

عنوان البحث

"أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوغرافي (GeoAI) في تعزيز كفاءة
صناعة القرار التنفيذي: دراسة تطبيقية على مشاريع شركة المياه الوطنية
بالمنطقة الجنوبية"

إعداد الطالب: منصور أحمد مبارك القحطاني

الرقم الأكاديمي: 253000818

إشراف

د. فايز علي جراد

د. الفصيل عبد الحميد محمد

العام الدراسي

1447/2026

المقدمة:

يشهد قطاع المياه في المملكة العربية السعودية تحولًا متسارعًا نحو رفع كفاءة التشغيل، وتحسين جودة الخدمات، وتعزيز الاستدامة، في ظل تحديات متزايدة ترتبط بندرة الموارد، واتساع النطاق الجغرافي للخدمة، وارتفاع كلفة البنية التحتية، والحاجة إلى قرارات تنفيذية أكثر سرعة ودقة ومرونة. وتؤكد الاستراتيجية الوطنية للمياه 2030 أن من أولويات القطاع ضمان استمرارية الإمداد، وتحسين جودة وكلفة خدمات المياه والصرف الصحي، وتعزيز الحوكمة والابتكار، بينما تؤكد شركة المياه الوطنية توجهها نحو تسريع تنفيذ المشاريع، وتقوية البنية التحتية، والتشغيل والإدارة الإلكترونية للخدمات المائية؛ وهو ما يجعل تطوير أدوات القرار التنفيذي ضرورة تنظيمية لا خيارًا تقنيًا ثانويًا، (Ministry of Environment, Water and Agriculture; National Water Company).

وفي هذا السياق، برز الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) بوصفه أحد أكثر الاتجاهات تطورًا في علوم البيانات المكانية، لأنه يجمع بين الذكاء الاصطناعي، ونظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بعد، والتحليل المكاني المتقدم، بما يسمح بمعالجة كميات ضخمة من البيانات المكانية والزمانية، واكتشاف الأنماط الخفية، وبناء نماذج تنبؤية، وإنتاج معرفة مكانية قابلة للتوظيف في التخطيط والتشغيل واتخاذ القرار. وتشير الأدبيات الحديثة إلى أن GeoAI تجاوز الاستخدامات الوصفية التقليدية للخرائط إلى أدوار أكثر تقدمًا تتعلق بالتنبؤ، وتمثيل العلاقات المكانية المعقدة، ودعم القرارات القائمة على الأدلة في البيئات الحضرية والبنى التحتية والأنظمة المعقدة، (Avram, 2026; Mai et al., 2025).

كما أن القيمة الحقيقية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي لا تكمن فقط في الأتمتة، بل في قدرتها على تعزيز كفاءة نظم دعم القرار، وتحسين دقة التحليل، وتسريع الوصول إلى البدائل، ورفع مستوى

الشفافية والثقة في القرارات المؤسسية، خصوصًا عندما تكون تلك القرارات معقدة ومتعددة المتغيرات. وقد بينت الأدبيات الحديثة أن دمج الذكاء الاصطناعي في البيئات التنظيمية والحوكمة العامة يساهم في دعم التحليل الفوري، والتخطيط التنبؤي، وتطوير قرارات أكثر استنادًا إلى البيانات، مع بقاء الشفافية وقابلية التفسير عاملين حاسمين في فعالية التطبيق المؤسسي، (Kovari, 2024).

وتتضاعف أهمية هذا التوجه في مشاريع المياه، لأن هذا القطاع يعتمد بطبيعته على بيانات مكانية متغيرة ومتشابكة تشمل مواقع الشبكات والخزانات والمحطات، وأنماط التوسع العمراني، ومناطق الأعطال، والكثافات السكانية، وأولويات التغطية، ومخاطر الانقطاع أو الضغط أو الفاقد. وقد أكدت المراجعات الحديثة في مجال إدارة الموارد المائية أن دمج الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، وتعلم الآلة يتيح قرارات أكثر دقة وديناميكية في البيئات المائية الشحيحة، كما أن الذكاء الاصطناعي أصبح يؤدي دورًا متزايدًا في التنبؤ، والمراقبة، وإدارة البنية التحتية، والتحكم التشغيلي في النظم المائية، (Gacu et al., 2025; Rabie et al., 2025). ويكتسب هذا البعد أهمية أكبر في المنطقة الجنوبية من مشاريع شركة المياه الوطنية، في ضوء اتساع حجم المشروعات الجارية؛ إذ أعلنت الشركة خلال عام 2025 عن تنفيذ 38 مشروعًا في عسير، و19 مشروعًا في جازان، و9 مشروعات في نجران ضمن نطاق التجمع الجنوبي، بما يعكس حجم التعقيد التنفيذي والحاجة إلى أدوات قرار مكانية ذكية، (NWC, 2025a, 2025b, 2025c).

ومن ثم، فإن دراسة أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوجرافي على كفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية تمثل موضوعًا ذا قيمة علمية وتطبيقية عالية؛ لأنها تقع عند تقاطع التحول الرقمي، والتحليل المكاني الذكي، وإدارة المشاريع، وفعالية القرار التنفيذي في قطاع خدمي حيوي. كما أن هذه الدراسة تستجيب لحاجة بحثية واضحة تتمثل في محدودية الدراسات

العربية التطبيقية التي تناولت GeoAI في قطاع المياه من منظور إداري تنفيذي، لا من منظور تقني بحت، وبخاصة داخل بيئة مؤسسية سعودية ترتبط مباشرة بالتخطيط المكاني، وإدارة المشاريع، ورفع كفاءة الاستجابة التشغيلية. وعليه، فإن هذا البحث يتجه إلى فحص الكيفية التي يمكن من خلالها لتطبيقات GeoAI أن تسهم في تحسين سرعة القرار التنفيذي، ودقته، وجودة تخصيص الموارد، والقدرة على التعامل مع المشكلات الميدانية في مشاريع المياه، بما ينسجم مع متطلبات الكفاءة المؤسسية والاستدامة التشغيلية، (Avram, 2026; Mai et al., 2025).

مشكلة الدراسة:

في ظل التوسع المتزايد في مشاريع المياه والبنية التحتية بالمنطقة الجنوبية، وما يصاحب ذلك من تعقيد مكاني وتشغيلي يتطلب قرارات تنفيذية سريعة ودقيقة وفعالة، تبرز الحاجة إلى توظيف تقنيات أكثر تطوراً في تحليل البيانات ودعم الإدارة التنفيذية. ويعد الذكاء الاصطناعي الجيوغرافي (GeoAI) من الاتجاهات الحديثة التي تجمع بين الذكاء الاصطناعي والتحليل المكاني ونظم المعلومات الجغرافية، بما يتيح إمكانيات واعدة في معالجة البيانات المكانية، والتنبؤ بالمشكلات، وتقديم تصورات ذكية تدعم المفاضلة بين البدائل التنفيذية. ومع ذلك، ما يزال من غير الواضح على المستوى التطبيقي مدى إسهام تطبيقات GeoAI في تعزيز كفاءة صناعة القرار التنفيذي، خاصة من حيث سرعة القرار، ودقته، وجودة تخصيص الموارد، والاستجابة للمشكلات الميدانية، الأمر الذي يبرز الحاجة إلى دراسة هذه العلاقة بصورة علمية منظمة للكشف عن طبيعة هذا الأثر وأبعاده المختلفة.

أسئلة الدراسة:

وانطلاقاً من هذه المشكلة، تسعى الدراسة إلى الإجابة عن السؤال الرئيسي الآتي:

ما هو أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) على كفاءة صناعة القرار التنفيذي

في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية؟

ويتفرع عن هذا السؤال الرئيسي الأسئلة الآتية:

1. إلى أي مدى يسهم جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية في تحسين كفاءة صناعة القرار

التنفيذي؟

2. إلى أي مدى يسهم التحليل المكاني التنبئي في تحسين كفاءة صناعة القرار التنفيذي؟

3. ما هو أثر التصور المكاني الذكي ودعم القرار على كفاءة صناعة القرار التنفيذي؟

4. ما هو أثر التكامل التشغيلي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي مع إدارة المشاريع على

كفاءة صناعة القرار التنفيذي؟

أهمية الدراسة:

الأهمية العلمية: تستمد هذه الدراسة أهميتها العلمية من تناولها موضوعاً حديثاً يقع عند تقاطع الذكاء

الاصطناعي الجغرافي، وصناعة القرار التنفيذي، وإدارة مشاريع البنية التحتية المائية. فهذا المجال ما

يزال في طور التوسع البحثي، خاصة في الدراسات العربية التطبيقية، رغم أن الأدبيات الحديثة تؤكد

أن GeoAI أصبح من الاتجاهات الرئيسية في تحليل البيانات المكانية ودعم التخطيط والتقييم

وصناعة القرار في البيئات المعقدة، (Mai et al., 2025; Avram, 2026).

الأهمية النظرية: تسهم الدراسة في إثراء البناء النظري المرتبط بتوظيف التقنيات الذكية في المؤسسات

المختلفة، من خلال نقل GeoAI من كونه أداة تقنية لتحليل الخرائط والبيانات المكانية إلى كونه

مدخلاً يمكن الاستناد إليه في تفسير وتحسين كفاءة القرار التنفيذي. كما تدعم الدراسة الاتجاهات

الحديثة التي ترى أن القيمة الحقيقية لتطبيقات GeoAI لا تقتصر على الوصف المكاني، بل تمتد إلى دعم التنبؤ، وتقييم المخاطر، وصياغة قرارات أكثر استنادًا إلى البيانات.

الأهمية التطبيقية: تتبع الأهمية التطبيقية للدراسة من ارتباطها بقطاع المياه، وهو قطاع حيوي يتطلب قرارات تنفيذية دقيقة وسريعة بسبب تعقيد الشبكات، واتساع النطاق الجغرافي للمشاريع، وتعدد المتغيرات التشغيلية والمكانية المؤثرة فيه. وتؤكد الاستراتيجية الوطنية للمياه في المملكة أن من أولويات القطاع ضمان استمرارية الخدمة، وتحسين جودة وكفاءة خدمات المياه والصرف الصحي، وتعزيز الإدارة المستدامة للموارد، وهو ما يجعل البحث في أدوات دعم القرار الذكية ذا قيمة تطبيقية مباشرة لهذا القطاع.

الأهمية المؤسسية: تكتسب الدراسة أهميتها المؤسسية من كونها ترتبط ببيئة تنفيذية واقعية داخل مشاريع شركة المياه الوطنية في المنطقة الجنوبية، حيث تتسع رقعة المشاريع وتتنوع بين شبكات وخطوط ومحطات وخدمات صرف صحي، بما يزيد الحاجة إلى أدوات تحليلية تدعم الإدارة التنفيذية في تحديد الأولويات، وتخصيص الموارد، ومتابعة التنفيذ، والاستجابة للمشكلات الميدانية. وقد أعلنت الشركة، على سبيل المثال، بدء تنفيذ 38 مشروعًا للمياه والصرف الصحي في منطقة عسير ضمن التجمع الجنوبي، بما يعكس حجم التعقيد التنفيذي الذي يتطلب قرارات أكثر كفاءة واعتمادًا على البيانات.

الأهمية العملية لصناع القرار: يمكن أن تفيد نتائج هذه الدراسة متخذي القرار في تطوير سياسات العمل وآليات التخطيط والمتابعة في مشاريع المياه، من خلال تحديد الأبعاد الأكثر تأثيرًا لتطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوغرافي في رفع كفاءة القرار التنفيذي. كما قد تساعد في توجيه الاستثمار نحو الأدوات التقنية الأكثر جدوى، وتحسين توظيف البيانات المكانية في معالجة المشكلات التنفيذية، ودعم

التحول المؤسسي نحو ممارسات أكثر ذكاءً وفعالية في إدارة المشاريع. وتتسجم هذه الفائدة مع ما تشير إليه الأدبيات الحديثة من أن GeoAI يدعم التخطيط المكاني، وتقييم المخاطر، وصناعة القرار في النظم الحضرية والبنى التحتية المعقدة.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى:

1. الكشف عن أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوجرافي (GeoAI) على كفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية.
2. تحليل أثر جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية على كفاءة صناعة القرار التنفيذي.
3. فحص أثر التحليل المكاني التنبئي على كفاءة صناعة القرار التنفيذي.
4. استقصاء أثر التصور المكاني الذكي ودعم القرار على كفاءة صناعة القرار التنفيذي.
5. توضيح أثر التكامل التشغيلي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوجرافي مع إدارة المشاريع على كفاءة صناعة القرار التنفيذي.

فروض الدراسة:

تتطلق هذه الدراسة من فرضية رئيسية وهي:

- توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوجرافي وكفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية.

ويتفرع عن هذه الفرضية الرئيسية الفرضيات الفرعية الآتية:

1. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية وكفاءة صناعة

القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية.

2. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التحليل المكاني التنبئي وكفاءة صناعة القرار التنفيذي.

3. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التصور المكاني الذكي ودعم القرار وكفاءة صناعة

القرار التنفيذي.

4. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التكامل التشغيلي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي

الجيوغرافي وإدارة المشاريع وكفاءة صناعة القرار التنفيذي.

5. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين مستوى استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوغرافي

وجودة الاستجابة للمشكلات التنفيذية في مشاريع الشركة محل الدراسة.

حدود الدراسة:

تحدد الدراسة الحالية بعدد من الحدود التي توضح نطاقها العلمي والمنهجي، وتساعد في تفسير

نتائجها في إطارها الصحيح. وتتمثل هذه الحدود فيما يأتي:

الحدود الموضوعية:

تقتصر الدراسة على بحث أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوغرافي (GeoAI) على كفاءة صناعة

القرار التنفيذي، من خلال التركيز على الأبعاد المرتبطة بجمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية،

والتحليل المكاني التنبئي، والتصور المكاني الذكي ودعم القرار، والتكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع.

الحدود المكانية:

تُطبق الدراسة على مشاريع شركة المياه الوطنية في المنطقة الجنوبية بالمملكة العربية السعودية.

الحدود البشرية:

تقتصر الدراسة على العاملين ذوي العلاقة بصناعة القرار التنفيذي وإدارة المشاريع والتشغيل والتحول الرقمي والأنظمة المكانية داخل نطاق الدراسة.

الحدود الزمنية:

تُجرى الدراسة خلال الفترة الزمنية التي يتم فيها جمع البيانات ميدانيًا وتنفيذ الجانب التطبيقي من البحث.

الحدود المنهجية:

تعتمد الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، باستخدام الاستبانة أداة رئيسية لجمع البيانات، بهدف قياس طبيعة العلاقة بين متغيرات الدراسة وتحليلها إحصائيًا.

نموذج الدراسة:

يمثل هذا النموذج التصور العام للعلاقات بين متغيرات الدراسة، ويوضح مدى تأثير استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوغرافي (GeoAI) في كفاءة صناعة القرار التنفيذي.

المتغير المستقل: تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوغرافي (GeoAI)

وهو المتغير الرئيسي الذي يعبر عن مدى استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوغرافي (GeoAI) داخل المؤسسات محل الدراسة، ويمكن قياسه من خلال:

1. جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية

ويقصد بها قدرة النظام على دمج بيانات GIS، والاستشعار عن بعد، وبيانات المواقع، وصور الأقمار الصناعية أو بيانات الأصول والشبكات.

2. التحليل المكاني التنبئي

ويقصد به استخدام نماذج AI للتنبؤ بالمشكلات أو الأولويات أو الأنماط الجغرافية.

3. التصور المكاني ودعم القرار

ويقصد به استخدام الخرائط الذكية ولوحات المؤشرات والنماذج البصرية المكانية لدعم الإدارة.

4. التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع

ويقصد به مدى ارتباط GeoAI بعمليات المتابعة والتخطيط والتنفيذ والرقابة.

المتغير التابع: كفاءة صناعة القرار التنفيذي

وهو الناتج النهائي الذي يسعى البحث لتفسيره، ويمكن قياسه من خلال:

1. سرعة اتخاذ القرار

- اختصار الزمن اللازم لاتخاذ القرار.
- سرعة الاستجابة للمشكلات الميدانية.

2. دقة القرار

- انخفاض القرارات غير الملائمة.
- زيادة موثوقية القرار التنفيذي.

3. جودة تخصيص الموارد

- تحسين توزيع الموارد البشرية والمادية.

- رفع كفاءة توجيه الجهود للمواقع ذات الأولوية.

4. القدرة على إدارة المخاطر

- تحسين التنبؤ بالمشكلات التنفيذية.
- تقليل المفاجآت التشغيلية.

5. فاعلية المتابعة والتنفيذ

- تحسين الالتزام بالخطط والجدول.
- مستوى التنسيق بين فرق المشروع
- تحقيق الأهداف المخططة للمشروع

الأطر النظرية المفسرة (Theoretical Lenses)

ينطلق البحث نظرياً من نظرية معالجة المعلومات التنظيمية، بوصفها الإطار النظري الرئيسي، إلى جانب النظرية القائمة على الموارد (Resource-Based View)، بوصفها إطاراً مساعداً لتفسير أن تميز المنظمة وقدرتها على تحقيق أداء متفوق لا يعتمدان فقط على ظروف السوق الخارجية، بل يرتبطان أساساً بما تمتلكه من موارد وقدرات داخلية يصعب تقليدها أو استبدالها.

أولاً: نظرية معالجة المعلومات التنظيمية (Organizational Information Processing Theory)

تُعد نظرية معالجة المعلومات التنظيمية من الأطر النظرية المهمة في تفسير كيفية تعامل المنظمات مع البيئات المعقدة والمتغيرة، إذ تنطلق من افتراض رئيسي يتمثل في أن فعالية المنظمة تعتمد على

مدى التوافق بين احتياجاتها من المعلومات وبين قدرتها على معالجتها. وقد طرح Galbraith (1974) هذا المنظور في سياق تصميم المنظمة، موضحًا أن ازدياد حالة عدم التأكد والتعقيد في بيئة العمل يرفع الحاجة إلى نظم وآليات أكثر كفاءة لجمع المعلومات وتحليلها وتبادلها، بما يدعم اتخاذ القرار وتقليل الغموض. كما وسّع Daft and Lengel (1986) هذا الطرح من خلال بيان أن المنظمات تختلف في متطلباتها المعلوماتية، وأن تصميم الهياكل والوسائط ونظم الاتصال يجب أن يتناسب مع طبيعة المهام ودرجة الغموض المصاحبة لها. ومن هذا المنطلق، تبدو هذه النظرية ملائمة للدراسة الحالية؛ لأن مشاريع المياه تتسم بتعدد المتغيرات المكانية والتشغيلية، بينما تمثل تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوغرافي أداة تنظيمية متقدمة لرفع القدرة على معالجة البيانات المكانية المعقدة وتحويلها إلى معلومات تدعم القرار التنفيذي بكفاءة أعلى.

ثانياً: النظرية القائمة على الموارد (Resource-Based View)

ترى النظرية القائمة على الموارد أن تميز المنظمة وقدرتها على تحقيق أداء متفوق لا يعتمدان فقط على ظروف السوق الخارجية، بل يرتبطان أساسًا بما تمتلكه من موارد وقدرات داخلية يصعب تقليدها أو استبدالها. وقد أسس Wernerfelt (1984) لهذا المنظور حين دعا إلى النظر إلى المنظمة بوصفها حزمة من الموارد الاستراتيجية، ثم قدّم Barney (1991) الصياغة الأشهر للنظرية عندما أوضح أن الموارد التي تولد ميزة مستدامة هي تلك التي تتسم بالقيمة والندرة وصعوبة التقليد وعدم القابلية للاستبدال. وفي التطورات اللاحقة، أكدت مراجعات حديثة أن النظرية القائمة على الموارد ما تزال من أكثر الأطر تأثيرًا في تفسير العلاقة بين الموارد الاستراتيجية والأداء التنظيمي، خاصة عندما تُفهم الموارد بوصفها تشمل الأصول التقنية، والقدرات التحليلية، والمعرفة التنظيمية، ونظم المعلومات المتقدمة، (Barney, 1991; D’Oria et al., 2021). وبالنسبة للدراسة الحالية، يمكن النظر إلى تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوغرافي، وما يرتبط بها من بيانات مكانية ذكية وقدرات تحليلية

وتنبؤية، بوصفها موردًا تنظيميًا استراتيجيًا يمكن أن يعزز جودة القرار التنفيذي ويرفع كفاءة إدارة المشاريع إذا أحسن توظيفه داخل شركة المياه الوطنية.

الدراسات السابقة:

قدّم (Song et al., 2023) دراسة هدفت إلى تقديم نظرة شاملة على تطور الجيوكومبيوترشن و GeoAI في مجال الخرائط والتحليل المكاني. أوضحت الدراسة أن GeoAI أسهم في تطوير التحليل الجغرافي التقليدي ونقل نظم المعلومات الجغرافية ورصد الأرض إلى مرحلة أكثر تقدمًا، مع تصنيف التطبيقات إلى أربعة مجالات رئيسية: المباني والبنية التحتية، وتحليل استخدامات الأراضي، والبيئة الطبيعية والأخطار، والقضايا الاجتماعية والأنشطة البشرية. كما عرضت الدراسة أنواع البيانات التي تقوم عليها تطبيقات GeoAI، ومنها البيانات الميدانية، والبيانات الجغرافية الرسمية، والبيانات الجماهيرية، وبيانات الاستشعار عن بعد، والليدار، والبيانات الإحصائية.

وبيّنت الدراسة أن القيمة المضافة لـ GeoAI لا تقتصر على تحسين الدقة التقنية في رسم الخرائط، بل تمتد إلى كشف الأنماط والعلاقات الجغرافية المعقدة ودعم عمليات الفهم والإدارة واتخاذ القرار في النظم البشرية-الطبيعية المركبة. كما أشارت إلى أن المجال ما يزال يواجه تحديات تتعلق بدمج الخصائص الجغرافية الفريدة داخل النماذج الذكية، وبكيفية الاستفادة المثلى من البيانات المكانية والأرضية في بناء نماذج أكثر تفسيرًا وفاعلية.

كما عرضت دراسة (Mai et al., 2025) تحليلًا كميًا لأدبيات GeoAI من الزوايا المكانية والزمانية والدلالية، من أجل استشراف اتجاهات الجيل القادم من هذا المجال. وصفت الدراسة GeoAI بأنه أحد أسرع الاتجاهات نموًا في علوم البيانات المكانية والجغرافيا، وركزت على عدد من

المسارات الجديدة مثل GeoAI الواعي بالتغاير المكاني، و GeoAI الموجّه بالمعرفة، والتعلّم التمثيلي المكاني، والنماذج الجغرافية الأساسية، والعدالة والخصوصية وقابلية التفسير.

وأبرزت الدراسة أن التطور الحديث في GeoAI يتجه نحو بناء نماذج أكثر قدرة على فهم التعقيد المكاني بدلاً من الاكتفاء بالتصنيف أو التنبؤ التقليديين. كما أوضحت أن مستقبل المجال يعتمد على دمج المعرفة الجغرافية داخل البنى الذكية، وتطوير نماذج قابلة للتفسير وعادلة وواعية بالخصوصية، بما يوسع من قدرة GeoAI على خدمة التحليل والسياسات والتقييم واتخاذ القرار في البيئات المعقدة.

قدّم (Avram, 2026) دراسة مراجعة ركزت على صعود GeoAI بوصفه نموذجًا محوريًا في التحليلات الحضرية. وأوضحت الدراسة أن النمو السريع في البيانات الجغرافية، إلى جانب التقدم في الذكاء الاصطناعي، دفع GeoAI ليصبح أداة مؤثرة في التخطيط المكاني، وتقييم المخاطر، وصنع السياسات في المدن التي تواجه تحديات المناخ، والتفاوتات الاجتماعية والاقتصادية، والضغط البيئية. كما خلصت الدراسة إلى أن الأبحاث الحديثة في هذا المجال أظهرت تحسّنًا في الدعم المنهجي للقرار، وفي الآثار المرتبطة بالمرونة الحضرية، والإدماج الاجتماعي، والحوكمة العادلة. وركزت على أن GeoAI لم يعد مجرد أداة تقنية لتحليل المكان، بل أصبح إطارًا معرفيًا يدعم القرارات المكانية المعقدة من خلال جمع البيانات وتحليلها وتفسيرها بصورة أكثر عمقًا وتكيفًا مع متطلبات الاستدامة.

بينما تناولت دراسة (Rabie et al., 2025) تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وتعلّم الآلة في إدارة الموارد المائية بالمناطق الجافة وشبه الجافة. وأشارت الدراسة إلى أن الإدارة الفعالة للمياه في هذه البيئات تمثل تحديًا كبيرًا بسبب الندرة المائية وتغير المناخ والممارسات غير المستدامة، ولذلك ركزت على كيفية توظيف هذه الأدوات الثلاثة في المراقبة والتحليل وتحسين استخدام المياه.

وبيّنت الدراسة أن الجمع بين الاستشعار عن بعد و GIS وتعلّم الآلة يوفر إطارًا أكثر قوة وواقعية وديناميكية لاتخاذ القرار القائم على البيانات، مقارنة بالاستخدام المنفصل لكل تقنية. وأكدت أن التكامل بين القدرة الرصدية للاستشعار عن بعد، والقوة التحليلية المكانية لـ GIS ، والقدرات التنبؤية والتصنيفية لتعلّم الآلة يتيح قرارات أكثر دقة وفاعلية في البيئات المائية شديدة الحساسية.

كما عرض (Pons-Ausina et al., 2025) دراسة تطبيقية ركزت على تحديث حلول المياه باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي لدعم مديري مرافق المياه في اتخاذ القرار. وقد صُمم التطبيق المستخدم في الدراسة لمساعدة مسؤولي المرافق العامة على معالجة مشكلات الضغط الملحوظة في شبكة مياه الشرب في منطقة Khelvachauri بجورجيا.

وتُظهر الدراسة توجّهًا عمليًا واضحًا نحو تحويل الذكاء الاصطناعي إلى أداة تشغيلية داخل مرافق المياه، من خلال دعم القرار في المشكلات الميدانية الفعلية بدلاً من الاكتفاء بالتحليل النظري. كما تعكس الدراسة أهمية بناء أدوات ذكية موجّهة لحل مشكلات تشغيلية محددة داخل الشبكات، وبخاصة في البيئات التي تتطلب استجابة عملية ومرنة من إدارات المرافق.

بينما استهدفت دراسة (Wanguba et al., 2024) تطوير نموذج دعم قرار لإدارة الطلب على مياه المرافق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والتحليل متعدد المعايير. واعتمدت الدراسة على بيانات متنوعة شملت بيانات الاستشعار عن بعد، والكثافة السكانية، والمخططات المكانية، وخرائط البنية التحتية، وبيانات التوصيلات المائية المقاسة.

وتبرز الدراسة أهمية المزج بين GIS والتحليل متعدد المعايير في قضايا التخطيط المائي، حيث تسمح هذه المقاربة بتنظيم العوامل المكانية والديموغرافية والبنية التحتية ضمن نموذج واحد يساعد على

تحسين إدارة الطلب. كما تعكس الدراسة توجهًا نحو جعل القرار المائي أكثر استنادًا إلى الأدلة المكانية المتعددة بدلاً من الاعتماد على تقديرات تشغيلية منفصلة أو غير متكاملة.

في حين ركزت دراسة (Maity et al., 2024) على أثر تعلم الآلة والتعلم العميق في تطوير العلوم الهيدرولوجية. وأوضحت الدراسة أن الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة والتعلم العميق يعيدون تشكيل البحث الهيدرولوجي وإدارة الموارد المائية والنمذجة والتنبؤ، مع قدرة أعلى على تمثيل العلاقات غير الخطية والتكيف مع البيئات المتنوعة.

كما بينت الدراسة أن هذا التحول لم يعد مقتصرًا على تحسين الأداء التنبؤي، بل امتد إلى الاهتمام بالذكاء الاصطناعي القابل للتفسير ونقل التعلم، بما يفتح الباب أمام نماذج أكثر موثوقية وفهمًا في مجالات مثل التدفق السطحي، والمياه الجوفية، وجودة المياه، والتطبيقات المعتمدة على الاستشعار عن بعد. ويعكس ذلك توسع دور الذكاء الاصطناعي من أداة نمذجة إلى بنية تحليلية متقدمة في إدارة المياه.

قدّم (Gacu et al., 2025) دراسة مراجعة شاملة ناقشت تكامل الذكاء الاصطناعي في إدارة المياه السطحية. وشملت الدراسة تطبيقات متعددة مثل التنبؤ بالجريان، ونقل الرواسب، والتنبؤ بالفيضانات، ومراقبة جودة المياه، إلى جانب تشغيل البنية التحتية كالسدود وأنظمة الري. كما اعتمدت الدراسة على توليف منظم للأدبيات من حقول متعددة تشمل الهيدرولوجيا، وعلوم الحاسب، والهندسة البيئية، وعلوم القرار.

وأشارت الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي أصبح أداة تحويلية في إدارة المياه السطحية، مع تقدم واضح في مجالات المراقبة الفورية والتحكم الذكي في البنية التحتية وتحسين التنبؤ. كما لم تقتصر على العرض التقني، بل أبرزت أيضًا الفوارق المؤسسية والأخلاقية والجغرافية التي ينبغي مراعاتها عند

توسيع استخدام الأنظمة الذكية في هذا القطاع، وقدمت قراءة متعددة الأبعاد للتحويلات الجارية في نظم المياه الذكية.

بينما ركزت دراسة (Razavi-Termeh et al., 2026) على استخدام GeoAI لفهم العوامل المتحكمة في توافر المياه الجوفية. وأوضحت الدراسة أن المياه الجوفية تمثل مصدرًا حيويًا للمياه العذبة في المناطق شبه الجافة، وأن تحديد المناطق ذات الإمكانيات العالية للمياه الجوفية يعد أمرًا مهمًا لإدارة المياه والاستدامة الزراعية. ولأجل ذلك استخدمت الدراسة نموذج CatBoost جرى تحسينه بخوارزمية Fruit Fly Optimization Algorithm لرفع دقة التنبؤ.

ويبرز في هذه الدراسة الاهتمام بكون النماذج الجغرافية الذكية ليست فقط دقيقة، بل أيضًا قابلة للتفسير ومكانية الصياغة، بما يسمح بفهم العوامل التي تتحكم في توافر المياه بدلًا من الاكتفاء بإخراج خرائط احتمالية. وهذا النوع من الدراسات يعكس تطورًا مهمًا في توظيف GeoAI داخل قضايا الموارد المائية، حيث يجمع بين التنبؤ، والتفسير، والتحليل المكاني الصريح.

وقدمت دراسة (Zhao et al., 2025) إطارًا تصوريًا لإدارة احتياطات المياه بطريقة أكثر تكاملًا وواقعية. بينت الدراسة أن إدارة احتياطات المياه تواجه تحديات متزايدة بسبب التقلبات المناخية، وتشتت البيانات، وحدود النماذج التقليدية الساكنة، ولذلك اقترحت دمج التوائم الرقمية، والمراقبة الفورية المعتمدة على إنترنت الأشياء، والمحاكاة، ونظم دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي.

وأكدت الدراسة أن هذا الإطار يتيح مراقبة لحظية، ونمذجة تنبؤية، واتخاذ قرارات قائم على السيناريوهات، بما يتجاوز حدود النظم التقليدية التي تعتمد على بيانات مجزأة أو قراءات غير آنية. كما تقدم تصورًا لمنصة إدارة مائية أكثر اندماجًا، يكون فيها القرار ناتجًا عن مزج البيانات الحية بالتمثيل الرقمي والتحليل الذكي والمحاكاة التفاعلية.

بينما تناولت دراسة (Song et al., 2025) أثر تبني الذكاء الاصطناعي على كفاءة اتخاذ القرار والأداء التنظيمي وعمق التطبيق التقني داخل المنظمات. اعتمدت الدراسة على نموذج قبول التكنولوجيا، واستخدمت تحليل المسار والنمذجة بالمعادلات الهيكلية استنادًا إلى بيانات مسحية من 420 مشاركًا من قطاعات متنوعة. كما ركزت على دور دعم الإدارة العليا، والمنفعة المدركة، وسهولة الاستخدام المدركة في دفع قبول التقنية.

وأظهرت النتائج أن دعم الإدارة العليا يعزز قبول الذكاء الاصطناعي بصورة مباشرة وغير مباشرة، وأن المنفعة المدركة كانت العامل الأكثر تأثيرًا في تبني التقنية، في حين أسهمت سهولة الاستخدام في خفض الحواجز النفسية خاصة في المراحل الأولى. كما وجدت الدراسة أن قبول الذكاء الاصطناعي أدى إلى تحسين واضح في كفاءة اتخاذ القرار والأداء التنظيمي، وساعد على تعميق تدخل التقنية في العمليات التنظيمية عبر تحسين تخصيص الموارد وتعزيز الطابع العلمي للقرار.

المنهجية وطرق البحث:

يعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي التحليلي، لملاءمته لطبيعة الدراسة الحالية التي تستهدف الكشف عن أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوغرافي (GeoAI) على كفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية. ويُعد هذا المنهج مناسبًا في الدراسات الإدارية والتطبيقية التي تهدف إلى وصف الظاهرة كما هي في الواقع، وتحليل العلاقات بين متغيراتها، وقياس درجة التأثير بينها بصورة منظمة، وصولًا إلى نتائج يمكن الاستناد إليها في التفسير واتخاذ التوصيات.

كما يتبنى البحث المدخل الكمي في جمع البيانات وتحليلها، من خلال تصميم استبانة تُوجّه إلى العاملين ذوي العلاقة بموضوع الدراسة، بهدف قياس تصوراتهم حول مستوى استخدام تطبيقات الذكاء

الاصطناعي الجيوغرافي وأثرها في كفاءة صناعة القرار التنفيذي. ويعتمد التحليل الإحصائي على مجموعة من الأساليب المناسبة، مثل المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، ومعاملات الارتباط، وتحليل الانحدار، لاختبار فرضيات الدراسة وبيان طبيعة العلاقة بين المتغير المستقل وأبعاده من جهة، والمتغير التابع من جهة أخرى.

مجتمع الدراسة (Study Population):

يتمثل مجتمع الدراسة في جميع العاملين في شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية ممن ترتبط طبيعة أعمالهم بصناعة القرار التنفيذي أو بإدارة المشاريع أو بالتشغيل أو بالتحول الرقمي أو بالأنظمة المكانية وتحليل البيانات، وذلك لكون هذه الفئات هي الأكثر قدرة على تقييم واقع تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوغرافي ومستوى إسهامها في دعم القرارات التنفيذية داخل المشاريع. ويشمل مجتمع الدراسة بوجه خاص المديرين، ورؤساء الأقسام، والمشرفين، والمهندسين، والمختصين في إدارة المشاريع، والعاملين في مجالات نظم المعلومات الجغرافية، والتحول الرقمي، والتخطيط، والتشغيل، والدعم الفني، ممن لديهم خبرة مباشرة أو غير مباشرة في التعامل مع البيانات المكانية أو مع القرارات التنفيذية المرتبطة بمشاريع المياه والصرف الصحي في المنطقة الجنوبية.

عينة الدراسة (Study Sample):

نظرًا لطبيعة مجتمع الدراسة، فإن العينة المناسبة لهذه الدراسة هي العينة القصدية من العاملين الذين تتوافر لديهم الخبرة والمعرفة الكافية بموضوع الدراسة، باعتبارهم الأقدر على تقديم استجابات دقيقة تعكس واقع استخدام تطبيقات GeoAI في بيئة العمل.

وتتحدد العينة من العاملين المرتبطين مباشرة أو وظيفيًا بإدارة المشاريع، والتشغيل، والتخطيط، والتحول الرقمي، ونظم المعلومات الجغرافية، وصناعة القرار التنفيذي. وسيُراعى عند اختيارها أن تكون كافية من الناحية الإحصائية لتمكين الباحث من اختبار الفرضيات وتحليل العلاقات بين المتغيرات بصورة موثوقة. كما سيتم توزيع الاستبانة على عدد مناسب من الأفراد يمثل مختلف المستويات الإدارية والفنية، بما يسهم في تعزيز دقة النتائج وإمكانية تعميمها في حدود مجتمع الدراسة.

المراجع:

Avram, S. (2026). Advancing urban analytics: GeoAI applications in spatial decision-making and sustainable cities. *Urban Science*, 10(3), 148.

<https://doi.org/10.3390/urbansci10030148>

Barney, J. B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>

Daft, R. L., & Lengel, R. H. (1986). Organizational information requirements, media richness and structural design. *Management Science*, 32(5), 554–571.

<https://doi.org/10.1287/mnsc.32.5.554>

D’Oria, L., Crook, T. R., Ketchen, D. J., Sirmon, D. G., & Wright, M. (2021). The evolution of resource-based inquiry: A review and meta-analytic integration of the strategic resources-actions-performance pathway. *Journal of Management*, 47(6), 1383–1429. <https://doi.org/10.1177/0149206321994182>

Gacu, J. G., Monjardin, C. E. F., Mangulabnan, R. G. T., Pugat, G. C. E., & Solmerin, J. G. (2025). Artificial intelligence (AI) in surface water management: A comprehensive

review of methods, applications, and challenges. *Water*, 17(11), 1707.

<https://doi.org/10.3390/w17111707>

Galbraith, J. R. (1974). Organization design: An information processing view. *Interfaces*, 4(3), 28–36. <https://doi.org/10.1287/inte.4.3.28>

Maity, R., Srivastava, A., Sarkar, S., & Khan, M. I. (2024). Revolutionizing the future of hydrological science: Impact of machine learning and deep learning amidst emerging explainable AI and transfer learning. *Applied Computing and Geosciences*, 24, 100206. <https://doi.org/10.1016/j.acags.2024.100206>

Mai, G., Xie, Y., Jia, X., Lao, N., Rao, J., Zhu, Q., Liu, Z., Chiang, Y.–Y., & Jiao, J. (2025). Towards the next generation of Geospatial Artificial Intelligence. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 136, 104368. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2025.104368>

Ministry of Environment, Water and Agriculture. (n.d.). *National Water Strategy*. <https://www.mewa.gov.sa/en/Ministry/Agencies/TheWaterAgency/Topics/Pages/Strategy.aspx>

National Water Company. (2025, March 7). *NWC began 19 water and sanitation projects in Jazan at SR 1.5+ billion*. <https://www.nwc.com.sa/EN/MediaCenter/News/pages/jazan19.aspx>

National Water Company. (2025, July 20). *NWC begins 9 water and sanitation projects in Najran at over SR 551 million*. <https://www.nwc.com.sa/EN/MediaCenter/News/Pages/9projects-in-Najran.aspx>

National Water Company. (2025, August 7). *NWC begins 38 water and sanitation projects in Asir at about SR 2 billion.*

<https://www.nwc.com.sa/EN/MediaCenter/News/pages/38projects-in-asir.aspx>

Pons-Ausina, J. F., Hosseini, S. N., & Soriano Olivares, J. (2025). AI for smart water solutions in developing areas: Case study in Khelvachauri (Georgia). *Water*, *17*(8), 1119.

<https://doi.org/10.3390/w17081119>

Rabie, A. B., Elhag, M., & Subyani, A. (2025). Remote sensing, GIS, and machine learning in water resources management for arid agricultural regions: A review. *Water*, *17*(21), 3125. <https://doi.org/10.3390/w17213125>

Song, Y., Kalacska, M., Gašparović, M., Yao, J., & Najibi, N. (2023). Advances in geocomputation and geospatial artificial intelligence (GeoAI) for mapping. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *120*, 103300.

<https://doi.org/10.1016/j.jag.2023.103300>

Song, Y., Qiu, X., & Liu, J. (2025). The impact of artificial intelligence adoption on organizational decision-making: An empirical study based on the Technology Acceptance Model in business management. *Systems*, *13*(8), 683.

<https://doi.org/10.3390/systems13080683>

Wanguba, B., Siriba, D. N., & Okumu, B. O. (2024). GIS-based multi-criteria decision analysis model for utility water demand: The case of Lodwar Municipality, Turkana County, Kenya. *Heliyon*, *10*(17), e36518. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36518>

Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, *5*(2), 171–180. <https://doi.org/10.1002/smj.4250050207>