

عنوان البحث

"إدارة المخاطر والاستدامة في مشاريع شبكات تصريف السيول: إطار متكامل لتحسين الأداء والجودة"

إعداد الطالب/

م. موسى حمود عسيري

إشراف/

د. فائز جراد

د. الفيصل حسن

العام الدراسي:

٢٠٢٥-٢٠٢٦

مقدمة:

تُعد شبكات تصريف السيول من العناصر الأساسية في البنية التحتية الحضرية، حيث تسهم في حماية الأرواح والممتلكات وتدعيم استدامة المدن في مواجهة المخاطر البيئية والمناخية المتزايدة. ومع تزايد وتيرة التغير المناخي والنمو الحضري السريع، أصبحت المدن تواجه تحديات متزايدة في إدارة مخاطر الفيضانات، ما يتطلب تبني استراتيجيات متكاملة تجمع بين الكفاءة التشغيلية، الاستدامة، وإدارة المخاطر بكفاءة عالية.

إن إدارة المخاطر في مشاريع تصريف السيول تمثل أداة فعالة لتقليل احتمالية وقوع الأضرار وضمان استمرارية الأداء، في حين تسهم مبادئ الاستدامة في تعزيز الاستخدام الأمثل للموارد وتحقيق التوازن بين الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. ومن خلال دمج هذين البعدين، يمكن تحقيق تحسين شامل في جودة المشاريع وكفاءتها التشغيلية، مما يدعم رؤية المملكة ٢٠٣٠ نحو مدن أكثر استدامة وقدرة على التكيف مع التغيرات المناخية.

يهدف هذا البحث إلى تطوير إطار إداري متكامل يجمع بين إدارة المخاطر ومبادئ الاستدامة في مشاريع شبكات تصريف السيول، بما يعزز الأداء العام وجودة التنفيذ ويقلل من التحديات المستقبلية. كما يسعى إلى تحليل الواقع الحالي لتلك المشاريع وتحديد الثغرات في الممارسات الحالية، من خلال دراسة ميدانية واستقصاء آراء المختصين، وصولاً إلى تقديم نموذج تطبيقي يمكن اعتماده من قبل الجهات المعنية لتحسين اتخاذ القرار وضمان استدامة البنية التحتية الحضرية.

مشكلة الدراسة:

تُعد مشاريع شبكات تصريف السيول من المكونات الأساسية للبنية التحتية في المدن الحديثة، حيث تسهم في حماية الأرواح والممتلكات وضمان استدامة التنمية الحضرية. إلا أن العديد من هذه المشاريع تواجه تحديات معقدة ناتجة عن غياب التكامل بين إدارة المخاطر ومبادئ الاستدامة في مراحل التخطيط والتنفيذ والتشغيل. فغالبًا ما تُدار المخاطر البيئية والهندسية والمالية بمعزل عن الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية للاستدامة، مما يؤدي إلى ضعف كفاءة الأداء، وارتفاع التكاليف التشغيلية، وتزايد احتمالية الفشل أثناء الأزمات المناخية.

تشير المراجعة الأولية للأدبيات إلى وجود فجوة بحثية واضحة تتمثل في قلة النماذج الإدارية المتكاملة التي تربط بين إدارة المخاطر والاستدامة لتحسين الأداء والجودة في مشاريع تصريف السيول، خصوصًا في البيئات الجافة مثل المملكة العربية السعودية.

لذلك، تنبع مشكلة الدراسة من الحاجة إلى تطوير إطار إداري متكامل يحقق التوازن بين تقليل المخاطر وتعزيز الاستدامة، بما ينعكس إيجابًا على جودة وكفاءة مشاريع تصريف السيول ودعم جاهزيتها لمواجهة التغيرات المناخية.

أهمية الدراسة:

تنبع أهمية هذه الدراسة من الدور الحيوي الذي تمثله شبكات تصريف السيول في حماية المدن وضمان استدامة بنيتها التحتية، خصوصًا في ظل التحديات المناخية المتزايدة ومعدلات التحضر السريعة التي تشهدها المملكة العربية السعودية تحديداً مدينة الرياض. ورغم التطور في تقنيات التصميم والتنفيذ، إلا أن ضعف التكامل بين إدارة المخاطر والاستدامة لا يزال يمثل فجوة حرجية تؤثر على أداء هذه المشاريع وجودتها على المدى الطويل.

تتجلى أهمية هذه الدراسة في عدة جوانب رئيسية:

الأهمية العلمية:

- تقدم الدراسة إطارًا إداريًا متكاملًا يجمع بين مفاهيم إدارة المخاطر ومبادئ الاستدامة، بما يساهم في إثراء المعرفة النظرية في مجالات هندسة البنى التحتية والإدارة المستدامة للمشاريع. كما تسد فجوة معرفية قائمة في الأدبيات، خاصة في البيئات الجافة مثل المملكة.
- توفر نتائج الدراسة نموذجًا تطبيقيًا يمكن للجهات التنفيذية والاستشارية في قطاع تصريف السيول استخدامه لتحسين جودة الأداء وتقليل المخاطر التشغيلية والبيئية، وتعزيز كفاءة استهلاك الموارد وتخفيض التكاليف المستقبلية.

الأهمية التنموية:

تدعم الدراسة مستهدفات رؤية المملكة ٢٠٣٠ في مجال التنمية المستدامة وإدارة الموارد الطبيعية بكفاءة، من خلال تمكين مشاريع البنية التحتية من مواجهة التغيرات المناخية وتحقيق الجاهزية والاستدامة طويلة الأمد. بناءً على ما سبق، تمثل هذه الدراسة خطوة مهمة نحو بناء نهج وطني متكامل لإدارة المخاطر والاستدامة في مشاريع تصريف السيول، يساهم في رفع جودة الحياة وضمان التنمية الحضرية المستدامة.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تطوير إطار إداري متكامل يجمع بين مفاهيم إدارة المخاطر والاستدامة في مشاريع شبكات تصريف السيول، بما يسهم في تحسين الأداء والجودة وتعزيز كفاءة واستدامة البنية التحتية الحضرية.

وتتفرع عن هذا الهدف العام الأهداف التفصيلية التالية:

- تحليل واقع إدارة المخاطر في مشاريع شبكات تصريف السيول في المملكة العربية السعودية وتحديد أهم التحديات المرتبطة بها.
- تقييم مستوى تطبيق مبادئ الاستدامة (البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية) في مشاريع تصريف السيول الحالية.
- تحديد العلاقة بين إدارة المخاطر ومبادئ الاستدامة ومدى تأثيرها على الأداء والجودة في هذه المشاريع.
- تصميم إطار إداري متكامل يربط بين إدارة المخاطر والاستدامة لتحسين كفاءة وجودة مشاريع تصريف السيول.
- تقديم توصيات عملية لدعم صُنّاع القرار والجهات المنفذة لتبني ممارسات أكثر استدامة ومرونة في إدارة مشاريع تصريف السيول.

تساؤلات الدراسة

تتمحور التساؤلات الرئيسة والفرعية حول ما يلي:

- كيف يمكن دمج إدارة المخاطر ومبادئ الاستدامة في إطار إداري متكامل يسهم في تحسين الأداء والجودة في مشاريع شبكات تصريف السيول؟
- ما أبرز المخاطر التي تواجه مشاريع شبكات تصريف السيول في المملكة العربية السعودية؟
- إلى أي مدى تُطبَّق مبادئ الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية في هذه المشاريع؟
- ما طبيعة العلاقة بين إدارة المخاطر وتطبيق الاستدامة في تحسين الأداء والجودة؟
- كيف يمكن تصميم إطار إداري متكامل يوازن بين تقليل المخاطر وتعزيز الاستدامة؟
- ما الإجراءات والتوصيات التي يمكن تبنيها لضمان استدامة وكفاءة مشاريع تصريف السيول مستقبلاً؟

فروض الدراسة:

تم صياغة الفرضيات التالية لاختبار العلاقات بين متغيرات البحث:

الفرضيات:

- تؤثر إدارة المخاطر تأثيرًا إيجابيًا ومباشرًا على تحسين الأداء والجودة في مشاريع شبكات تصريف السيول، كما تؤثر بشكل غير مباشر من خلال تعزيز الاستدامة.
- تؤثر إدارة المخاطر تأثيرًا إيجابيًا على الاستدامة في مشاريع شبكات تصريف السيول.
- تؤثر الاستدامة تأثيرًا إيجابيًا على تحسين الأداء والجودة في مشاريع شبكات تصريف السيول.
- تؤثر إدارة المخاطر تأثيرًا إيجابيًا مباشرًا على تحسين الأداء والجودة في مشاريع شبكات تصريف السيول.
- تلعب الاستدامة دورًا وسيطًا جزئيًا في العلاقة بين إدارة المخاطر وتحسين الأداء والجودة.
- يساهم التكامل بين إدارة المخاطر والاستدامة في تعزيز كفاءة واستدامة مشاريع تصريف السيول على المدى الطويل.

الدراسات السابقة:

تُعد مشاريع شبكات تصريف السيول من الموضوعات التي حظيت باهتمام متزايد خلال العقدین الأخيرین، خاصة في ظل التغيرات المناخية المتسارعة واتساع نطاق التحضر.

وقد تناولت الدراسات السابقة عدداً من المحاور الرئيسة المرتبطة بموضوع هذا البحث، يمكن تلخيصها فيما يلي:

١. دراسات حول إدارة المخاطر في شبكات تصريف السيول والفيضانات

(Rözer et al., 2022) From Managing Risk to Increasing Resilience

ناقشت هذه الدراسة التحول في منهجية التعامل مع الفيضانات من إدارة المخاطر التقليدية إلى تعزيز المرونة الحضرية. وأبرز الباحثون أهمية تبني استراتيجيات تعتمد على التعلم من الأحداث السابقة، وتطوير أنظمة قادرة على التكيف مع الظروف المناخية المستقبلية. كما شددت الدراسة على التحديات المرتبطة بنقص البيانات وارتفاع مستوى عدم اليقين في نماذج التنبؤ بالفيضانات، مما يبرز الحاجة إلى أطر أكثر تكاملاً لإدارة مخاطر السيول.

(Ahmad et al., 2024) A Novel GIS-SWMM-ABM Approach for Flood Risk Assessment

قدمت هذه الدراسة منهجاً متطوراً يجمع بين نظم المعلومات الجغرافية ونموذج SWMM والنماذج الإحصائية لتقييم مخاطر السيول في المدن التي تعاني من نقص البيانات. وأظهرت النتائج أن شبكات التصريف التقليدية غير قادرة على التعامل مع الفيضانات حتى في العواصف الصغيرة، مؤكدة ضرورة دمج تقنيات الحد من الجريان السطحي لتعزيز القدرة الاستيعابية للشبكات.

(Abd-Elhamid et al., 2020) – Evaluating the Impact of Urban Growth on Stormwater Drainage

Design

حللت الدراسة تأثير النمو الحضري وتزايد الأسطح غير المنفذة على معدلات الجريان السطحي، موضحة أن تجاهل التوسع العمراني في نماذج التصميم يزيد مخاطر الفيضانات ويرفع تكاليف الإنشاء والصيانة. وقدم الباحثون معادلة تنبؤية تساعد في تحسين دقة التقديرات الهيدرولوجية وتقليل المخاطر المرتبطة بتصميم الشبكات.

٢. دراسات حول الاستدامة وتطبيقات التنمية المستدامة في أنظمة تصريف السيول

(Vishwakarma et al., 2023) – Sustainability Evaluation of Stormwater Drainage Systems in Six

Indian Cities

أجرت الدراسة تقييماً شاملاً لمستوى استدامة شبكات تصريف السيول في ست مدن هندية، باستخدام مؤشرات بيئية وهيدرولوجية وبنوية. وأظهر التحليل وجود فروق كبيرة في الاستدامة بين المدن نتيجة اختلاف المناخ والكثافة السكانية، مما يبرز أهمية الموازنة بين تصميم الشبكات والمعطيات المحلية. كما أوصت الدراسة بتحديث البنية التحتية القديمة ودمج مبادئ الاستدامة في التخطيط الحضري.

(Alhumaid et al., 2018) – Sustainability Evaluation Framework for Arid Environments

طوّر الباحثون إطاراً لتقييم استدامة أنظمة التصريف في البيئات الجافة باستخدام نماذج محاكاة هيدرولوجية ومنهجيات اتخاذ القرار متعدد المعايير. وأظهرت النتائج أن تقنيات كـ **Micro-tunneling** تعد من أكثر الخيارات فعالية واستدامة للمدن الجافة مثل مدن المملكة العربية السعودية.

(Li et al., 2019) – sustainable Design of Urban Stormwater Drainage Systems with LID and Detention Tanks

وخزانات الاحتجاز لتحسين أداء شبكات التصريف. (LID) ركزت الدراسة على تطبيق تقنيات التطوير منخفض الأثر وأظهرت النتائج أن دمج هذه التقنيات يساهم في خفض أحجام الجريان السطحي وتحسين جودة المياه، كما يقدم حلاً مرناً وقابلاً للتطبيق في المدن ذات المخاطر الهيدرولوجية العالية.

٣. دراسات حول نماذج دعم القرار والإدارة المتكاملة لشبكات التصريف

(Almalki, 2020) – A Decision Support System for Optimum Selection and Placement of SUDS

في SWMM في المناطق الجافة باستخدام نمذجة SUDS قدم الباحث نظام دعم قرار شامل لتحديد أفضل حلول وخوارزميات التحسين. وأظهرت الدراسة أن تقنيات مثل الرصف المنفذ والحدائق المطرية توفر فعالية عالية في تقليل الجريان السطحي، خاصة في مدن مثل جدة التي تعاني من مخاطر سيول متكررة. كما بينت الدراسة الحاجة إلى خيارات أكثر مرونة للتكيف مع تأثيرات المناخ المستقبلية.

(Gao et al., 2022) – Review of Urban Flood Resilience

تناولت الدراسة تطور مفهوم المرونة الحضرية من التركيز على البنية التحتية فقط إلى منهج شامل يدمج العوامل المؤسسية والاجتماعية. وأشارت النتائج إلى ضرورة وجود أدوات تقييم أكثر دقة ودمج السياسات والحوكمة المحلية ضمن خطط المرونة، بما يتوافق مع متطلبات الاستدامة وإدارة المخاطر.

٤. دراسات مراجعة شاملة في مجال شبكات تصريف السيول

(Gao et al., 2022) – A Review of Recent Studies on Urban Stormwater Drainage Systems

قدّم الباحث مراجعة نقدية لعدة عقود من الدراسات المتعلقة بإدارة شبكات تصريف السيول، مع تركيز خاص على الفيضانات الحضرية السطحية. وأظهرت الدراسة أن الإدارة المتكاملة للفيضانات تحتاج إلى ربط أنظمة الصرف بالتخطيط الحضري، وأن غياب هذا الربط يؤدي إلى تداخل المشكلات وتكرار أزمات السيول في المدن.

● خلاصة

تتفق الدراسات السابقة في مجملها على أن التكامل بين إدارة المخاطر والاستدامة يمثل ضرورة ملحة لتحسين كفاءة شبكات تصريف السيول في المدن الحديثة. كما تشير إلى أن البيئات الجافة – مثل المملكة العربية السعودية – تحتاج إلى نماذج إدارية وتقنية تختلف عن البيئات الرطبة، نظراً لطبيعة العواصف المفاجئة وطبيعة الأسطح الحضرية. وتدل الأدبيات على وجود فجوة واضحة تتمثل في غياب إطار إداري متكامل يجمع بين الاستدامة وإدارة المخاطر، وهو ما تسعى دراستك لمعالجته بشكل مباشر.

المنطلقات النظرية للدراسة:

تستند هذه الدراسة إلى مجموعة من الأسس والمفاهيم النظرية التي تمثل الركيزة الفكرية لفهم العلاقة بين إدارة المخاطر والاستدامة في مشاريع شبكات تصريف السيول، وأثرهما على الأداء والجودة.

تتمثل أبرز المنطلقات النظرية فيما يلي:

أولاً: مفهوم إدارة المخاطر (Risk Management Concept)

تُعد إدارة المخاطر أحد الركائز الأساسية في إدارة المشاريع الحديثة، وتهدف إلى تحديد المخاطر وتحليلها وتقييمها ووضع استراتيجيات للتعامل معها من أجل تقليل تأثيرها السلبي على المشروع.

وفقاً للمعايير الدولية ((ISO 31000:2018)، فإن إدارة المخاطر تتضمن نهجاً منهجياً لاتخاذ القرارات، ما يسهم في تحسين كفاءة المشاريع واستدامتها التشغيلية.

وفي مشاريع تصريف السيول، تشمل المخاطر المحتملة الجوانب الهيدرولوجية، والبيئية، والإنشائية، والمالية، وكلها تتطلب إطاراً إدارياً متكاملًا لتقليل احتمالية الفشل أثناء الظروف المناخية القاسية.

ثانياً: مفهوم الاستدامة في المشاريع الهندسية (Sustainability in Engineering Projects)

ترتكز الاستدامة على تحقيق توازن بين الأبعاد الثلاثة: الاقتصادية، والاجتماعية، والبيئية، بما يضمن تلبية احتياجات الحاضر دون المساس بحقوق الأجيال القادمة.

وفي مشاريع تصريف السيول، تُسهم الاستدامة في تقليل استهلاك الموارد، وتحسين كفاءة التصميم، وزيادة عمر الأصول الهندسية، فضلاً عن تعزيز قدرة المدن على التكيف مع التغيرات المناخية.

كما أن دمج مبادئ الاستدامة في مراحل المشروع يعزز جودة التنفيذ ويخفض تكاليف التشغيل والصيانة على المدى الطويل.

ثالثاً: العلاقة التكاملية بين إدارة المخاطر والاستدامة (Integration between Risk Management and Sustainability)

تشير الدراسات الحديثة إلى أن إدارة المخاطر والاستدامة ليستا مجالين منفصلين، بل إن كلاً منهما يُعزّز الآخر.

فمن خلال إدارة فعّالة للمخاطر يمكن تقليل احتمالات الفشل وتحقيق الكفاءة التشغيلية، بينما تسهم الاستدامة في ضمان استمرارية الأداء وتقليل الأثر البيئي والاجتماعي.

هذا التكامل يُشكّل الأساس لتطوير إطار إداري موحد (Integrated Framework) يساعد على تحقيق أهداف الجودة، وتحسين الأداء العام لمشاريع تصريف السيول.

رابعاً: نموذج القيمة والمخاطر (Value–Risk Management Integration) يركز الإطار المقترح على مفهوم التكامل بين إدارة القيمة وإدارة المخاطر (Value and Risk Management Integration – VRM)، حيث يتم النظر إلى المخاطر ليس فقط كمصدر للتهديد، بل أيضاً كمصدر للفرص وتحقيق القيمة المضافة.

هذا النموذج يُمكن صانعي القرار من تحقيق التوازن بين خفض المخاطر وتعظيم المنافع، وهو ما يعزز الأداء المستدام في مشاريع البنية التحتية.

المنهجية وطرق البحث:

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي (Descriptive-Analytical Method) ، نظرًا لملاءمته لطبيعة البحث وأهدافه في تحليل العلاقة بين إدارة المخاطر، الاستدامة، وجودة مشاريع شبكات تصريف السيول. كما تم تبني منهجية الطرق المختلطة (Mixed-Methods Approach) ، لدمج التحليل الكمي والنوعي وتحقيق فهم شامل ودقيق للواقع الميداني.

أولاً: جمع البيانات

البيانات الكمية:

تم جمع البيانات الكمية من خلال استبيان موجه للمهندسين والمختصين والمستشارين والمقاولين العاملين في مشاريع تصريف السيول في المدن الرئيسية بالمملكة العربية السعودية (الرياض، جدة، الدمام). اشتمل الاستبيان على أربعة محاور رئيسية: إدارة المخاطر، الاستدامة (البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية)، الأداء والجودة، والعلاقة التكاملية بين إدارة المخاطر والاستدامة.

البيانات النوعية:

تم إجراء مقابلات شبه منظمة مع مجموعة من الخبراء ومديري المشاريع والجهات الحكومية ذات العلاقة. ركزت المقابلات على التحديات والفرص لتطبيق مبادئ إدارة المخاطر والاستدامة، والعقبات التنظيمية والفنية التي تواجه مشاريع تصريف السيول.

ثانياً: تحليل البيانات الكمية باستخدام Excel و AHP

تحليل البيانات الأساسية باستخدام Excel:

إدخال جميع إجابات الاستبيان في جدول Excel.

حساب المتوسطات (Mean) والانحرافات المعيارية (Standard Deviation) لتحديد مستوى التطبيق العام لكل محور. استخدام معاملات الارتباط (Correlation) وتحليل الانحدار (Regression) لدراسة العلاقة بين إدارة المخاطر والاستدامة والأداء والجودة.

تطبيق: AHP (Analytic Hierarchy Process)

تحديد الهدف: اختيار أفضل الممارسات لتطبيق مبادئ الاستدامة وإدارة المخاطر في مشاريع شبكات تصريف السيول.

تحديد المعايير:

بيئية: تقليل مخاطر الفيضانات، تحسين جودة المياه، الحد من التأثير البيئي.

اقتصادية: تكلفة الإنشاء، تكلفة التشغيل والصيانة، كفاءة استخدام الموارد.

اجتماعية: السلامة العامة، رضا المجتمع، قابلية التطبيق والتنفيذ.

بناء الهيكل الهرمي: الهدف الرئيسي في الأعلى، المعايير في المستوى الأوسط، الخيارات المختلفة مثل أنواع SUDS أو مواقع التنفيذ في المستوى الأدنى.

المقارنات الثنائية: إجراء مقارنات بين المعايير باستخدام مقياس ١-٩ لتحديد الأهمية النسبية لكل معيار.

حساب الأوزان النهائية: استخدام Excel لاستخراج الأوزان لكل معيار وخيار، وتحديد الخيار الأمثل بناءً على مجموع الأوزان.

ثالثاً: تحليل البيانات النوعية

تم تصنيف الملاحظات المستخلصة من المقابلات ضمن فئات رئيسية: التحديات، الفرص، التوصيات العملية.

تم دمج النتائج النوعية مع البيانات الكمية لتفسير العلاقة بين إدارة المخاطر والاستدامة والأداء، وتقديم توصيات عملية قابلة للتطبيق.

رابعاً: الدمج والتفسير

تم استخدام النتائج الكمية لتحديد مستويات التطبيق والعلاقة بين المتغيرات، بينما ساعدت البيانات النوعية على توضيح أسباب الفروق والتحديات العملية.

أتاح تطبيق AHP تقديم تقييم منهجي وشفاف للخيارات متعددة المعايير، مما يساهم في اتخاذ قرارات أكثر دقة وموضوعية عند تصميم وتطوير مشاريع شبكات تصريف السيول.

خامساً: مزايا المنهجية

دمج البيانات الكمية والنوعية بطريقة متكاملة لرفع موثوقية النتائج.

تبسيط التحليل باستخدام برنامج Excel فقط مع إمكانية توظيف AHP لتقييم الخيارات متعددة المعايير.

تقديم إطار واضح لدعم صناع القرار في تحسين أداء مشاريع تصريف السيول وتعزيز استدامتها وكفاءتها.

أدوات الدراسة:

اعتمدت الدراسة على مجموعة من الأدوات البحثية التي تُمكن من جمع البيانات وتحليلها بدقة، وذلك لتحقيق أهداف البحث والإجابة عن تساؤلاته، وتشمل ما يلي:

١ • الاستبيان: (Questionnaire)

تم إعداد استبيان موجه للمهندسين والمستشارين والمختصين العاملين في مشاريع شبكات تصريف السيول بمدينة الرياض بهدف قياس مدى تطبيق مبادئ إدارة المخاطر والاستدامة في مراحل المشروع المختلفة، وتحديد العوامل المؤثرة على الأداء والجودة.

اشتمل الاستبيان على أربعة محاور رئيسية:

- إدارة المخاطر في مشاريع تصريف السيول.
- تطبيق مبادئ الاستدامة (البيئية، الاقتصادية، والاجتماعية).
- أداء وجود المشاريع.
- العلاقة التكاملية بين إدارة المخاطر والاستدامة.

• المقابلات شبه المنظمة: (Semi-Structured Interviews)

أجريت مقابلات معمقة مع مجموعة من الخبراء ومديري المشاريع والجهات الحكومية ذات العلاقة (مثل الأمانات ووزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان)، للحصول على رؤى نوعية حول التحديات الحالية والفرص الممكنة لتطبيق الإطار المقترح، والعقبات التنظيمية والفنية التي تواجه المشاريع.

• تحليل الوثائق والمستندات: (Documentary and Project Document Analysis)

تم دراسة التقارير الفنية ووثائق المشاريع السابقة الخاصة بتصريف السيول في مدينة الرياض، بهدف تقييم مدى تضمين مفاهيم إدارة المخاطر والاستدامة في مراحل التخطيط والتنفيذ والتشغيل.

• تحليل البيانات: (Data Analysis)

تم دمج التحليل الكمي والنوعي بطريقة متكاملة لضمان دقة النتائج وسهولة تفسيرها:

• التحليل الكمي باستخدام: Excel

- إدخال بيانات الاستبيان وحساب المتوسطات والانحرافات المعيارية.
- استخدام معاملات الارتباط وتحليل الانحدار لفحص العلاقة بين إدارة المخاطر والاستدامة والأداء والجودة.

• تطبيق: AHP (Analytic Hierarchy Process)

- تقييم الخيارات متعددة المعايير لتطبيق الاستدامة وإدارة المخاطر في مشاريع شبكات تصريف السيول.
- تحديد أوزان المعايير المختلفة (بيئية، اقتصادية، اجتماعية) للوصول إلى أفضل الممارسات والمواقع التطبيقية.

• التحليل النوعي:

- تصنيف نتائج المقابلات ضمن محاور رئيسية: التحديات، الفرص، التوصيات العملية.
- دمج النتائج مع التحليل الكمي لتفسير العلاقة بين إدارة المخاطر والاستدامة والأداء.

حدود الدراسة:

حدود الدراسة: (Delimitations)

تحدد هذه الدراسة بمجموعة من الحدود التي توضح نطاقها ومجال تطبيقها، وهي كما يلي:

• الحدود المكانية:

تركز الدراسة على مشاريع شبكات تصريف السيول في المملكة العربية السعودية (مدينة الرياض) التي تواجه تحديات متزايدة في إدارة الفيضانات والبنية التحتية المرتبطة بها.

• الحدود الزمنية:

تغطي الدراسة الفترة الزمنية الممتدة من عام ٢٠٢٣ م حتى ٢٠٢٥ م ، حيث يتم خلال هذه المدة جمع البيانات وتحليلها في ضوء الخطط والمشاريع الجارية المتعلقة بتطوير شبكات تصريف السيول في مدينة الرياض .

• الحدود البشرية:

تقتصر الدراسة على المهندسين والمختصين والاستشاريين والمقاولين العاملين في مشاريع شبكات تصريف السيول والبنية التحتية، إضافةً إلى عدد من الأكاديميين والباحثين في مجالات إدارة المشاريع والهندسة المدنية والاستدامة.

• الحدود الموضوعية:

تتناول الدراسة العلاقة التفاعلية بين إدارة المخاطر وتطبيق مبادئ الاستدامة، وتأثيرهما في تحسين الأداء والجودة في مشاريع شبكات تصريف السيول، دون التوسع في الجوانب الفنية البحتة (مثل التصميم الهيدرولوجية أو الهيدروليكية التفصيلية).

• الحدود المنهجية أو القيود: (Limitations)

- محدودية توفر البيانات الدقيقة لبعض المشاريع بسبب سرية المعلومات أو عدم توثيقها الكامل.
- الاعتماد على البيانات الذاتية من خلال الاستبيانات والمقابلات، ما قد يعرض النتائج لتحيزات إدراكية.
- تباین السياسات التنظيمية بين المناطق السعودية قد يؤثر على إمكانية تعميم النتائج على جميع المناطق.
- القيود الزمنية التي قد تحد من إجراء متابعة طويلة الأمد لتقييم أثر تطبيق الإطار المقترح مستقبلاً.

- Abd-Elhamid, H. F., Zeleňáková, M., Vranayová, Z., & Fathy, I. (2020). Evaluating the impact of urban growth on the design of storm water drainage systems. *Water (Switzerland)*, 12(6), 1–22. <https://doi.org/10.3390/W12061572>
- Ahmad, S., Jia, H., Ashraf, A., Yin, D., Chen, Z., Ahmed, R., & Israr, M. (2024). A Novel GIS-SWMM-ABM Approach for Flood Risk Assessment in Data-Scarce Urban Drainage Systems. *Water (Switzerland)*, 16(11). <https://doi.org/10.3390/w16111464>
- Alhumaid, M., Ghumman, A. R., Haider, H., Al-Salamah, I. S., & Ghazaw, Y. M. (2018). Sustainability evaluation framework of urban stormwater drainage options for arid environments using hydraulic modeling and multicriteria decision-making. *Water (Switzerland)*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/w10050581>
- Almalki, A. S. (2020). *A decision support system for optimum selection and placement of sustainable urban drainage system (SUDS) in arid and semi-arid region*. May. <http://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/11032/>
- Gao, M., Wang, Z., & Yang, H. (2022). Review of Urban Flood Resilience: Insights from Scientometric and Systematic Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14). <https://doi.org/10.3390/ijerph19148837>
- Li, F., Yan, X. F., & Duan, H. F. (2019). Sustainable Design of Urban Stormwater Drainage Systems by Implementing Detention Tank and LID Measures for Flooding Risk Control and Water Quality Management. *Water Resources Management*, 33(9), 3271–3288. <https://doi.org/10.1007/s11269-019-02300-0>
- Rözer, V., Mehryar, S., & Surminski, S. (2022). From managing risk to increasing resilience: a review on the development of urban flood resilience, its assessment and the implications for decision making. *Environmental Research Letters*, 17(12). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aca8bc>
- Vishwakarma, R. K., Joshi, H., & Goonetilleke, A. (2023). Sustainability Evaluation of the Stormwater Drainage System in Six Indian Cities. *Sustainability*, 15(20), 14906. <https://doi.org/10.3390/su152014906>