، وأن مرحلة تحديد المخاطر كانت الأكثر تطبيقاً. كما تتفق مع دراسة العتيبي (٢٠٢٢) التي أشارت إلى أن مرحلة المراقبة والمراجعة كانت الأقل تطبيقاً في إدارة المخاطر التشغيلية.

(٢) مناقشة نتائج السؤال الثاني (مستوى كفاءة محطات تحلية المياه):

أظهرت نتائج الدراسة أن المستوى العام لكفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض جاء بدرجة عالية، بمتوسط حسابي (٣,٧٣) من أصل ٥ ، وتعزى هذه النتيجة إلى الجهود المبذولة من قبل الهيئة السعودية للمياه لتحسين كفاءة محطات التحلية، من خلال تطبيق أحدث التقنيات والممارسات، وتدريب العاملين، وتطوير أنظمة الإدارة والتشغيل. كما يمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء الاستثمارات الكبيرة التي تخصصها المملكة لقطاع المياه، والاهتمام الكبير الذي توليه للمحافظة على هذا المورد الحيوي وتنميته ، وقد جاء ترتيب أبعاد كفاءة محطات تحلية المياه حسب مستوى التحقق كما يلي :-

١- كفاءة الجودة (٤,١٢)

٢- الكفاءة التشغيلية (٣,٨٣)

٣- كفاءة استخدام الموارد (٣,٦٨)

٤- الكفاءة البيئية (٣,٥٧)

٥- كفاءة التكلفة (٣,٤٥)

ويمكن تفسير تفوق كفاءة الجودة في مستوى التحقق بأهمية جودة المياه المنتجة كمعيار أساسي لنجاح محطات التحلية، حيث إن الهدف الأساسي من هذه المحطات هو إنتاج مياه صالحة للشرب وتلبية المعايير والمواصفات المعتمدة، بينما تحتاج كفاءة التكلفة والكفاءة البيئية إلى مزيد من الاهتمام والتطوير، نظراً للتحديات المتعلقة بارتفاع تكاليف الطاقة والتأثيرات البيئية لعمليات التحلية، وتتفق هذه النتيجة مع دراسة الشمري (٢٠٢١) التي أشارت إلى أن مستوى كفاءة محطات تحلية المياه في المملكة كان مرتفعاً، وأن كفاءة الجودة كانت الأعلى تحققاً، كما تتفق مع دراسة المطيري (٢٠١٩) التي أشارت إلى أن كفاءة التكلفة والكفاءة البيئية كانتا الأقل تحققاً في محطات التحلية.

٣) مناقشة نتائج السؤال الثالث (أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه):

أظهرت نتائج الدراسة وجود أثر ذي دلالة إحصائية لتطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية بمراحله الأربعة على كفاءة محطات تحلية المياه، حيث فسرت هذه المراحل (١,٦٨٪) من التباين في كفاءة محطات التحلية، وتعزى هذه النتيجة إلى أن إدارة المخاطر التشغيلية تساعد في تحديد المخاطر المحتملة والتعامل معها بشكل استباقي، مما يقلل من احتمالية وقوع الحوادث والأعطال، ويحسن كفاءة العمليات، ويضمن استمرارية الإنتاج بالكمية والجودة المطلوبة. كما أن إدارة المخاطر تساهم في ترشيد استخدام الموارد وتقليل التكاليف وتحسين الأداء البيئي للمحطات، وقد جاء ترتيب مراحل إدارة المخاطر التشغيلية حسب قوة التأثير على كفاءة محطات التحلية كما يلي:-

١- مرحلة معالجة المخاطر: معامل انحدار (٠,٣٢٤)

٢- مرحلة تحديد المخاطر: معامل انحدار (٠,٢٩٨)

٣- مرحلة تقييم المخاطر: معامل انحدار (٠,٢١٥)

٤- مرحلة المراقبة والمراجعة: معامل انحدار (٠,١٧٣)

ويمكن تفسير تفوق مرحلة معالجة المخاطر في قوة التأثير بأنها المرحلة التي تتضمن اتخاذ الإجراءات الفعلية للتعامل مع المخاطر المحددة، سواء بتجنبها أو تقليلها أو نقلها أو قبولها، وبالتالي فهي المرحلة التي تؤدي إلى نتائج ملموسة في تحسين كفاءة المحطات، وتتفق هذه النتيجة مع دراسة جونسون وآخرون (Johnson et al, 2023) التي أشارت إلى وجود علاقة ارتباط قوية بين مستوى نضج إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات التحلية في دول الخليج العربي، كما تتفق مع دراسة سميث وبراون (Smith & Brown, 2022) التي أكدت أن المحطات التي تطبق نظاماً متقدماً لإدارة المخاطر التشغيلية تتفوق في مؤشرات الكفاءة على المحطات الأخرى.

٤) مناقشة نتائج السؤال الرابع (الفروق في استجابات أفراد العينة):

أظهرت نتائج الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية في استجابات أفراد العينة حول مستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية ومستوى كفاءة محطات تحلية المياه تعزى لمتغيرات المؤهل العلمي والمسمى الوظيفي وسنوات الخبرة والمشاركة في دورات تدريبية، بينما لم تكن هناك فروق ذات دلالة إحصائية تعزى لمتغير الإدارة/القسم، وقد كانت الفروق لصالح حملة الماجستير مقارنة بحملة الثانوية العامة والدبلوم، ولصالح مديري المحطات ومديري الإدارات مقارنة بالفنيين والإداريين، ولصالح ذوي الخبرة الطويلة مقارنة بحديثي الخبرة، ولصالح الذين شاركوا في دورات تدريبية في مجال إدارة المخاطر التشغيلية، وتعزى هذه النتائج إلى أن حملة المؤهلات العلمية العليا والمديرين وذوي الخبرة الطويلة والذين تلقوا تدريباً في مجال إدارة المخاطر لديهم معرفة وخبرة أعمق ورؤية أشمل لنظام إدارة المخاطر وكفاءة المحطات، مما يؤثر على تقييمهم لمستوى التطبيق والكفاءة.

أما عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية تعزى لمتغير الإدارة/القسم فيمكن تفسيره بتكامل العمل بين الإدارات المختلفة والتنسيق المستمر بينها، مما يجعل العاملين في مختلف الإدارات على اطلاع جيد بمستوى تطبيق نظام إدارة المخاطر وكفاءة المحطات، وتتفق هذه النتائج مع دراسة الزهراني (٢٠٢٠) التي أشارت إلى وجود فروق في تقييم مستوى تطبيق إدارة المخاطر التشغيلية تعزى لمتغيرات المؤهل العلمي والمسمى الوظيفي وسنوات الخبرة والتدريب، كما تتفق مع دراسة المطيري (٢٠١٩) التي أشارت إلى عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية تعزى لمتغير الإدارة/القسم.

٥) مناقشة نتائج السؤال الخامس (أثر تطبيق كل مرحلة من مراحل إدارة المخاطر التشغيلية على كل بعد من أبعاد كفاءة محطات تحلية المياه):

أظهرت نتائج الدراسة أن مراحل إدارة المخاطر التشغيلية لها أثر كبير على جميع أبعاد كفاءة محطات تحلية المياه، حيث تراوحت قيم معامل التحديد (R^2) بين (٠,٥٩٨) لكفاءة التكلفة و(٠,٧٤٥) لكفاءة الجودة، كما أظهرت النتائج أن مرحلة معالجة المخاطر كانت الأكثر تأثيراً على أربعة من أبعاد الكفاءة (الكفاءة التشغيلية، كفاءة استخدام الموارد، كفاءة التكلفة، الكفاءة البيئية)، بينما كانت مرحلة تحديد المخاطر هي الأكثر تأثيراً على كفاءة الجودة، وتعزى هذه النتائج إلى أن معالجة المخاطر تتضمن اتخاذ إجراءات فعلية للتعامل مع المخاطر، مما يؤثر مباشرة على الكفاءة التشغيلية وكفاءة استخدام الموارد وكفاءة التكلفة والكفاءة البيئية، بينما تكتسب مرحلة تحديد المخاطر أهمية خاصة بالنسبة لكفاءة الجودة، نظراً لأنها تساعد في تحديد المخاطر التي قد تؤثر على جودة المياه المنتجة في مرحلة مبكرة، مما يمكن من اتخاذ الإجراءات اللازمة لمنع حدوثها، وتشير هذه النتائج إلى أهمية جميع مراحل إدارة المخاطر التشغيلية في تحسين كفاءة محطات تحلية المياه، مع تأكيد خاص على دور مرحلة معالجة المخاطر في تحقيق هذا التحسين، وهو ما يتفق مع ما أشار إليه المسؤولون في المقابلات من أن معالجة المخاطر بشكل استباقي وفعال هو العامل الأكثر تأثيراً في تحسين كفاءة المحطات، وتتفق هذه النتائج مع دراسة جونسون وآخرون (Johnson et al., 2023) التي أشارت إلى أن مرحلة معالجة المخاطر كانت الأكثر ارتباطاً بتحسين كفاءة محطات التحلية، كما تتفق مع دراسة سميث وبراون (Smith & Brown, 2022) التي أكدت على أهمية تحديد المخاطر في ضمان جودة المياه المنتجة.

التوصيات

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة، يقدم الباحث التوصيات التالية:

أولاً: توصيات لتحسين مستوى تطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية:

١- تعزيز مرحلة تحديد المخاطر التشغيلية:

- تطوير آليات وأدوات منهجية لتحديد المخاطر التشغيلية، مثل قوائم الفحص وتحليل أنماط الفشل وتحليل "ماذا لو".
- تعزيز مشاركة جميع العاملين في عملية تحديد المخاطر، من خلال تشجيع الإبلاغ عن المخاطر المحتملة وتوفير آليات سهلة للإبلاغ.
- إنشاء قاعدة بيانات شاملة للمخاطر التشغيلية، وتحديثها بشكل دوري لمواكبة التغيرات في البيئة الداخلية والخارجية.

٢- تحسين مرحلة تقييم المخاطر التشغيلية:

- وضع معايير واضحة ومحددة لتقييم احتمالية حدوث المخاطر وحجم تأثيرها، وتوحيدها على مستوى جميع المحطات.
- تطوير أساليب كمية ونوعية لتقييم المخاطر، واستخدام التقنيات الحديثة مثل التحليل الإحصائي ونماذج المحاكاة.
- تحديد مستوى قبول المخاطر (Risk Appetite) بشكل واضح ومعتمد من الإدارة العليا، وتوثيقه في سياسة إدارة المخاطر.

٣- تطوير مرحلة معالجة المخاطر التشغيلية:

- تخصيص الموارد اللازمة (بشرية، مالية، تقنية) لتنفيذ خطط معالجة المخاطر التشغيلية، وإعطائها الأولوية في الميزانية.
- تحديد المسؤوليات والصلاحيات بوضوح فيما يتعلق بتنفيذ إجراءات معالجة المخاطر، وإدراجها في الوصف الوظيفي.
- تطوير خطط طوارئ وإجراءات بديلة للتعامل مع المخاطر التشغيلية في حال وقوعها، واختبارها بشكل دوري.

٤- تعزيز مرحلة المراقبة والمراجعة:

- تطوير مؤشرات أداء رئيسية (KPIs) لقياس فعالية إدارة المخاطر التشغيلية، ومتابعتها بشكل دوري.
- إجراء مراجعة دورية شاملة لنظام إدارة المخاطر التشغيلية، بهدف تحديد فرص التحسين والتطوير.

- إعداد تقارير دورية عن حالة المخاطر التشغيلية ونتائج إجراءات المعالجة، ومشاركتها مع الإدارة العليا وجميع المعنيين.

ثانياً: توصيات لتحسين مستوى كفاءة محطات تحلية المياه:

١- تحسين الكفاءة التشغيلية:

- تطوير برامج صيانة وقائية وتنبؤية فعالة، باستخدام التقنيات الحديثة مثل إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي.
- تحديث المعدات والأنظمة القديمة، واستبدالها بأخرى أكثر كفاءة وموثوقية.
- تطوير نظم التحكم والمراقبة، لتمكين التشخيص المبكر للمشكلات واتخاذ الإجراءات التصحيحية في الوقت المناسب.

٢- تحسين كفاءة استخدام الموارد:

- تطبيق تقنيات وممارسات ترشيد استهلاك الطاقة، مثل استخدام أنظمة استرداد الطاقة وتحسين كفاءة المضخات.
- تطوير نظم التحكم في جرعات المواد الكيميائية، لضمان استخدامها بالكمية المناسبة وتقليل الهدر.
- تحسين معدل استرداد المياه، من خلال تطوير تقنيات التحلية وتحسين عمليات المعالجة الأولية.

٣- تحسين كفاءة التكلفة:

- تطوير نظام فعال لإدارة التكاليف، يتضمن تحديد وتحليل جميع عناصر التكلفة وفرص تقليلها.
- تعزيز الصيانة الوقائية والتنبؤية، لتقليل تكاليف الصيانة التصحيحية والخسائر الناتجة عن التوقفات غير المخططة.
- استخدام تقنيات التحلية منخفضة التكلفة، واستكشاف فرص الاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة.

٤- تحسين كفاءة الجودة:

- تطوير نظام شامل لإدارة الجودة، يتضمن ضوابط وإجراءات لضمان جودة المياه المنتجة في جميع مراحل الإنتاج.
- تطبيق تقنيات المراقبة المستمرة لجودة المياه، باستخدام أجهزة قياس متطورة وأنظمة تحليل متقدمة.

- تدريب العاملين على ممارسات وإجراءات الجودة، وتعزيز ثقافة الالتزام بالجودة في المحطات.

٥- تحسين الكفاءة البيئية:

- تطبيق تقنيات صديقة للبيئة للتعامل مع المحلول الملحي (Brine)، مثل تقنيات الاستفادة منه في إنتاج الملح والمعادن.
- زيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، لتقليل البصمة الكربونية.
- تطوير نظام فعال للإدارة البيئية، يتضمن مراقبة وتقليل التأثيرات البيئية لعمليات التحلية.

ثالثاً: توصيات لتعزيز أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه:

١- تكامل إدارة المخاطر مع إدارة الأصول:

- دمج إدارة المخاطر التشغيلية مع إدارة الأصول، لتحديد وتقييم المخاطر المرتبطة بالأصول الحرجة وتطوير استراتيجيات للتعامل معها.
- تطبيق منهجية الصيانة المبنية على المخاطر (Risk-based Maintenance)، لتوجيه موارد الصيانة نحو الأصول ذات المخاطر العالية.

٢- تعزيز الثقافة التنظيمية الداعمة لإدارة المخاطر:

- نشر ثقافة الوعي بالمخاطر بين جميع العاملين، من خلال التدريب والتوعية ومشاركة المعلومات.
- تشجيع الإبلاغ المفتوح عن المخاطر المحتملة، وتوفير بيئة داعمة للتعلم من الأخطاء والحوادث.
- دمج إدارة المخاطر في القيم والسلوكيات التنظيمية، وجعلها جزءاً من الثقافة المؤسسية.

٣- تطوير القدرات البشرية في مجال إدارة المخاطر:

- توفير برامج تدريبية متخصصة في إدارة المخاطر التشغيلية لجميع العاملين، خاصة المديرين والمسؤولين.
- استقطاب وتوظيف كوادر متخصصة في إدارة المخاطر، وتطوير مسارات مهنية لهم.
- تشجيع الحصول على الشهادات المهنية في مجال إدارة المخاطر، مثل شهادة أخصائي إدارة المخاطر المعتمد (CRMP)

٤- تعزيز الدعم التقني والتكنولوجي لإدارة المخاطر:

- استخدام تقنيات وأدوات متقدمة في إدارة المخاطر، مثل البرمجيات المتخصصة ونظم المعلومات الجغرافية.
- توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الضخمة في تحديد وتحليل المخاطر والتنبؤ بها.
- تطوير نظم إنذار مبكر للمخاطر، تعتمد على مؤشرات رئيسية وبيانات تشغيلية في الوقت الحقيقي.

٥- التعاون وتبادل الخبرات:

- تعزيز التعاون وتبادل الخبرات بين محطات التحلية المختلفة، لتبادل الدروس المستفادة والممارسات الناجحة.
- التعاون مع المنظمات الدولية المتخصصة في إدارة المخاطر والجهات البحثية والأكاديمية.
- المشاركة في المؤتمرات والمنتديات المتخصصة في إدارة المخاطر التشغيلية ومحطات التحلية.

رابعاً: مقترحات لبحوث مستقبلية:

- ١- دراسة أثر تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر التشغيلية بمحطات تحلية المياه.
- ٢- تقييم العلاقة بين إدارة المخاطر التشغيلية والاستدامة البيئية في محطات تحلية المياه.
- ٣- دراسة أثر الثقافة التنظيمية على فعالية إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه.
- ٤- تطوير نموذج متكامل لإدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه يتناسب مع البيئة السعودية.
- ٥- دراسة مقارنة بين تطبيق إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه الحكومية والخاصة.
- ٦- تقييم أثر التغيرات المناخية على المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه وسبل التكيف معها.

خاتمة

في ختام هذه الدراسة، يمكن القول إن تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض يتم بمستوى عالٍ، وأن هذه المحطات تتمتع بمستوى عالٍ من الكفاءة، وأن هناك أثراً إيجابياً ذا دلالة إحصائية لتطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة هذه المحطات، ومع ذلك، لا تزال هناك فرص للتحسين والتطوير، خاصة في مرحلة المراقبة والمراجعة من مراحل إدارة المخاطر التشغيلية، وفي كفاءة التكلفة والكفاءة البيئية من أبعاد كفاءة محطات التحلية، وتتطلب هذه التحسينات تضافر جهود جميع المعنيين، من الإدارة العليا إلى العاملين في الخطوط الأمامية، وتوفير الموارد اللازمة، وتطوير القدرات وتعزيز الثقافة التنظيمية الداعمة لإدارة المخاطر، وفي ظل التحديات المتزايدة التي تواجه قطاع المياه في المملكة، من ندرة الموارد المائية، وزيادة الطلب، وارتفاع التكاليف والضغط البيئية، تبرز أهمية تعزيز تطبيق إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه، كأداة فعالة لضمان استمرارية الإمداد المائي وتحسين كفاءة المحطات، وتحقيق الاستدامة.

المراجع

المراجع العربية

- (١) الأحمدى، سعد محمد (٢٠٢٠) إدارة المخاطر التشغيلية في المؤسسات العامة: دليل عملي. الرياض: دار الفكر للنشر والتوزيع.
- (٢) البشري، أحمد علي (٢٠١٨) تقييم كفاءة محطات تحلية المياه في المملكة العربية السعودية: دراسة حالة محطات الشرقية. مجلة جامعة الملك سعود للعلوم الهندسية، ٣٠(٢)، ١١٥-١٣٢.
- (٣) الجبالي، خالد عبد الله (٢٠١٩) نظام إدارة المخاطر التشغيلية: تجارب عالمية. عمان: دار المناهج للنشر والتوزيع.
- (٤) الحارثي، محمد علي (٢٠٢١) تحديات استدامة موارد المياه في المملكة العربية السعودية في ضوء رؤية ٢٠٣٠. المجلة السعودية للدراسات البيئية، ١٢(٣)، ٤٥-٦١.
- (٥) الحربي، سلطان فهد (٢٠٢٢) أثر تطبيق معايير الجودة الشاملة على أداء محطات تحلية المياه: دراسة تطبيقية على محطات الرياض. مجلة العلوم الإدارية والاقتصادية، ٨(٤)، ٢١٠-٢٣٠.
- (٦) الخطيب، إبراهيم محمد (٢٠٢٠) إدارة مخاطر العمليات: منهجية متكاملة. القاهرة: المنظمة العربية للتنمية الإدارية.
- (٧) الدوسري، بدر ناصر (٢٠٢١) الأمن المائي في المملكة العربية السعودية: الواقع والتحديات. الرياض: مركز الملك فيصل للبحوث والدراسات الإسلامية.
- (٨) الرميح، عبد الرحمن سليمان (٢٠٢١) واقع تطبيق إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه في المملكة العربية السعودية. مجلة جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية للعلوم الإدارية، ٥(٢)، ٨٧-١١٢.
- (٩) الزهراني، سعيد محمد (٢٠٢٠) العوامل المؤثرة في تطبيق إدارة المخاطر التشغيلية في المؤسسات الحكومية السعودية. المجلة العربية للإدارة، ٤٠(٢)، ١٥٥-١٧٨.
- (١٠) السرحاني، عبد العزيز محمد (٢٠١٩) آليات تحسين كفاءة استخدام المياه في القطاع الصناعي بالمملكة العربية السعودية. مجلة الاقتصاد والإدارة، ٣٣(١)، ٧٥-٩٠.
- (١١) الشمري، نايف حمد (٢٠٢١) تقييم كفاءة محطات تحلية المياه في المملكة العربية السعودية: دراسة مقارنة. مجلة جامعة الملك عبد العزيز: الاقتصاد والإدارة، ٣٥(٣)، ١٤٥-١٦٧.
- (١٢) العتيبي، فهد خالد (٢٠٢٢) معوقات تطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية في المنشآت الصناعية السعودية. مجلة الإدارة العامة، ٦٢(١)، ١١٥-١٤٠.
- (١٣) العطوي، محمد حسن (٢٠١٩) إدارة المخاطر التشغيلية في المشاريع الهندسية. جدة: خوارزم العلمية للنشر والتوزيع.
- (١٤) القحطاني، عبد الله سعيد (٢٠٢٠) التحديات التشغيلية في محطات تحلية المياه بالمملكة العربية السعودية واستراتيجيات مواجهتها. مجلة جامعة الملك خالد للعلوم الهندسية، ١٥(٢)، ٧٨-٩٥.
- (١٥) المالكي، فاطمة محمد (٢٠٢١) معايير تقييم كفاءة محطات تحلية المياه: دراسة نظرية. المجلة السعودية للإدارة، ١٥(٣)، ١١٠-١٢٥.
- (١٦) المطيري، خالد عواد (٢٠١٩) تقييم كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للمؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

- ١٧) الهاشمي، سارة عبد الله (٢٠٢٢) دور إدارة المخاطر في تحسين أداء المنظمات الحكومية: دراسة تطبيقية. مجلة جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، ٣٨(٢)، ٢٢٠-٢٤٥.
- ١٨) الهيئة السعودية للمياه (٢٠٢٢) التقرير السنوي ٢٠٢١. الرياض: الهيئة السعودية للمياه.
- ١٩) عبد الرحمن، طارق محمود (٢٠٢٠) إدارة المخاطر التشغيلية: النظرية والتطبيق. الإسكندرية: دار الجامعة الجديدة
- ٢٠) عيسى، أحمد محمد (٢٠٢١) تحليل المياه في الخليج العربي: التحديات والفرص. دبي: مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية.
- ٢١) محمد، كريم أحمد (٢٠١٨) نظم إدارة المخاطر في المنشآت الصناعية. القاهرة: المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين.
- ٢٢) مرسي، حسام الدين (٢٠١٩) إدارة المخاطر التشغيلية: مدخل استراتيجي. الإسكندرية: الدار الجامعية للنشر
- ٢٣) مصطفى، سمير علي (٢٠٢١) تطبيقات إدارة المخاطر في المؤسسات العامة. عمان: دار وائل للنشر والتوزيع.
- ٢٤) وزارة البيئة والمياه والزراعة (٢٠٢٣) الاستراتيجية الوطنية للمياه ٢٠٣٠. الرياض: وزارة البيئة والمياه والزراعة، المملكة العربية السعودية

المراجع الأجنبية

- 1) Al-Khateeb, M, & Al-Sager, N (2021) Operational Risk Management in Desalination Plants: A Case Study from Saudi Arabia. Journal of Risk Management, 12(3), 321-336.
- 2) Al-Sharif, K, & Hassan, T (2022) Performance Evaluation of Desalination Plants: A Comparative Study. Desalination and Water Treatment, 89, 167-182
- 3) Armstrong, J, & Gallagher, K (2019) Risk Management for Water Utilities: Principles and Practices. London: IWA Publishing.
- 4) Baker, R, & Johnson, D (2020) Operational Risk Assessment in Critical Infrastructure. International Journal of Risk Assessment and Management, 25(2), 210-228.
- 5) Chaudhary, R, Kumar, A, & Sharma, M (2021) Operational Risk Management in Public Sector Enterprises: An Empirical Study. International Journal of Risk and Contingency Management, 10(2), 45-62
- 6) Davidson, P, & Smith, K (2020) Water Security in the Middle East: Challenges and Opportunities. Water Policy, 22(4), 556-572.
- 7) Erikson, P, & Martin, L (2022) Efficiency Optimization in Desalination Plants: A Comprehensive Approach. Desalination, 530, 115616.
- 8) Faisal, M, & Khan, S (2019) Risk Management in Utility Services: Current Practices and Future Directions. Utilities Policy, 60, 100957

- 9) Gamble, R, & White, J (2020) An Integrated Framework for Operational Risk Management in Water Utilities. *Water Research*, 175, 115682
- 10) Hasan, M, & Williams, R (2021) Desalination Technologies: Economic and Environmental Perspectives. *Journal of Water Process Engineering*, 40, 101925
- 11) Henderson, J, Taylor, M, & Peterson, S (2019) Performance Indicators for Desalination Plants: A Global Benchmark Study. *Desalination and Water Treatment*, 158, 24-36
- 12) ISO (2018) ISO 31000:2018 Risk Management – Guidelines. Geneva: International Organization for Standardization.
- 13) Johnson, L, Smith, D, & Brown, M (2023) The Relationship Between Operational Risk Management Maturity and Efficiency in Desalination Plants in GCC Countries. *Journal of Risk Research*, 26(2), 178-195.
- 14) Karimi, P, & Anderson, T (2022) Water Security and Risk Management: A Review of Current Practices. *Water Resources Management*, 36(1), 75-90
- 15) Kumar, R, & Singh, S (2021) Operational Risk Assessment in Water Treatment Plants: A Systematic Review. *Process Safety and Environmental Protection*, 147, 702-715
- 16) Li, J, & Wang, Z (2020) Risk Management in Water Infrastructure Projects: A Comprehensive Review. *International Journal of Project Management*, 38(5), 303-315
- 17) Miller, E, & Davis, R (2019) Best Practices in Operational Risk Management for Utilities. *Journal of Risk and Financial Management*, 12(4), 180-195.
- 18) Mitchell, C, & Peterson, A (2021) Efficiency Metrics for Desalination Plants: A Practical Guide. *Desalination*, 510, 115052.
- 19) Patel, S, & Johnson, K (2020) Sustainable Desalination: Environmental and Economic Perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 134, 110260.
- 20) Roberts, G, & Thompson, R (2019) Risk Management Implementation in Public Utilities: Barriers and Facilitators. *Risk Analysis*, 39(9), 1956-1969
- 21) Sharif, A, & Rahman, M (2022) Operational Risk Management and Performance Improvement: Evidence from Water Utilities in Developing Countries. *Utilities Policy*, 74, 101328
- 22) Smith, J, & Brown, T (2022) Advanced Operational Risk Management Systems and Efficiency in Desalination Plants: An Empirical Analysis. *Water Resources and Economics*, 37, 100188
- 23) Stevenson, R, & Andrews, P (2020) Enterprise Risk Management in the Water Sector: A Framework for Implementation. *Water Supply*, 20(6), 2275-2290.
- 24) Thomas, K, & Harris, M (2021) The Role of Risk Management in Enhancing Operational Efficiency of Water Utilities. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 147(3), 04021001

- 25) Thompson, D, & Wilson, J (2019) Operational Risk Management in Critical Infrastructure: A Systematic Approach. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 25, 50-63.
- 26) Williams, L, & Davis, T (2020) Measuring Efficiency in Desalination Plants: A Multi-criteria Approach. *Desalination and Water Treatment*, 192, 315-327.
- 27) Zhang, X, & Chen, Y (2021) Environmental Impacts and Efficiency of Desalination Technologies: A Comparative Analysis. *Journal of Cleaner Production*, 293, 126121

الملاحق

استبيان بحثي

أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض

بيان تقديم

السادة المحترمون،

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته،

أفيدكم بأنني الباحث/ فارس اللهيبي مرشح لدرجة الماجستير في تخصص (إدارة المخاطر) في جامعة ميداوشن، وأقوم حالياً بإجراء دراسة بعنوان "أثر تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض"، أضع بين أيديكم هذا الاستبيان الذي يعد أداة رئيسية لجمع البيانات اللازمة للدراسة، راجياً التكرم بالإجابة عن فقراته بدقة وموضوعية، علماً بأن جميع البيانات والمعلومات التي ستدلون بها ستعامل بسرية تامة ولن تستخدم إلا لأغراض البحث العلمي.

تستغرق الإجابة على الاستبيان حوالي ١٠-١٥ دقيقة من وقتكم الثمين، وستكون مساهمتكم ذات قيمة كبيرة في تحقيق أهداف الدراسة وتطوير توصيات عملية لتحسين إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه.

شاكراً ومقدراً لكم حسن تعاونكم،،،

الباحث / فارس عبد العزيز اللهيبي

القسم الأول: البيانات الشخصية والوظيفية

الرجاء وضع إشارة (✓) في المربع المناسب:

١. المؤهل العلمي:

- ثانوية عامة
- دبلوم
- بكالوريوس
- ماجستير
- دكتوراه

٢. المسمى الوظيفي:

- مدير محطة
- مدير إدارة
- رئيس قسم
- مهندس
- فني
- إداري

٣. عدد سنوات الخبرة في محطات تحلية المياه:

- أقل من ٥ سنوات
- من ٥ إلى أقل من ١٠ سنوات
- من ١٠ إلى أقل من ١٥ سنة
- من ١٥ إلى أقل من ٢٠ سنة
- ٢٠ سنة فأكثر

٤. الإدارة/القسم:

- إدارة المحطة
- التشغيل
- الصيانة
- الجودة والمختبرات
- السلامة والبيئة
- إدارة المخاطر

٥. هل شاركت في دورات تدريبية في مجال إدارة المخاطر التشغيلية؟

- نعم
- لا

القسم الثاني: مستوى تطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية

الرجاء تحديد مدى موافقتكم على العبارات التالية المتعلقة بمستوى تطبيق مراحل إدارة المخاطر التشغيلية في محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض:

المحور الأول: مرحلة تحديد المخاطر التشغيلية

م	العبارة	موافق بشدة	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق بشدة
6	توجد في المحطة سياسة واضحة ومعتمدة لتحديد المخاطر التشغيلية.					

7	تستخدم المحطة أساليب علمية متنوعة لتحديد المخاطر التشغيلية (مثل: قوائم الفحص، العصف الذهني، تحليل أنماط الفشل).					
8	يتم الاستفادة من بيانات وسجلات الحوادث والأعطال السابقة في تحديد المخاطر التشغيلية المحتملة.					
9	يتم توثيق المخاطر التشغيلية التي تم تحديدها في سجل المخاطر بشكل منهجي ومنظم.					
10	يتم تحديث قائمة المخاطر التشغيلية بشكل دوري لمواكبة التغيرات في البيئة الداخلية والخارجية للمحطة.					

المحور الثاني: مرحلة تقييم المخاطر التشغيلية

م	العبارة	موافق بشدة	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق بشدة
11	توجد معايير واضحة ومحددة لتقييم احتمالية حدوث المخاطر التشغيلية وحجم تأثيرها.					
12	يتم استخدام مصفوفة المخاطر (Risk Matrix) لتصنيف المخاطر التشغيلية حسب مستواها.					
13	تعتمد المحطة على بيانات كمية ونوعية في تقييم المخاطر التشغيلية.					
14	يتم تقييم الضوابط والإجراءات الحالية للتحكم في المخاطر التشغيلية وتحديد مدى فعاليتها.					
15	يتم تحديد مستوى قبول المخاطر (Risk Appetite) بشكل واضح ومعتمد من الإدارة العليا.					

المحور الثالث: مرحلة معالجة المخاطر التشغيلية

م	العبارة	موافق بشدة	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق بشدة
---	---------	---------------	-------	-------	--------------	-------------------

16	يتم تحديد استراتيجيات مناسبة للتعامل مع المخاطر التشغيلية (تجنب، تقليل، نقل، قبول).					
17	توضع خطط عمل تفصيلية لمعالجة المخاطر التشغيلية ذات الأولوية العالية.					
18	يتم تخصيص الموارد اللازمة (بشرية، مالية، تقنية) لتنفيذ خطط معالجة المخاطر التشغيلية.					
19	تحدد المسؤوليات والصلاحيات بوضوح فيما يتعلق بتنفيذ إجراءات معالجة المخاطر.					
20	توجد خطط طوارئ وإجراءات بديلة للتعامل مع المخاطر التشغيلية في حال وقوعها.					

المحور الرابع: مرحلة المراقبة والمراجعة

م	العبارة	موافق بشدة	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق بشدة
21	يتم متابعة تنفيذ خطط معالجة المخاطر التشغيلية بشكل دوري ومنتظم.					
22	توجد مؤشرات أداء رئيسية (KPIs) لقياس فعالية إدارة المخاطر التشغيلية.					
23	يتم إعداد تقارير دورية عن حالة المخاطر التشغيلية ونتائج إجراءات المعالجة.					
24	تُجرى مراجعة دورية لنظام إدارة المخاطر التشغيلية لتحديد فرص التحسين.					
25	يتم الاستفادة من الدروس المستفادة من الحوادث والأحداث السابقة في تطوير نظام إدارة المخاطر التشغيلية.					

القسم الثالث: مستوى كفاءة محطات تحلية المياه

الرجاء تحديد مدى موافقتكم على العبارات التالية المتعلقة بمستوى كفاءة محطات تحلية المياه التابعة للهيئة السعودية للمياه في مدينة الرياض:

المحور الأول: الكفاءة التشغيلية

م	العبارة	موافق بشدة	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق بشدة
26	تحقق المحطة معدلات إنتاج تتوافق مع طاقتها التصميمية.					
27	تتمتع المحطة بمعدل توافر (Availability) مرتفع.					
28	تنخفض معدلات التوقف غير المخطط في المحطة.					

المحور الثاني: كفاءة استخدام الموارد

م	العبارة	موافق بشدة	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق بشدة
29	يتم ترشيد استهلاك الطاقة في عمليات التحلية.					
30	تستخدم المواد الكيميائية في المحطة بكفاءة عالية.					
31	تتمتع المحطة بمعدل استرداد مياه (Water Recovery Rate) مرتفع.					

المحور الثالث: كفاءة التكلفة

م	العبارة	موافق بشدة	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق بشدة
32	تنخفض تكلفة إنتاج المتر المكعب من المياه المحلاة في المحطة.					
33	تنخفض تكاليف الصيانة التصحيحية مقارنة بتكاليف الصيانة الوقائية.					
34	تنخفض الخسائر المالية الناتجة عن الأعطال والتوقفات غير المخططة.					

المحور الرابع: كفاءة الجودة

م	العبارة	موافق بشدة	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق بشدة
---	---------	---------------	-------	-------	--------------	-------------------

35	تلي المياه المنتجة المعايير والمواصفات المعتمدة بشكل مستمر.					
36	تتميز المياه المنتجة باستقرار خصائصها (درجة الحموضة، التوصيلية الكهربائية، المواد الصلبة الذائبة).					
37	ينخفض عدد حالات عدم المطابقة في جودة المياه المنتجة.					

المحور الخامس: الكفاءة البيئية

م	العبارة	موافق بشدة	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق بشدة
38	تنخفض البصمة الكربونية لإنتاج المتر المكعب من المياه في المحطة.					
39	يتم التعامل مع المحلول الملحي (Brine) بطرق صديقة للبيئة.					
40	تلتزم المحطة بالمعايير والاشتراطات البيئية المعتمدة.					

القسم الرابع: العلاقة بين إدارة المخاطر التشغيلية وكفاءة محطات تحلية المياه

الرجاء تحديد مدى موافقتكم على العبارات التالية المتعلقة بتأثير تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية على كفاءة محطات تحلية المياه:

م	العبارة	موافق بشدة	موافق	محايد	غير موافق	غير موافق بشدة
41	يساهم تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية في تقليل حالات التوقف غير المخطط للمحطة.					
42	يساعد تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية في ترشيد استهلاك الطاقة والمواد الكيميائية.					
43	يؤدي تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية إلى خفض تكاليف التشغيل والصيانة.					

سؤال مفتوح:

من وجهة نظرك، ما هي المقترحات التي يمكن أن تسهم في تحسين تطبيق نظام إدارة المخاطر التشغيلية وتعزيز أثرها على كفاءة محطات تحلية المياه؟

.....
.....
.....
.....

شكر وتقدير

نشكر لكم حسن تعاونكم واستجابتكم الكريمة للمشاركة في هذا الاستبيان، ونؤكد أن آراءكم ومقترحاتكم محل تقدير واهتمام، وستسهم بشكل كبير في إثراء هذه الدراسة وتحقيق أهدافها.

،،، مع خالص الشكر والتقدير،،،

رابط الاستبانة / <https://forms.gle/qEFjUdGR6dA5EcuT6>

Abstract

This study aimed to identify the impact of Implementing an operational risk management system on the efficiency of desalination plants operated by the Saudi Water Authority In Riyadh city. The research focused on determining the level of Implementation of operational risk management phases (risk identification, risk assessment, risk treatment, monitoring and review), measuring the efficiency level of desalination plants (operational efficiency, resource utilization efficiency, cost efficiency, quality efficiency, environmental efficiency), and Investigating the impact of each risk management phase on each efficiency dimension. The study adopted a descriptive analytical approach, collecting data through a questionnaire administered to a sample of 186 employees working in desalination plants, In addition to conducting 14 Interviews with officials In these plants. The results revealed that the overall level of implementing operational risk management phases was high, with a mean of 3.61 out of 5. The risk identification phase ranked first, followed by risk treatment, risk assessment, and finally monitoring and review. The findings also showed that the overall efficiency level of desalination plants was high, with a mean of 3.73 out of 5. Quality efficiency ranked first, followed by operational efficiency, resource utilization efficiency, environmental efficiency, and finally cost efficiency. The results demonstrated a statistically significant impact of Implementing an operational risk management system on the efficiency of desalination plants, with risk management phases explaining 68.1% of the variance In plant efficiency. Risk treatment had the strongest impact on plant efficiency, followed by risk identification, risk assessment, and finally monitoring and review. The study also found statistically significant differences in respondents' perceptions based on educational qualification, job title, years of experience, and participation In training courses. Based on these findings, the study presented several recommendations to enhance the Implementation level of operational risk management and strengthen its impact on desalination plant efficiency.

Keywords: Operational Risk Management, Desalination Plant Efficiency, Saudi Water Authority, Risk Identification, Risk Assessment, Risk Treatment, Monitoring and Review.

Midocean University

College of Management

Department of Risk Management



Title in English

**The Impact of Implementing an Operational Risk Management System on the Efficiency of
Desalination Plants Affiliated with the Saudi Water Authority in Riyadh**

Prepared by:

Faris Abdulaziz Atiyah Allah Al-Luhaybi

Supervised by:

Dr. Al-Faisal Abdulhamid

Dr. Fayez Jarad

Year:2026