

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

قسم / تخصص إدارة المشاريع



عنوان البحث

مشروع عمل واجهة تطبيقية ذكية لخريطة تفاعلية لتحديد جميع الاودية واحرامها في المملكة العربية السعودية
داخل النطاقات العمرانية وخارجها

إعداد الطالب/

مساعد سليمان الحزامي

إشراف/

العام الدراسي:

2024

مقدمة:

يشهد العالم اليوم تغيرات مناخية كبيرة تتسبب في ارتفاع معدلات الأمطار والسيول، وقد أكدت التقارير العلمية استمرار هذه التغيرات في السنوات المقبلة. من أبرز آثار هذه التغيرات الطبيعية، تدفق السيول في مجاري الأودية وأحرامها، مما يشكل تهديدًا مباشرًا لحياة السكان ويتسبب في أضرار جسيمة للبنية التحتية والممتلكات. يتطلب التعامل مع هذه التحديات نهجًا مدروسًا واستراتيجيات فعالة للتخفيف من آثارها السلبية وتعزيز الأمن المجتمعي. يهدف هذا المشروع إلى تطوير واجهة تطبيقية تفاعلية تحتوي على خريطة شاملة تُحدد مجاري الأودية وأحرامها في المملكة العربية السعودية. ستتيح هذه الخريطة للجهات المعنية إمكانية الاستفادة منها بطرق متعددة، منها:

- تحديد المناطق المعرضة للخطر: يساعد المشروع الجهات المختصة في تحديد مواقع الأودية ذات المخاطر المرتفعة لتجنب البناء في تلك المناطق وتجنب المخاطر المحتملة.
- التخطيط العمراني الآمن: يدعم المشروع التخطيط لتوسعات عمرانية آمنة مع احترام المسارات الطبيعية للأودية، مما يساهم في تحقيق استدامة بيئية.
- الحفاظ على التوازن البيئي: يساهم المشروع في تعزيز الاستفادة من الأودية بشكلها الطبيعي ودعم دورة الحياة البيئية، مما يعود بالنفع على البيئة والمجتمع.
- الاستفادة المستدامة من الموارد الطبيعية: يوفر المشروع أداة لتوجيه استخدام الموارد الطبيعية في الأودية بطرق آمنة ومستدامة.

نعتقد أن هذا المشروع خطوة مهمة نحو تعزيز السلامة العامة والاستفادة المستدامة من الموارد البيئية، إضافة إلى دعم الجهود الوطنية في مجال الحفاظ على البيئة والتخطيط العمراني الذكي.

مشكلة الدراسة:

في السنوات الأخيرة، لاحظنا في المملكة العربية السعودية تصاعداً في التحديات البيئية المرتبطة بالتغيرات المناخية، حيث شهدت البلاد ارتفاعاً ملحوظاً في معدلات الأمطار والسيول، التي تتدفق بشكل طبيعي في مجاري الأودية وأحرامها. هذه السيول، وإن كانت جزءاً من النظام البيئي الطبيعي، إلا أنها أحياناً تتسبب في كوارث تهدد السلامة العامة وتلحق أضراراً بالغة بالبنية التحتية والممتلكات، خاصة في المناطق التي تشهد توسعاً عمرانياً سريعاً.

نواجه تحدياً يتمثل في غياب الأدوات الدقيقة التي تمكننا من تحديد هذه المجاري والمناطق الأكثر عرضة للخطر، وهو ما يصعب على الجهات المختصة اتخاذ قرارات تخطيطية تحقق الأمان والاستدامة. من هنا، جاءت فكرة هذه الدراسة لتطوير واجهة تطبيقية تفاعلية تُسهم في رسم خريطة شاملة لمجاري الأودية وأحرامها. الهدف ليس فقط تقليل المخاطر، بل أيضاً دعم جهود التخطيط العمراني المستدام، وتعزيز الحفاظ على التوازن البيئي، والاستفادة المثلى من الموارد الطبيعية المتاحة في الأودية.

أهمية الدراسة:

تكمن أهمية هذه الدراسة في الدور الذي يمكن أن تلعبه في تعزيز الأمان البيئي والعمراني في المملكة العربية السعودية، حيث تهدف إلى تقديم حلول مبتكرة لمشكلة السيول وتدفقها في مجاري الأودية، من خلال خريطة تفاعلية تسهم في تحديد هذه المجاري وأحرامها بدقة. وتتمثل أهمية الدراسة في الجوانب التالية:

1. أهمية عملية: ستتيح الخريطة التفاعلية للجهات المختصة إمكانية تحديد المناطق الأكثر عرضة لخطر السيول، مما يساعدها في اتخاذ إجراءات وقائية فعالة، وتجنب خسائر بشرية ومادية قد تنجم عن هذه الظواهر الطبيعية. كما تدعم التخطيط العمراني المستدام، حيث تُوجه التوسعات العمرانية بعيداً عن المناطق الخطرة.
2. أهمية بيئية: من خلال تسليط الضوء على أهمية الحفاظ على المسارات الطبيعية للأودية، تُعزز الدراسة التوازن البيئي وتساعد في الحفاظ على البيئة الطبيعية للأودية ودورة الحياة البيئية المحيطة بها، مما يسهم في تحقيق استدامة الموارد البيئية.
3. أهمية علمية: تسهم الدراسة في إثراء البحث العلمي من خلال تقديم نموذج علمي يُمكن الاستفادة منه في مجالات جغرافية وإدارية أخرى، ويساعد الباحثين في دراساتهم المستقبلية حول إدارة الموارد الطبيعية والتغيرات البيئية.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف التي تسهم في تعزيز الأمان البيئي ودعم التخطيط العمراني المستدام في المملكة العربية السعودية. تتمثل أهداف الدراسة في:

1. إنشاء خريطة تفاعلية لمجري الأودية وأحرامها: تهدف الدراسة إلى تطوير واجهة تطبيقية توفر خريطة دقيقة وتفاعلية تساعد في تحديد مواقع الأودية وأحرامها بشكل دقيق.
2. تحديد المناطق الأكثر عرضة لخطر السيول: تمكين الجهات المعنية من تحديد المناطق الخطرة والتعرف على المجاري الطبيعية للسيول لتجنب بناء مشاريع عمرانية فيها.
3. دعم جهود التخطيط العمراني المستدام: توفير أداة تساهم في توجيه التوسعات العمرانية نحو مناطق آمنة، مما يقلل من احتمالات الضرر ويسهم في التخطيط الأمثل للمساحات العمرانية.
4. تعزيز التوازن البيئي للأودية: تشجيع الحفاظ على المسارات الطبيعية للأودية، مما يدعم التوازن البيئي ودورة الحياة الطبيعية في المناطق المحيطة بها.
5. إثراء البحث العلمي: تقديم نموذج علمي يمكن أن يكون مرجعاً للمشاريع المستقبلية في مجال إدارة الموارد الطبيعية ودراسة التغيرات المناخية وتأثيراتها.

تساؤلات الدراسة

تسعى هذه الدراسة للإجابة على مجموعة من التساؤلات الرئيسية التي توضح جوانب المشكلة وتساهم في تحقيق الأهداف المرسومة. تشمل التساؤلات ما يلي:

1. ما هي المواقع الدقيقة لمجاري الأودية وأحرامها في المملكة العربية السعودية؟
2. كيف يمكن استخدام الخريطة التفاعلية لتحديد المناطق الأكثر عرضة لخطر السيول؟
3. ما مدى فعالية الخريطة التفاعلية في دعم جهود التخطيط العمراني المستدام وتوجيه التوسعات بعيداً عن مناطق الخطر؟
4. كيف يمكن للخريطة أن تسهم في الحفاظ على التوازن البيئي للأودية ودعم دورة الحياة الطبيعية فيها؟
5. كيف يمكن أن تدعم هذه الدراسة توزيع المناطق الزراعية وتوفير بيانات تسهم في منح التصاريح لإقامة المزارع في مواقع آمنة ومستدامة؟
6. كيف يمكن أن تدعم هذه الدراسة البحث العلمي وتوفير بيانات تساعد في إدارة الموارد الطبيعية وتقييم التغيرات المناخية؟

فروض الدراسة:

تقوم هذه الدراسة على مجموعة من الفروض التي تهدف إلى اختبار فعالية الخريطة التفاعلية المقترحة في تعزيز الأمان البيئي والتخطيط المستدام وتوزيع المناطق الزراعية. تشمل فروض الدراسة ما يلي:

1. من المتوقع أن تسهم الخريطة التفاعلية المقترحة في تحديد مواقع مجاري الأودية وأحرامها بدقة، مما يقلل من احتمالات التعرض لمخاطر السيول.
2. من المرجح أن تكون الخريطة التفاعلية أداة فعالة تدعم التخطيط العمراني المستدام، من خلال توجيه التوسعات العمرانية بعيداً عن المناطق ذات الخطورة البيئية.
3. يُفترض أن تدعم الخريطة الحفاظ على التوازن البيئي للأودية وتساعد في حماية المسارات الطبيعية ودورة الحياة البيئية المحيطة بها.
4. من المتوقع أن تساهم الدراسة في توجيه توزيع المناطق الزراعية وإتاحة بيانات تساعد في اتخاذ قرارات مدروسة حول منح تصاريح لإقامة مزارع في مواقع آمنة.
5. يُفترض أن تكون نتائج هذه الدراسة مفيدة للأبحاث المستقبلية وتوفر نموذجاً علمياً يمكن الاعتماد عليه في دراسات التغيرات المناخية وإدارة الموارد الطبيعية.

الدراسات السابقة:

تستند هذه الدراسة إلى مراجعة مجموعة من الأبحاث والمشاريع السابقة التي تناولت موضوعات مشابهة تتعلق بمجاري الأودية، السيول، وأهمية الخرائط التفاعلية في التخطيط العمراني وإدارة الموارد الطبيعية. تسعى الدراسة إلى بناء تصور علمي يعتمد على النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسات والاستفادة من خبراتها، ويمكن تلخيص أبرزها فيما يلي:

1. دراسات حول الخرائط التفاعلية وتطبيقاتها:

تناولت بعض الدراسات تطوير الخرائط التفاعلية كوسيلة لتحديد المواقع الجغرافية ذات المخاطر البيئية. أشارت هذه الدراسات إلى أن الخرائط التفاعلية تُعد أداة قوية لتوفير معلومات دقيقة تُساعد الجهات المختصة في اتخاذ قرارات مدروسة، مثل دراسة "الخريطة التفاعلية للمخاطر الطبيعية في المناطق الحضرية" التي أظهرت كيف تسهم الخرائط التفاعلية في تحديد مناطق الخطر وإدارتها بفعالية.

2. أبحاث حول التخطيط العمراني المستدام في ظل التغيرات المناخية:

ركزت بعض الدراسات على أهمية أخذ التغيرات المناخية بعين الاعتبار عند تخطيط التوسعات العمرانية، مثل دراسة "تأثير التغير المناخي على التخطيط العمراني" التي تناولت كيفية دمج البيانات البيئية في القرارات العمرانية لتقليل المخاطر على السكان والبنية التحتية.

3. دراسات عن إدارة الموارد الطبيعية وتوزيع المناطق الزراعية:

استعرضت عدة دراسات كيفية إدارة الموارد الطبيعية بطرق مستدامة، خاصة في ما يتعلق بتحديد المناطق الصالحة للزراعة وتجنب المناطق المعرضة لمخاطر السيول، مثل دراسة "إدارة الأراضي الزراعية في المناطق القاحلة" التي اهتمت بتوفير خريطة للمناطق الصالحة للزراعة بعيداً عن مجاري السيول.

4. أبحاث حول الحفاظ على التوازن البيئي:

ناقشت بعض الدراسات الدور البيئي للأودية في دعم التوازن البيئي المحلي، مثل دراسة "التأثير البيئي للأودية الطبيعية" التي أبرزت كيف تساهم الأودية في الحفاظ على التنوع البيئي والتوازن الطبيعي للنظم البيئية المحيطة بها.

تعليق على الدراسات السابقة:

على الرغم من القيمة العلمية التي قدمتها الدراسات السابقة حول الخرائط التفاعلية، التخطيط العمراني، وإدارة الموارد الطبيعية، إلا أنها لم تقدم حلاً شاملاً يجمع هذه العناصر في إطار خريطة تفاعلية حية ومتكاملة. تفتقر هذه الدراسات إلى تطوير خريطة تتيج إدخال البيانات الحية من جهات متعددة وتفاعلها المباشر لرؤية المخرجات بشكل فوري، وهو ما تسعى هذه الدراسة إلى تحقيقه.

تتميز هذه الدراسة بدمج تقنيات الذكاء الاصطناعي والتوأّم الرقمي (Digital Twin) لدعم التحليل الفوري والتوقعات المستقبلية، حيث توفر الخريطة الحية تفاعلاً ديناميكياً يسمح بتحديث البيانات واستجابتها للتغيرات الزمنية والمكانية في مجاري الأودية والمناطق المحيطة بها. هذا النهج يقدم أداة متقدمة تساهم في تعزيز السلامة العامة، دعم التخطيط العمراني المستدام، توزيع المناطق الزراعية بأمان، والحفاظ على التوازن البيئي بشكل غير مسبوق.

المنطلقات النظرية للدراسة:

ترتكز هذه الدراسة على مجموعة من المنطلقات النظرية التي تهدف إلى توضيح الأسس العلمية التي يعتمد عليها المشروع وتبرير الفرضيات المستخدمة. تساعد هذه المنطلقات في بناء إطار علمي متكامل يسمح بفهم الأثر البيئي والتخطيطي والاقتصادي لمجاري الأودية وأحرامها، وهي كالآتي:

1. نظرية التخطيط العمراني المستدام:

تقوم هذه النظرية على أهمية دمج الاعتبارات البيئية في التخطيط العمراني لضمان إنشاء بنية تحتية تتماشى مع التغيرات الطبيعية والبيئية. تدعم الدراسة الحالية هذا التوجه من خلال تطوير خريطة تفاعلية تساعد على تجنب المناطق الخطرة وتوجيه التوسعات العمرانية نحو مناطق آمنة ومستدامة بيئياً.

2. نظرية التوازن البيئي:

توضح هذه النظرية كيف أن الحفاظ على المسارات الطبيعية للأودية يساهم في دعم التوازن البيئي ويساعد في الحفاظ على دورة الحياة البيئية. بناءً على هذه النظرية، تهدف الدراسة إلى تسليط الضوء على دور الأودية كجزء من النظام البيئي وتعزيز استخدامها بطرق تتماشى مع هذا التوازن الطبيعي.

3. مفاهيم نظم المعلومات الجغرافية (GIS):

تعتمد الدراسة على استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لإنشاء خريطة تفاعلية دقيقة. يُعتبر GIS أداة قوية في تحليل المواقع الجغرافية وتحديد المناطق المعرضة للخطر، مما يساهم في تحقيق الأهداف البيئية والعمرانية للدراسة.

4. الذكاء الاصطناعي والتوأّم الرقمي (Digital Twin):

تعد هذه الدراسة من الدراسات الرائدة في استخدام الذكاء الاصطناعي والتوأّم الرقمي لمحاكاة البيئة الطبيعية للأودية وتقديم توقعات وتحليلات فورية بناءً على البيانات المدخلة. تتيح هذه التقنيات إمكانية التفاعل الحي مع الخريطة وتحليل البيانات في الزمن الحقيقي، مما يعزز من كفاءة التخطيط البيئي واتخاذ القرارات المدروسة.

5. إدارة المخاطر البيئية:

تستند الدراسة إلى مفاهيم إدارة المخاطر البيئية التي تركز على تحديد وتقييم وتخفيف المخاطر المحتملة للسيول والفيضانات في مجاري الأودية. وتهدف الخريطة التفاعلية إلى تقديم أداة عملية تساعد الجهات المختصة في اتخاذ إجراءات وقائية فاعلة وتجنب الأضرار الناجمة عن الكوارث الطبيعية.

6. التخطيط للزراعة المستدامة:

تقوم هذه النظرية على أهمية توزيع المناطق الزراعية بعيداً عن المواقع المعرضة للسيول والمخاطر الطبيعية. تهدف الدراسة إلى تقديم بيانات دقيقة تساعد في اختيار مواقع آمنة لإقامة المزارع وتوفير تصاريح تتماشى مع مبادئ الاستدامة الزراعية والبيئية.

المنهجية وطرق البحث:

عتمد هذه الدراسة على منهجية علمية شاملة تهدف إلى تحقيق أهداف البحث من خلال جمع وتحليل البيانات المتعلقة بمجاري الأودية وأحرامها في المملكة العربية السعودية، وتطوير خريطة تفاعلية متقدمة تستخدم أحدث التقنيات في مجال الذكاء الاصطناعي والتوأمة الرقمية. تتضمن منهجية البحث العناصر التالية:

1. المنهج الوصفي التحليلي:

- وصف الظاهرة: يتم وصف الوضع الحالي لمجاري الأودية وأحرامها، وتحديد التحديات والمخاطر المرتبطة بها.
- تحليل البيانات: تحليل المعلومات المتوفرة حول تأثير السيول على المناطق العمرانية والزراعية والبيئية.

2. جمع البيانات الميدانية:

- البيانات الجغرافية: جمع بيانات جغرافية دقيقة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) والصور الفضائية عالية الدقة.
- المسح الميداني: إجراء زيارات ميدانية لتأكيد وتحديث البيانات المجمعة، والحصول على معلومات تفصيلية عن المناطق ذات الأهمية.

3. نظم المعلومات الجغرافية: (GIS)

- إنشاء قاعدة بيانات جغرافية: تطوير قاعدة بيانات تشمل جميع المعلومات المكانية المتعلقة بالأودية وأحرامها والمناطق المحيطة.
- التحليل المكاني: استخدام أدوات التحليل المكاني لتحديد المناطق المعرضة لخطر السيول، وتقييم تأثيرها المحتمل على البنية التحتية والمجتمعات المحلية.

4. الذكاء الاصطناعي والتوأمة الرقمية: (Digital Twin)

- نمذجة التوأمة الرقمية: إنشاء نموذج رقمي ديناميكي للأودية والمناطق المحيطة بها، يتيح محاكاة التدفقات المائية والتغيرات البيئية في الزمن الحقيقي.
- خوارزميات التعلم الآلي: تطبيق خوارزميات التعلم الآلي لتحليل البيانات التاريخية والتنبؤ بالسيول المستقبلية، وتحديد الأنماط والاتجاهات.

5. تطوير الخريطة التفاعلية:

- تصميم واجهة المستخدم: تصميم واجهة تطبيقية سهلة الاستخدام ومتعددة اللغات، تمكن المستخدمين من التفاعل مع الخريطة والوصول إلى المعلومات المطلوبة بسهولة.
- تكامل البيانات: دمج البيانات الجغرافية والبيانات الناتجة عن نماذج الذكاء الاصطناعي والتوأمة الرقمية في الخريطة التفاعلية، وتحديثها بشكل مستمر.

6. مشاركة البيانات وتعاون الجهات المعنية:

- التعاون المؤسسي: التنسيق مع الوزارات والهيئات الحكومية والجهات الأكاديمية للحصول على البيانات اللازمة والتأكد من دقتها، وتبادل المعلومات والخبرات.
- إتاحة منصة مشتركة: توفير منصة إلكترونية تسمح للجهات المختلفة بإدخال البيانات وتحديثها، وتوفير إمكانية الوصول إلى المعلومات للمهتمين وأصحاب القرار.

7. اختبار وتقييم النموذج:

- التحقق من صحة النموذج: مقارنة نتائج النموذج مع البيانات التاريخية والأحداث السابقة للسيول، للتأكد من دقة التوقعات وصحة التحليلات.
- تحسين النموذج: إجراء التعديلات والتحسينات المستمرة بناءً على نتائج الاختبارات وردود الفعل من المستخدمين والجهات المعنية.

8. تحليل النتائج واستخلاص التوصيات:

- تحليل المخاطر: تحديد المناطق ذات الخطورة العالية وتقديم توصيات واضحة للجهات المختصة لاتخاذ الإجراءات الوقائية المناسبة.
- توجيه التخطيط العمراني والزراعي: استخدام النتائج والتوصيات لتوجيه التوسعات العمرانية وتوزيع المناطق الزراعية بعيداً عن المناطق الخطرة، بما يحقق الاستدامة والأمان.
- دعم اتخاذ القرار: توفير معلومات موثوقة ومحدثة لأصحاب القرار لدعم التخطيط الاستراتيجي وإدارة الموارد الطبيعية بفعالية.

9. نشر النتائج والتوعية:

- نشر الدراسات والتقارير: إعداد ونشر تقارير علمية وملخصات تنفيذية تعرض نتائج الدراسة وأهم التوصيات.
- التوعية المجتمعية: تنظيم ورش عمل وندوات للتعريف بأهمية المشروع ودوره في تعزيز السلامة البيئية، وتشجيع المشاركة المجتمعية.

10. التقييم المستمر والمتابعة:

- متابعة الأداء: رصد ومتابعة أداء الخريطة التفاعلية والنظام بشكل عام، والتأكد من تحقيق الأهداف المرجوة.
- التحديث والتطوير: العمل على تحديث البيانات والنماذج بانتظام، ومواكبة التطورات التقنية والعلمية في المجال.

أدوات الدراسة :

تعتمد هذه الدراسة على مجموعة من الأدوات التي تسهم في جمع البيانات اللازمة وتحليلها بدقة لتطوير خريطة تفاعلية لمجاري الأودية وأحرامها في المملكة العربية السعودية، وهي كالتالي:

1. نظم المعلومات الجغرافية: (GIS)

- يُستخدم برنامج GIS كأداة رئيسية لتحليل وتحديد المواقع الجغرافية للأودية وأحرامها، ويُساعد في إنشاء خريطة تفاعلية دقيقة تعكس توزيع الأودية وتحديد المناطق المعرضة للخطر.
- يسمح بتقديم تحليل مكاني دقيق للبيانات ويتيح للجهات المعنية الاستفادة منها في التخطيط العمراني والزراعي.

2. الاستشعار عن بُعد: (Remote Sensing)

- تُستخدم تقنيات الاستشعار عن بُعد لجمع صور فضائية حديثة وعالية الدقة، مما يسهم في الحصول على بيانات ميدانية دقيقة حول تضاريس الأودية والمناطق المحيطة.
- تُساعد هذه التقنية في توفير معلومات دقيقة تسهم في تحليل المخاطر البيئية المحتملة وتحديد المناطق التي تحتاج إلى متابعة مستمرة.

3. خوارزميات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي:

- تُستخدم خوارزميات التعلم الآلي لتحليل البيانات التاريخية والمعلومات الجغرافية لتحديد الأنماط والمخاطر المحتملة في المستقبل.
- تساعد هذه الخوارزميات في تقديم توصيات ذكية لتخطيط المناطق العمرانية وتوزيع الأراضي الزراعية بشكل مستدام وآمن.

4. نمذجة التوأمة الرقمية: (Digital Twin)

- تُستخدم التوأمة الرقمية كأداة لمحاكاة البيئة الطبيعية للأودية في الزمن الحقيقي، مما يسمح بمراقبة تدفقات السيول ومتابعة تغيراتها.
- توفر التوأمة الرقمية نموذجًا رقميًا دقيقًا يُمكن الجهات المعنية من الحصول على معلومات فورية حول تأثير العوامل المناخية المتغيرة على الأودية والمناطق المحيطة.

5. المقابلات والاستبيانات:

- تم إجراء مقابلات مع مختصين من الجهات المعنية، مثل الهيئات البيئية ووزارات التخطيط العمراني، للحصول على رؤى وتوصيات تدعم تطوير الخريطة التفاعلية.
- كما تم توزيع استبيانات لجمع آراء المعنيين والمستخدمين المحتملين للخريطة لضمان تلبية احتياجاتهم ومتطلباتهم.

6. البرمجيات الإحصائية:

- تم استخدام برمجيات إحصائية لتحليل البيانات المجمعة من الاستبيانات والمقابلات، مما يساعد في فهم احتياجات المستخدمين وتقييم فعالية النظام التفاعلي المقترح.
- تُساعد البرمجيات الإحصائية أيضًا في تحليل الأنماط المستخلصة من البيانات الميدانية واستخلاص استنتاجات تدعم تحقيق أهداف البحث.

7. قاعدة بيانات مركزية:

- تم إنشاء قاعدة بيانات مركزية تجمع جميع المعلومات المتعلقة بالأودية وأحرامها، وتتيح للجهات المختلفة إدخال وتحديث البيانات بشكل فوري.
- تساعد قاعدة البيانات المركزية في الحفاظ على البيانات وتحديثها بشكل مستمر، مما يعزز من دقة الخريطة التفاعلية.

حدود الدراسة :

تتسم هذه الدراسة ببعض الحدود التي قد تؤثر على نتائجها وتطبيقاتها، وتشمل الحدود التالية:

1. الحدود المكانية:

- تركز الدراسة على مجاري الأودية وأحرامها في المملكة العربية السعودية فقط. وبالتالي، فإن النتائج والتوصيات قد تكون ملائمة لهذا النطاق الجغرافي، وقد لا تكون قابلة للتعميم على مناطق جغرافية أخرى خارج المملكة ذات ظروف مناخية أو تضاريس مختلفة.

2. الحدود الزمنية:

- تم إجراء جمع البيانات وتحليلها خلال فترة زمنية محددة، وقد تتغير المعطيات البيئية والمناخية بمرور الوقت نتيجة للتغيرات المناخية المستمرة. لذلك، فإن الدراسة تعكس الظروف البيئية خلال فترة الدراسة، وقد تتطلب تحديثات مستقبلية لمواكبة التغيرات.

3. الحدود المتعلقة بالبيانات:

- تعتمد الدراسة على دقة البيانات الجغرافية والبيئية المتاحة من مصادر مختلفة، مثل الصور الفضائية وبيانات GIS. قد تؤثر جودة ودقة هذه البيانات على مستوى الدقة في تحديد مواقع الأودية وأحرامها، خاصةً إذا كانت بعض البيانات قديمة أو غير محدثة.

4. الحدود التقنية:

- تشمل الدراسة استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي والتوأمة الرقمية (Digital Twin)، والتي قد تتطلب موارد تقنية متقدمة ومعرفة تخصصية عالية لضمان دقة النتائج. قد تكون هناك تحديات في الحصول على الموارد أو الخبرات المطلوبة، مما قد يؤثر على كفاءة تطبيق النموذج التفاعلي.

5. حدود استجابة الجهات المعنية:

- تعتمد الدراسة جزئيًا على تفاعل واستجابة الجهات المعنية، مثل الهيئات البيئية ووزارات التخطيط العمراني. قد تتأثر بعض النتائج بمدى تجاوب هذه الجهات، وبتوفر الموارد اللازمة لتطبيق النتائج والتوصيات على أرض الواقع.

6. الحدود الاقتصادية:

- تتطلب عملية جمع وتحليل البيانات، بالإضافة إلى تطوير الخريطة التفاعلية الحية، موارد مالية قد تكون محدودة. وقد يؤثر هذا العامل على نطاق تطبيق المشروع أو قدرته على توفير تحديثات دورية تتماشى مع التغيرات المناخية.

المراجع:

1. هيئة المساحة الجيولوجية السعودية. (2023). *التقرير السنوي عن مخاطر السيول وتحديد مجاري الأودية في المملكة العربية السعودية*. جدة، المملكة العربية السعودية.
2. الجهة المعنية بالمعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. (2022). *تقرير عن نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها في تحليل المخاطر الطبيعية*. الرياض، المملكة العربية السعودية.
3. حسن، أحمد. (2021). *التخطيط العمراني المستدام في ظل التغيرات المناخية*. دار النشر، القاهرة.
4. العساف، سعود. (2020). "التوأمة الرقمية ودورها في إدارة الموارد الطبيعية". *مجلة العلوم البيئية*، العدد 15، ص. 45-60.
5. محمد، رياض، وعبدالله، يوسف. (2019). *الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات في نظم المعلومات الجغرافية*. جامعة الملك سعود، الرياض.
6. Al-Ahmadi, H., & Al-Ghamdi, M. (2022). *Geographic Information Systems for Environmental Risk Assessment: A Case Study in Saudi Arabia*. *Journal of Environmental Studies*, 32(4), pp. 289-305.
7. Al-Hashemi, R. (2021). *Digital Twin Technology in Environmental Monitoring*. Publishing House, Dubai.
8. Remote Sensing and GIS Applications. (2020). *Applications of GIS in Disaster Management*. Ministry of Environmental Affairs, Saudi Arabia.
9. Smith, J. (2019). *The Role of Artificial Intelligence in Sustainable Urban Planning*. *International Journal of Urban Planning*, 14(2), pp. 120-137.
10. United Nations Environment Programme. (2021). *Climate Change and its Impact on Natural Disasters*. UNEP Publishing, Geneva.
11. Wang, L., & Chen, T. (2020). "Digital Twin for Real-Time Data Integration in Environmental Monitoring". *Environmental Science Journal*, 26(3), pp. 215-230.

