

عنوان البحث

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

إعداد

الطالب: منصور أحمد مبارك القحطاني

الرقم الأكاديمي: ٢٥٣٠٠٠٨١٨

إشراف

د. الفیصل عبد الحمید محمد د. فايز علي جراد

العام الدراسي

٢٠٢٦/١٤٤٨هـ م

حقوق الطباعة

حقوق الطباعة تمتلكها جامعة ميدأوشن. حيث إن جميع المواد والمحتويات الواردة في هذا البحث هي ملك للجامعة، ولا يجوز استخدامها أو إعادة نشرها أو توزيعها بدون إذن مسبق من جامعة ميدأوشن.

الباحث

المستخلص

هدفت الدراسة إلى الكشف عن أثر استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) في كفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية، من خلال دراسة أربعة أبعاد رئيسية هي: جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية، والتحليل المكاني التنبئي، والتصور المكاني ودعم القرار، والتكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع. كما تناولت الدراسة أثر هذه التطبيقات في جودة القرار والاستجابة للمشكلات التنفيذية.

اعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي والمدخل الكمي، واستخدمت الاستبانة أداة رئيسية لجمع البيانات من عينة قصدية مكونة من (٣٤) من العاملين ذوي العلاقة بالتشغيل والصيانة، والتحول الرقمي، ونظم المعلومات الجغرافية، والمجالات الإدارية والفنية في الشركة محل الدراسة. وقد جرى تحليل البيانات باستخدام المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، ومعامل ارتباط بيرسون، وتحليل الانحدار الخطي. وأظهرت أداة الدراسة درجة مرتفعة من الصدق والثبات، حيث بلغ معامل ألفا كرونباخ للأداة ككل (0.968).

أظهرت النتائج أن مستوى استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي جاء مرتفعاً جداً، بمتوسط حسابي بلغ (٤.٣٩) ووزن نسبي قدره (٨٧.٨٠%). كما جاءت كفاءة صناعة القرار التنفيذي بمستوى مرتفع جداً، بمتوسط بلغ (٤.٤٧)، في حين بلغ متوسط جودة القرار والاستجابة التنفيذية (٤.٦٢). وأثبتت النتائج وجود علاقة موجبة قوية ودالة إحصائياً بين استخدام تطبيقات GeoAI وكفاءة صناعة القرار التنفيذي، حيث بلغ معامل الارتباط (٠.٨٩٣)، وفسرت التطبيقات نحو (٧٩.٧%) من التباين في كفاءة القرار. كما أظهرت النتائج أن التحليل المكاني التنبئي كان أقوى الأبعاد ارتباطاً بكفاءة القرار، بمعامل ارتباط بلغ (٠.٩٦٣) ومعامل تحديد بلغ (٠.٩٢٨). كذلك وجدت علاقة موجبة قوية بين استخدام GeoAI وجودة القرار والاستجابة التنفيذية، بمعامل ارتباط بلغ (٠.٩٠٤)، ومعامل تحديد بلغ (0.818).

وخلصت الدراسة إلى أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي تسهم في تحسين دقة القرارات وسرعتها، ورفع كفاءة تخصيص الموارد، ودعم التخطيط التنبئي، وتقليل الأخطاء والمخاطر، وتعزيز متابعة تنفيذ المشاريع. وأوصت الدراسة بالتوسع في استخدام التحليل المكاني التنبئي، وتطوير منصة مكانية موحدة، وتعزيز التكامل بين GeoAI وأنظمة إدارة المشاريع والتشغيل والصيانة، إلى جانب تدريب العاملين ووضع إطار واضح لحوكمة البيانات والنماذج الذكية.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي الجغرافي، التحليل المكاني التنبئي، القرار التنفيذي، نظم المعلومات الجغرافية، مشاريع المياه.

الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين الذي بنعمته تتم الصالحات، وله الحمد والشكر أولاً وآخراً على ما منَّ به عليَّ من توفيق وعون لإتمام هذه الدراسة. وأتقدم بخالص الشكر وعظيم الامتنان إلى المشرفين الكريمين:

الدكتور الفيصل عبد الحميد محمد

والدكتور فايز علي جراد،

لما قدماء من توجيه علمي سديد، وملاحظات قيِّمة، ومتابعة مستمرة أسهمت في تطوير هذه الدراسة وإخراجها بالصورة العلمية المنشودة. كما أتوجه بالشكر إلى جامعة ميدأوشن، وكلية الإدارة، وأعضاء الهيئة التدريسية في برنامج ماجستير إدارة الأعمال، لما وفرّوه من بيئة علمية ومعرفية داعمة طوال فترة الدراسة. وأخص بالشكر والتقدير مسؤولي ومنسوبي شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية، ولا سيما العاملين في مجالات إدارة المشاريع والتشغيل والتخطيط والتحول الرقمي ونظم المعلومات الجغرافية، على تعاونهم وتقديمهم المعلومات والاستجابات التي أسهمت في إنجاز الجانب التطبيقي للدراسة. ولا يفوتني أن أعبر عن عميق امتناني لأسرتي وكل من ساندني وشجعني وقدم لي الدعم المعنوي والعلمي خلال مسيرتي البحثية؛ فلکم جميعاً خالص الشكر والتقدير، وأسأل الله أن يجعل هذا العمل نافعاً ومهماً في دعم توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي ورفع كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي في مشاريع المياه.

الباحث: منصور أحمد مبارك القحطاني

فهرس المحتويات

أ	حقوق الطباعة
ب	المستخلص
ج	الشكر والتقدير
د	فهرس المحتويات
و	قائمة الجداول
١	الفصل الأول: المدخل العام للبحث
٢	المقدمة
٣	مشكلة الدراسة
٤	سؤال البحث الرئيسي
٤	أسئلة البحث الفرعية
٥	أهمية الدراسة
٦	أهداف الدراسة
٦	فرضيات الدراسة
٧	حدود الدراسة
٨	نموذج الدراسة
٩	خاتمة الفصل
١٠	الفصل الثاني: الإطار النظري و الدراسات السابقة
١١	تمهيد
١١	الإطار النظري
٢١	الدراسات السابقة
٢٤	أوجه الاستفادة من الدراسات السابقة
٢٦	ما يميز هذه الدراسة عن الدراسات السابقة
٢٧	خلاصة الفصل
٢٩	الفصل الثالث: منهجية البحث
٣٠	تمهيد

٣٠	المنهجية وطرق البحث
٣٠	مجتمع الدراسة
٣١	عينة الدراسة
٣٤	أدوات الدراسة
٣٥	صدق فقرات أداة الدراسة
٣٨	ثبات الاستبانة
٤٠	معيار التصحيح
٤٠	المعالجة و الأدوات الإحصائية المستخدمة
٤٢	الفصل الرابع: تحليل البيانات و النتائج و التوصيات و المقترحات
٤٣	تمهيد
٤٣	تحليل البيانات
٤٩	اختبار فرضيات البحث
٦١	النتائج
٦٦	التوصيات والمقترحات
٦٩	المراجع
٧٣	الملاحق

قائمة الجداول

- جدول رقم (١): توزيع العينة حسب الخصائص الديموغرافية _____ ٣١
- جدول رقم (٢): صدق الاتساق الداخلي لمحاوَر الدراسة _____ ٣٦
- جدول رقم (٣): معاملات الثبات ألفا كرونباخ لمحاوَر الاستبانة _____ ٣٧
- جدول رقم (٤): أوزان الإجابات حسب المقياس الخماسي _____ ٣٩
- جدول رقم (٥): المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، والنتيجة، الوزن النسبي، المستوى والرتبة لمتغير _____ ٤٣
- جدول رقم (٦): المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، النتيجة، الوزن النسبي، المستوى والرتبة لمتغير _____ ٤٤
- جدول (٧): المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، النتيجة، الوزن النسبي، المستوى والرتبة لمتغير (ج) التصور المكاني ودعم القرار _____ ٤٥
- جدول (٨): المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، النتيجة، الوزن النسبي، المستوى والرتبة لمتغير (د) التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع _____ ٤٦
- جدول (٩): المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، النتيجة، الوزن النسبي، المستوى والرتبة لمحور كفاءة صناعة القرار التنفيذي _____ ٤٧
- جدول (١٠): المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، النتيجة، الوزن النسبي، المستوى والرتبة لمحور جودة القرار والاستجابة التنفيذية _____ ٤٨
- جدول (١١): توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وكفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية ٤٩
- جدول (١٢): توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية وكفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية ٥١
- جدول (١٣): توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التحليل المكاني التنبئي وكفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية. _____ ٥٣

جدول (١٤ أ): توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التصور المكاني الذكي ودعم القرار وكفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية ٥٥

جدول (١٥): توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التكامل التشغيلي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وإدارة المشاريع وكفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية. ٥٥

جدول (١٦ أ): توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وجودة الاستجابة للمشكلات التنفيذية في مشاريع الشركة محل الدراسة. ٥٩

الفصل الأول

المدخل العام للبحث

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 ٢٠٣٠ 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، ودعم (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 يسهم 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 ٢٠٢٥ عن تنفيذ ٣٨ مشروعًا في عسير، و ١٩ مشروعًا في جازان، و ٩ 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 الجغرافي 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 بحث، 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:

يشهد نطاق مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية توسعاً ملحوظاً في مشروعات شبكات المياه والصرف الصحي والمحطات والخزانات والخطوط الناقلة، وهو ما يترتب عليه ارتفاع مستوى التعقيد المكاني والتشغيلي، وتعدد المواقع والجهات والفرق المشاركة في التنفيذ، فضلاً عن الحاجة المستمرة إلى متابعة تقدم الأعمال، وتحديد أولويات المشروعات، وتوزيع الموارد، والتنبؤ بالمخاطر والاستجابة للمشكلات الميدانية في الوقت المناسب. وتفرض هذه البيئة التنفيذية المتغيرة ضرورة توافر معلومات مكانية دقيقة ومحدثة، وقدرات تحليلية تساعد الإدارة التنفيذية على اتخاذ قرارات سريعة وموثوقة، بدلاً من الاعتماد على البيانات المتفرقة أو المعالجات التقليدية التي قد لا تكون كافية للتعامل مع حجم البيانات وتعقيد العلاقات المكانية في المشاريع.

وعلى الرغم من التقدم في استخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات التحول الرقمي داخل قطاعات البنية التحتية، فإن الاستفادة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) لا تزال تحتاج إلى دراسة تطبيقية تكشف مدى إسهامها الفعلي في دعم القرار التنفيذي داخل مشاريع المياه.

وتتمثل تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي في الدراسة الحالية في أربعة أبعاد رئيسية هي: جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية بما يسمح بدمج بيانات الشبكات والأصول والمواقع وصور الأقمار الصناعية؛ والتحليل المكاني التنبئي للكشف عن الأنماط والتنبؤ بالأعطال والمخاطر والأولويات؛ والتصور المكاني الذكي ودعم القرار من خلال الخرائط التفاعلية ولوحات المؤشرات المكانية؛ والتكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع بما يربط التحليل المكاني بعمليات التخطيط والمتابعة والتنفيذ والرقابة.

وفي المقابل، تتمثل كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي في قدرة الإدارة على تحقيق مجموعة من الأبعاد، تشمل سرعة اتخاذ القرار والاستجابة للمشكلات الميدانية، ودقة القرار وموثوقيته، وجودة تخصيص الموارد البشرية والمادية، والقدرة على إدارة المخاطر والتنبؤ بالمشكلات، وفاعلية متابعة تنفيذ المشاريع والتنسيق بين فرق العمل وتحقيق الأهداف المخططة. ومن ثم، تتمحور مشكلة الدراسة حول عدم وضوح مدى تأثير أبعاد تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي في هذه الجوانب المرتبطة بكفاءة القرار التنفيذي داخل البيئة الفعلية لمشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية، إلى جانب محدودية الدراسات العربية التي تناولت GeoAI من منظور إداري وتنفيذي في قطاع المياه، إذ ركزت معظم الدراسات السابقة على الجوانب التقنية أو الهيدرولوجية دون قياس انعكاسها المباشر على كفاءة القرارات وإدارة المشاريع.

وبناءً على ذلك، تسعى الدراسة الحالية إلى معالجة هذه الفجوة من خلال قياس وتحليل أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي، بأبعادها المتمثلة في جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية، والتحليل المكاني التنبئي، والتصور المكاني الذكي ودعم القرار، والتكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع، في كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي بأبعادها المتعلقة بالسرعة والدقة وتخصيص الموارد وإدارة المخاطر وفاعلية المتابعة والتنفيذ، وذلك في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية.

أسئلة الدراسة:

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

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

في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية؟

ويتفرع عن هذا السؤال الرئيسي الأسئلة الآتية:

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

التنفيذي؟

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

٣. ما هو أثر التصور المكاني الذكي ودعم القرار على كفاءة صناعة القرار التنفيذي؟
٤. 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 موضوعًا حديثًا 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 مدخلًا 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: تنبع 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 خطوط 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 ٣٨ 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 تأثيراً لتطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي 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. وتنسجم 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:

١. الكشف عن أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) على كفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية.
٢. تحليل أثر جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية على كفاءة صناعة القرار التنفيذي.
٣. فحص أثر التحليل المكاني التنبئي على كفاءة صناعة القرار التنفيذي.
٤. استقصاء أثر التصور المكاني الذكي ودعم القرار على كفاءة صناعة القرار التنفيذي.
٥. توضيح أثر التكامل التشغيلي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي مع إدارة المشاريع على كفاءة صناعة القرار التنفيذي.

فروض الدراسة:

تنتقل هذه الدراسة من فرضية رئيسية وهي:

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

ويتفرع عن هذه الفرضية الرئيسية الفرضيات الفرعية الآتية:

١. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية وكفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية.
٢. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التحليل المكاني التنبئي وكفاءة صناعة القرار التنفيذي.

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

٤. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التكامل التشغيلي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وإدارة المشاريع وكفاءة صناعة القرار التنفيذي.

٥. توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين مستوى استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي 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 الجغرافي (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:

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

الحدود البشرية:

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

الحدود الزمنية:

تجرى 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 الجغرافي (GeoAI) في كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي.

المتغير المستقل: تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI)

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

١. 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.

٢. التحليل المكاني التنبئي

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

٣. التصور المكاني ودعم القرار

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

٤. 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:

١. سرعة اتخاذ القرار

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

٢. دقة القرار

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

٣. جودة تخصيص الموارد

- تحسين توزيع الموارد البشرية والمادية.
- رفع كفاءة توجيه الجهود للمواقع ذات الأولوية.

٤. القدرة على إدارة المخاطر

- تحسين التنبؤ بالمشكلات التنفيذية.
- تقليل المفاجآت التشغيلية.

٥. فاعلية المتابعة والتنفيذ

- دعم الرقابة على التقدم المكاني للمشروع.
- تحسين الالتزام بالخطط والجداول.
- مستوى التنسيق بين فرق المشروع
- تحقيق الأهداف المخططة للمشروع

خاتمة الفصل:

تناول هذا الفصل المدخل العام للدراسة، من خلال توضيح خلفيتها المرتبطة بالتوسع في مشاريع المياه بالمنطقة الجنوبية وما يصاحبه من تحديات مكانية وتشغيلية تستلزم تطوير أدوات دعم القرار التنفيذي، كما عرض مشكلة الدراسة التي تمحورت حول الحاجة إلى الكشف عن أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) في كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي بمشاريع شركة المياه الوطنية. وتضمن الفصل تحديد أسئلة الدراسة وأهدافها وأهميتها العلمية والنظرية والتطبيقية والمؤسسية، وصياغة فرضياتها الرئيسية والفرعية، إلى جانب بيان حدودها الموضوعية والمكانية والبشرية والزمنية والمنهجية. كذلك أوضح الفصل نموذج الدراسة الذي اشتمل على تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي بوصفها متغيراً مستقلاً بأبعادها المتمثلة في جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية، والتحليل المكاني التنبئي، والتصور المكاني الذكي ودعم القرار، والتكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع، بينما تمثلت كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي في المتغير التابع بأبعاده المرتبطة بسرعة القرار ودقته وجودة تخصيص الموارد وإدارة المخاطر وفاعلية المتابعة والتنفيذ؛ وبذلك أسس الفصل الإطار العام الذي تنطلق منه الدراسة، تمهيداً لعرض الإطار النظري والدراسات السابقة ذات الصلة في الفصل التالي.

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

تمهيد:

يتناول هذا الفصل الإطار النظري والدراسات السابقة المرتبطة بموضوع أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) في كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي، وذلك بهدف بناء أساس علمي يوضح المفاهيم والعلاقات التي تقوم عليها الدراسة. ويبدأ الفصل بعرض مفهوم الذكاء الاصطناعي الجغرافي وخصائصه وأهم تطبيقاته في تحليل البيانات المكانية وإدارة مشروعات البنية التحتية والمياه، مع توضيح أبعاده المتمثلة في جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية، والتحليل المكاني التنبؤي، والتصور المكاني الذكي ودعم القرار، والتكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع. كما يناقش مفهوم كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي وأبعاده المتعلقة بسرعة القرار ودقته وجودة تخصيص الموارد والقدرة على إدارة المخاطر وفاعلية المتابعة والتنفيذ، مع بيان الكيفية التي يمكن من خلالها لتطبيقات GeoAI أن تسهم في تحسين هذه الأبعاد. ويتناول الفصل كذلك الأطر النظرية المفسرة للعلاقة بين متغيرات الدراسة، وفي مقدمتها نظرية معالجة المعلومات التنظيمية والنظرية القائمة على الموارد، ثم يستعرض عدداً من الدراسات السابقة العربية والأجنبية ذات الصلة، ويحلل نتائجها واتجاهاتها المنهجية، وصولاً إلى تحديد أوجه الاستفادة منها وبيان ما يميز الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة في سياق مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية.

الإطار النظري للدراسة:

أولاً: الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI)

١. مفهوم الذكاء الاصطناعي الجغرافي

ظهر الذكاء الاصطناعي الجغرافي، أو ما يُعرف اختصاراً بـ GeoAI، نتيجة التكامل المتسارع بين تقنيات الذكاء الاصطناعي وعلوم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد وعلوم البيانات المكانية. ويشير هذا المفهوم إلى استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي، ولا سيما تعلم الآلة والتعلم العميق، في جمع البيانات المرتبطة بالموقع ومعالجتها وتحليلها وتفسير العلاقات والأنماط المكانية والزمانية الكامنة فيها، بهدف إنتاج معرفة جغرافية يمكن الاستناد إليها في التخطيط والتنبؤ ودعم اتخاذ القرار. وبذلك، لا يقتصر GeoAI على عرض المواقع والظواهر في صورة خرائط، وإنما يمتد إلى فهم أسباب توزيعها، والتنبؤ بتغيرها، وتحديد المخاطر والفرص المرتبطة بها (Mai et al., 2025; Song et al., 2023).

ويمثل الذكاء الاصطناعي الجغرافي تطوراً نوعياً في نظم المعلومات الجغرافية؛ إذ تعتمد نظم المعلومات الجغرافية التقليدية غالباً على تخزين البيانات المكانية وتنظيمها واسترجاعها وإجراء التحليلات المحددة مسبقاً، بينما تتميز تطبيقات GeoAI بقدرتها على التعلم من البيانات، والكشف الآلي

عن الأنماط، ومعالجة العلاقات غير الخطية، والتكيف مع التغيرات المتتابة في البيئة التشغيلية. ولهذا أصبح GeoAI مستخدماً في تحليل البنية التحتية، واستخدامات الأراضي، والنقل، والتوسع الحضري، وإدارة المخاطر، والبيئة والموارد الطبيعية، إلى جانب إدارة شبكات المياه والطاقة والخدمات العامة (Song et al., 2023).

ويقوم الذكاء الاصطناعي الجغرافي على دمج ثلاثة مكونات رئيسية؛ يتمثل أولها في البيانات المكانية والزمانية، مثل الإحداثيات والخرائط الرقمية وصور الأقمار الصناعية وبيانات الاستشعار عن بُعد وبيانات الأصول والشبكات. ويتمثل المكون الثاني في الخوارزميات الذكية القادرة على التصنيف والتنبؤ والتجميع واكتشاف الشذوذ وتحليل الصور. أما المكون الثالث فيتتمثل في بيئة نظم المعلومات الجغرافية التي تتيح تمثيل نتائج التحليل بصرياً وربطها بالمواقع الفعلية، بما يساعد متخذي القرار على فهم النتائج وتوظيفها عملياً (Mai et al., 2025).

٢. خصائص تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي

تتميز تطبيقات GeoAI بعدد من الخصائص التي تجعلها ملائمة للبيئات التنفيذية المعقدة. وتتمثل أولى هذه الخصائص في قدرتها على التعامل مع كميات كبيرة ومتنوعة من البيانات، سواء كانت بيانات مكانية منظمة، أو صوراً جوية، أو بيانات حساسات، أو سجلات تشغيلية. كما تتميز بالقدرة على دمج البيانات الواردة من مصادر متعددة داخل نموذج تحليلي واحد، الأمر الذي يساعد على تقديم صورة أكثر تكاملاً للظاهرة محل الدراسة.

وتتمثل الخاصية الثانية في القدرة التنبؤية، حيث تستطيع النماذج الذكية الاستفادة من البيانات التاريخية والحالية في تقدير احتمالات وقوع الأعطال أو التأخر أو تغير الطلب أو ارتفاع المخاطر في مواقع معينة. أما الخاصية الثالثة فتتمثل في التحليل المكاني الصريح، الذي يراعي الموقع والمسافة والتجاور والانتشار والتباين المكاني، بدلاً من التعامل مع البيانات بوصفها قيماً مجردة منفصلة عن سياقها الجغرافي (Mai et al., 2025).

كذلك تتصف تطبيقات GeoAI بقدرتها على تقديم النتائج في صورة خرائط ولوحات مؤشرات ونماذج بصرية تفاعلية، وهو ما يجعل المعلومات المعقدة أكثر وضوحاً أمام الإدارة التنفيذية. غير أن فاعلية هذه التطبيقات ترتبط بسلامة البيانات، ودقة النماذج، وقابلية تفسير النتائج، وحماية الخصوصية، وتجنب التحيز المكاني؛ لأن القرار التنفيذي لا ينبغي أن يعتمد على نماذج يصعب فهم مبرراتها أو التحقق من مصادر بياناتها (Kang et al., 2023; Mai et al., 2025).

ثانياً: أبعاد تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي

تعتمد الدراسة الحالية على أربعة أبعاد رئيسية لتطبيقات GeoAI، هي: جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية، والتحليل المكاني التنبئي، والتصور المكاني الذكي ودعم القرار، والتكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع.

١. جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية

يشير جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية إلى قدرة المؤسسة على الحصول على البيانات المرتبطة بالمواقع والأصول والمرافق والمشاريع من مصادر متعددة، ثم تنظيفها وتوحيدها وتصنيفها وربطها مكانياً بصورة تسمح باستخدامها في التحليل واتخاذ القرار. وتشمل هذه البيانات مواقع شبكات المياه والصرف الصحي، والمحطات والخزانات والخطوط الناقلة، وبيانات الأعطال، وصور الأقمار الصناعية، والرفع المساحي، والكثافات السكانية، والبيانات المناخية، ومعدلات الاستهلاك.

وتكمن أهمية هذا البعد في أن جودة القرار تعتمد بدرجة كبيرة على جودة المعلومات التي يستند إليها. فالبيانات غير المكتملة أو القديمة أو غير المترابطة قد تؤدي إلى تقديرات غير دقيقة، في حين يتيح دمج البيانات المكانية والتشغيلية تكوين قاعدة معلومات موحدة تساعد على فهم وضع المشروع ومتابعة التغيرات التي تحدث فيه. وتؤكد الأدبيات أن البيانات المكانية وبيانات الاستشعار عن بُعد والبيانات الميدانية والجماعية تشكل مدخلات أساسية لتطبيقات GeoAI، وأن دمجها يرفع قدرة النماذج على الكشف عن العلاقات المكانية المعقدة (Song et al., 2023).

ويتفق هذا التوجه مع الممارسات التطويرية في شركة المياه الوطنية، التي تتضمن تحسين نظم المعلومات الجغرافية، وتطوير مستكشفات الخرائط، وإعادة هيكلة بيانات شبكات المرافق، ونقل بعض الأنظمة إلى البيئات السحابية، بما يبين الأهمية المؤسسية المتزايدة لقواعد البيانات المكانية في إدارة شبكات المياه ومشاريعها (شركة المياه الوطنية، ٢٠٢٦).

٢. التحليل المكاني التنبئي

يقصد بالتحليل المكاني التنبئي استخدام خوارزميات تعلم الآلة والتعلم العميق لتحليل البيانات التاريخية والمكانية، واستخراج الأنماط التي يمكن من خلالها توقع أحداث أو مشكلات مستقبلية. ولا يكتفي هذا التحليل بتحديد ما حدث في الماضي أو وصف الوضع الراهن، بل يسعى إلى تقدير ما قد يحدث، وأين يمكن أن يحدث، وما درجة احتمالته وتأثيره.

وفي مشاريع المياه، يمكن استخدام التحليل المكاني التنبئي لتوقع مواقع الأعطال والتسربات، وتحديد المناطق الأكثر عرضة لانخفاض الضغط أو الانقطاع، وتقدير التوسع المستقبلي في الطلب،

وتحليل احتمالات التأخر في تنفيذ المشروعات، وتحديد المواقع التي تتطلب صيانة استباقية. كما يمكن توظيفه في ترتيب الأولويات وفقاً لدرجة المخاطر، وعدد المستفيدين، وحالة الأصول، وكلفة التدخل.

وتتمثل القيمة الإدارية لهذا البعد في نقل القرار من نمط الاستجابة اللاحقة للمشكلة إلى نمط التوقع والاستعداد المسبق لها. فكلما امتلكت الإدارة قدرة أفضل على التنبؤ، أمكنها تخصيص الموارد مبكراً، وتطوير خطط بديلة، وتقليل المفاجآت التشغيلية، وتحسين استمرارية الخدمة. وقد أكدت الدراسات أن دمج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد وتعلم الآلة يوفر إطاراً أكثر ديناميكية ودقة لإدارة الموارد المائية، خاصة في البيئات الجافة وشبه الجافة التي تتسم بندرة المياه وارتفاع مستوى عدم التأكد (Rabie et al., 2025).

٣. التصور المكاني الذكي ودعم القرار

يشير التصور المكاني الذكي إلى تحويل البيانات ونتائج التحليل إلى خرائط تفاعلية ولوحات مؤشرات ورسوم ونماذج مكانية تسهل على متخذي القرار إدراك العلاقات بين المواقع والمشكلات والموارد والبدائل التنفيذية. ويعد هذا البعد حلقة وصل بين التحليل الفني والقرار الإداري؛ لأن النتائج الإحصائية أو الخوارزمية قد تكون معقدة، بينما يساعد تمثيلها مكانياً على تفسيرها ومقارنتها بصورة أسرع.

وتتيح الخرائط الذكية للإدارة التعرف إلى مواقع المشروعات المتأخرة، ومناطق تركيز الأعطال، ومسارات الشبكات، ومواقع الأصول الحرجة، ومستويات الإنجاز، ونطاقات المخاطر، وتوزيع فرق العمل والمعدات. كما تسمح لوحات المؤشرات المكانية بتحديث المعلومات بصورة مستمرة، والمقارنة بين المناطق والمشروعات، ومتابعة التغير في مؤشرات الأداء.

ويؤدي التصور المكاني دوراً مهماً في تقليل الغموض، وتوحيد فهم الأطراف المختلفة للمشكلة، ودعم المفاضلة بين البدائل. فعندما تظهر الخيارات ونتائجها المحتملة على خريطة واحدة، يصبح من الأسهل تحديد البديل الأكثر ملاءمة من حيث المسافة والكلفة والزمن وعدد المستفيدين ومستوى المخاطر. ولذلك لا تمثل الخرائط الذكية مجرد وسيلة عرض، بل تعد أداة معرفية تدعم تفسير البيانات وصياغة القرار (Kang et al., 2023; Song et al., 2023).

٤. التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع

يقصد بالتكامل التشغيلي مدى ارتباط تطبيقات GeoAI بأنظمة وإجراءات التخطيط والتنفيذ والمتابعة والرقابة داخل المشروع، بدلاً من استخدامها كأداة منفصلة عن العمل اليومي. ويشمل ذلك ربط البيانات المكانية بالجدول الزمنية، ونسب الإنجاز، والتكاليف، وأوامر العمل، وتقارير الموقع، وإدارة المخاطر، وتوزيع الموارد والفرق الفنية.

وتزداد فاعلية GeoAI عندما تنتقل مخرجاته مباشرة إلى أنظمة إدارة المشاريع وصنع القرار، بحيث تُستخدم في تحديث الخطط، وتحديد أولويات الزيارات الميدانية، وتوجيه فرق الصيانة، ومراجعة مسارات التنفيذ، واتخاذ إجراءات تصحيحية. أما عندما تعمل الأنظمة المكانية والتشغيلية بصورة منفصلة، فقد تتأخر الاستفادة من نتائج التحليل أو تصبح محدودة بسبب ضعف تبادل البيانات بين الإدارات.

ومن منظور إداري، يعكس هذا التكامل قدرة المؤسسة على تحويل التقنية من مورد فني إلى قدرة تنظيمية. فامتلاك نظام ذكي لا يضمن وحده تحسين الأداء، ما لم يكن النظام مدمجاً في العمليات، ومدعوماً من الإدارة، ومستخدماً من الموظفين، ومرتبطاً بمؤشرات العمل والقرارات الفعلية. ومن ثم، يمثل التكامل التشغيلي شرطاً أساسياً لتحقيق الأثر المتوقع لتطبيقات GeoAI في كفاءة القرار التنفيذي.

ثالثاً: تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي في قطاع المياه

يعد قطاع المياه من أكثر القطاعات ملائمة لتطبيقات GeoAI؛ نظراً لاعتماده على شبكة واسعة من الأصول الموزعة مكانياً، وتعدد المتغيرات البيئية والعمرانية والتشغيلية المؤثرة فيه. وتُستخدم التطبيقات الجغرافية الذكية في رسم خرائط مصادر المياه، وتحليل جودة المياه، وتقدير الطلب، واكتشاف التسربات، ومراقبة الشبكات، والتنبيه بالفيضانات والجفاف، وتحديد مواقع مرافق المياه، وتقييم حالة البنية التحتية.

كما تساعد هذه التطبيقات في اختيار المسارات المناسبة للخطوط الناقلة، وتحديد مواقع الخزانات والمحطات، وتحليل سهولة الوصول إلى المرافق، وتقدير الاحتياجات المستقبلية للمناطق السكنية، ومتابعة تنفيذ المشروعات من خلال صور الأقمار الصناعية والطائرات من دون طيار. ويؤدي دمج البيانات اللحظية الصادرة عن الحساسات مع البيانات المكانية والنماذج التنبؤية إلى تحسين المراقبة التشغيلية والاستجابة المبكرة للمخاطر.

وتؤكد الاستراتيجية الوطنية للمياه ٢٠٣٠ أن إصلاح قطاع المياه في المملكة يرتبط بضمان التنمية المستدامة للموارد، ورفع جودة الخدمات وكفاءتها، وتحسين الحوكمة والتخطيط، وهو ما يجعل توظيف الأدوات الرقمية والمكانية المتقدمة متوافقاً مع التوجه الاستراتيجي للقطاع (وزارة البيئة والمياه والزراعة، ٢٠١٨). كما تتضمن مبادرات التحول الوطني المرتبطة بشركة المياه الوطنية خفض الفاقد، وتعزيز الخزن الاستراتيجي، وزيادة المحتوى والخدمات الرقمية، وهي مجالات يمكن لتطبيقات GeoAI دعمها بصورة مباشرة أو غير مباشرة.

رابعاً: كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي

١. مفهوم القرار التنفيذي

يمثل القرار التنفيذي عملية اختيار بديل أو مسار عمل من بين عدد من البدائل المتاحة، بهدف معالجة مشكلة تشغيلية أو تحقيق هدف محدد داخل المؤسسة. ويختلف القرار التنفيذي عن القرار الاستراتيجي في كونه أكثر ارتباطاً بالتطبيق الفعلي للخطط والسياسات، وتخصيص الموارد، ومتابعة العمليات، ومعالجة الانحرافات والمشكلات الميدانية.

وتتسم القرارات التنفيذية في مشاريع البنية التحتية بتعدد المتغيرات المؤثرة فيها، مثل الزمن والكلفة والجودة والموقع والمخاطر والموارد والمقاولين وأصحاب المصلحة. ولذلك تحتاج هذه القرارات إلى معلومات دقيقة ومحدثة، وإلى القدرة على تحليل البدائل وتقدير نتائجها قبل اعتمادها.

٢. مفهوم كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي

تشير كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي إلى قدرة الإدارة على إصدار القرار المناسب في الوقت المناسب، باستخدام الموارد والمعلومات المتاحة بصورة تحقق أفضل النتائج الممكنة بأقل كلفة ومخاطر. ولا تقاس الكفاءة بمجرد سرعة إصدار القرار، بل تشمل دقته، وملاءمته للمشكلة، وإمكان تنفيذه، وقدرته على تحقيق الأهداف المقررة.

وترتبط كفاءة القرار بجودة المدخلات المعلوماتية، وخبرة متخذ القرار، ووضوح البدائل، وفعالية نظم دعم القرار، وسرعة تدفق المعلومات، والتنسيق بين الإدارات. وكلما زادت حالة عدم التأكد والتعقيد، ازدادت حاجة الإدارة إلى نظم قادرة على جمع المعلومات وتحليلها وتقديمها بصورة مختصرة وقابلة للاستخدام.

خامساً: أبعاد كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي

١. سرعة اتخاذ القرار

تشير سرعة اتخاذ القرار إلى قدرة الإدارة على جمع المعلومات وتحليلها واختيار البديل المناسب خلال فترة زمنية تتناسب مع طبيعة المشكلة. وتكتسب السرعة أهمية خاصة في مشروعات المياه؛ لأن بعض المشكلات، مثل الأعطال أو الانقطاعات أو التسربات أو تعطل مسار التنفيذ، تتطلب استجابة عاجلة لتقليل الخسائر وحماية استمرارية الخدمة.

ولا تعني السرعة التسرع، بل تعني تقليل الزمن الضائع في البحث عن البيانات وتجميعها والتحقق منها. وتساعد تطبيقات GeoAI في ذلك من خلال توفير بيانات مكانية موحدة، وتحديث الخرائط، وإظهار مواقع المشكلات، وتقديم تنبيهات أو توقعات تساعد الإدارة على التدخل في الوقت المناسب.

٢. دقة القرار وموثوقيته

تتمثل دقة القرار في مدى استناده إلى معلومات صحيحة وتحليل سليم، ومدى ملاءمته لطبيعة المشكلة والنتائج المستهدفة. ويصبح القرار أكثر موثوقية عندما يمكن التحقق من البيانات التي بُني عليها، وفهم منطق التحليل، ومقارنة البدائل بصورة موضوعية.

وتسهم تطبيقات GeoAI في رفع الدقة من خلال دمج البيانات المكانية والتشغيلية، واكتشاف العلاقات التي قد يصعب ملاحظتها بالطرق التقليدية، وتقليل الاعتماد على التقديرات الشخصية وحدها. ومع ذلك، تظل دقة القرار مرتبطة بجودة البيانات وقابلية تفسير النموذج، ولذلك ينبغي أن يكون استخدام الذكاء الاصطناعي داعماً للحكم البشري، لا بديلاً كاملاً عنه.

٣. جودة تخصيص الموارد

يقصد بجودة تخصيص الموارد قدرة الإدارة على توزيع الموارد البشرية والمالية والمادية والمعدات على المواقع والمشروعات الأكثر حاجة وأولوية. وتبرز أهمية هذا البعد في المشروعات المنتشرة جغرافياً؛ لأن سوء توجيه الموارد قد يؤدي إلى تأخر التنفيذ، وارتفاع الكلفة، وضعف الاستفادة من الطاقات المتاحة.

وتساعد التحليلات المكانية في تحديد المواقع ذات الأولوية بناءً على معايير متعددة، مثل عدد المستفيدين، وخطورة المشكلة، وحالة الأصول، والمسافة، والكلفة، وسهولة الوصول. كما يمكن استخدامها في تحسين توزيع فرق الصيانة والمركبات والمعدات، وتقليل أزمّة الانتقال، ورفع كفاءة الاستجابة الميدانية.

٤. القدرة على إدارة المخاطر

تشير إدارة المخاطر إلى تحديد الأحداث المحتملة التي قد تؤثر سلباً في المشروع، وتحليل احتمال وقوعها وتأثيرها، ثم وضع الاستجابات المناسبة لها. وتتنوع مخاطر مشروعات المياه بين مخاطر فنية ومالية وبيئية ومكانية وتشغيلية، مثل تعارض مسارات الشبكات، وصعوبة التضاريس، وتأخر المقاولين، وارتفاع احتمالات الأعطال أو التسربات.

وتوفر تطبيقات GeoAI إمكانية بناء خرائط للمخاطر، وتحليل المناطق الأكثر تعرضاً للمشكلات، والتنبؤ بالأحداث اعتماداً على البيانات السابقة. كما تتيح مقارنة سيناريوهات مختلفة وتقدير أثر كل منها، بما يدعم الانتقال من إدارة المخاطر بصورة رد فعل إلى إدارتها بصورة استباقية.

٥. فاعلية المتابعة والتنفيذ

تعبر فاعلية المتابعة والتنفيذ عن قدرة الإدارة على مراقبة تقدم المشروع، واكتشاف الانحرافات، والتنسيق بين فرق العمل، وضمان الالتزام بالجدول والخطط والمعايير. وتساعد

المعلومات المكانية في ربط نسب الإنجاز بالمواقع الفعلية، وتحديد الأجزاء المكتملة والمتأخرة، ومقارنة الوضع الميداني بالخطة الأصلية.

كما تسمح الخرائط ولوحات المؤشرات بتكوين رؤية مشتركة لدى المديرين والمهندسين والمشرفين، وتحسين الاتصال بينهم، ودعم الإجراءات التصحيحية. ومن ثم، تسهم تطبيقات GeoAI في جعل المتابعة أكثر آنية وشفافية، بدلاً من الاعتماد على التقارير الدورية المنفصلة التي قد لا تعكس الوضع الفعلي للمشروع.

سادساً: العلاقة بين تطبيقات GeoAI وكفاءة اتخاذ القرار التنفيذي

يمكن تفسير العلاقة بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وكفاءة اتخاذ القرار التنفيذي من خلال دور هذه التطبيقات في تحويل البيانات المكانية المتفرقة إلى معلومات قابلة للاستخدام. فجمع البيانات ومعالجتها يوفر قاعدة معلومات أكثر اكتمالاً، والتحليل التنبئي يساعد على تقدير الأحداث المستقبلية، والتصور المكاني يجعل النتائج أكثر وضوحاً، في حين يضمن التكامل التشغيلي انتقال هذه المعرفة إلى عمليات التخطيط والتنفيذ والرقابة.

وبناء على ذلك، يُتوقع أن يؤدي استخدام GeoAI إلى تقليل الزمن اللازم للوصول إلى المعلومات، وتحسين دقة تحديد المشكلة، وزيادة القدرة على مقارنة البدائل، وتوجيه الموارد إلى المواقع ذات الأولوية، ورفع مستوى الاستعداد للمخاطر. كما يُتوقع أن يحسن متابعة تقدم المشروعات، ويعزز التنسيق بين الوحدات الفنية والإدارية.

ومع ذلك، لا تتحقق هذه العلاقة بصورة آلية، بل تتأثر بعدد من العوامل التنظيمية، منها جودة البيانات، والبنية التقنية، وكفاءة العاملين، ودعم الإدارة العليا، ووضوح المسؤوليات، وقابلية تفسير النماذج. ولذلك ينبغي النظر إلى GeoAI باعتباره منظومة متكاملة تشمل التقنية والبيانات والمهارات والإجراءات التنظيمية، وليس مجرد برنامج إلكتروني.

سابعاً: الأطر النظرية المفسرة للدراسة

١. نظرية معالجة المعلومات التنظيمية

تعد نظرية معالجة المعلومات التنظيمية من أكثر الأطر ملاءمة لتفسير العلاقة بين GeoAI وكفاءة اتخاذ القرار التنفيذي. وتنطلق النظرية من أن المنظمات تواجه درجات متفاوتة من عدم التأكد والتعقيد، وأن قدرتها على الأداء الفعال تعتمد على مدى التوافق بين حاجتها إلى المعلومات وقدرتها على جمع هذه المعلومات ومعالجتها وتبادلها (Galbraith, 1974).

ويرى (Galbraith 1974) أن زيادة عدم التأكد ترفع كمية المعلومات التي تحتاج إليها المنظمة لاتخاذ القرار، وأنه يتعين عليها في هذه الحالة تطوير آلياتها المعلوماتية أو إعادة تصميم عملياتها بما يرفع قدرتها على المعالجة. كما أوضح (Daft and Lengel 1986) أن المشكلة التنظيمية لا تتمثل دائماً في نقص كمية المعلومات، وإنما قد تتمثل في غموضها وتعدد تفسيراتها، وهو ما يستلزم استخدام نظم ووسائط تساعد على تقليل عدم التأكد وحل الالتباس.

وتنطبق هذه النظرية على الدراسة الحالية؛ لأن مشاريع المياه في المنطقة الجنوبية تتسم بتعدد المواقع والبيانات والأطراف والمخاطر، بما يرفع الاحتياجات المعلوماتية للإدارة التنفيذية. وتمثل تطبيقات GeoAI وسيلة لزيادة قدرة المؤسسة على معالجة المعلومات، من خلال دمج البيانات وتحليلها مكانياً والتنبؤ بالمشكلات وعرض النتائج بصورة تسهم في تقليل الغموض وتسريع القرار.

وبناءً على النظرية، كلما ارتفع مستوى استخدام جمع ومعالجة البيانات المكانية، والتحليل التنبؤي، والتصور الذكي، والتكامل التشغيلي، تحسنت قدرة المؤسسة على الاستجابة لمتطلبات المعلومات، ومن ثم ارتفعت كفاءة قراراتها التنفيذية.

٢. النظرية القائمة على الموارد

تنطلق النظرية القائمة على الموارد من أن الأداء المتفوق للمؤسسة يعتمد على ما تمتلكه من موارد وقدرات داخلية ذات قيمة، ونادرة نسبياً، ويصعب تقليدها أو استبدالها. وتشمل الموارد الأصول المادية والتقنية، والبيانات، والمعرفة، والمهارات، والعمليات التنظيمية (Barney, 1991; Wernerfelt, 1984).

ووفقاً لهذه النظرية، لا تمثل تطبيقات GeoAI مجرد أدوات تقنية، بل يمكن النظر إليها بوصفها مورداً تنظيمياً استراتيجياً يتكون من قواعد البيانات المكانية، والخوارزميات، والبنية التحتية الرقمية، والخبرات البشرية، والقدرات التحليلية. غير أن امتلاك هذه الموارد لا يكفي، بل ينبغي تنظيمها ودمجها في العمليات حتى تتحول إلى قدرة مؤسسية تسهم في تحسين القرار والأداء.

وتفسر النظرية القائمة على الموارد اختلاف المؤسسات في قدرتها على الاستفادة من التقنية؛ فقد تمتلك منظمتان النظام نفسه، لكن إحداها تحقق نتائج أفضل بسبب جودة بياناتها، وخبرة العاملين، ودعم الإدارة، وتكامل النظام مع إجراءات العمل. ومن ثم، يمكن لتطبيقات GeoAI أن تصبح مصدراً لتحسين كفاءة القرار التنفيذي عندما تكون ذات قيمة في حل المشكلات، ومدعومة بموارد بشرية وتنظيمية يصعب محاكاتها (Barney, 1991).

٣. التكامل بين النظريتين في الدراسة الحالية

تقدم نظرية معالجة المعلومات التنظيمية تفسيراً مباشراً لكيفية إسهام GeoAI في رفع قدرة المؤسسة على جمع المعلومات وتحليلها وتقليل عدم التأكد. وفي المقابل، توضح النظرية القائمة على الموارد أن تحقيق أثر مستدام من هذه التطبيقات يعتمد على امتلاك المؤسسة للبيانات والمهارات والبنية الرقمية والقدرات التنظيمية اللازمة.

وعليه، تتكامل النظريتان في تفسير نموذج الدراسة؛ إذ ينظر إلى GeoAI من منظور نظرية معالجة المعلومات بوصفه آلية لزيادة القدرة المعلوماتية، بينما ينظر إليه من منظور النظرية القائمة على الموارد بوصفه مورداً وقدرة استراتيجية. وينتج عن الاستخدام الفعال لهذه القدرة تحسين سرعة القرار ودقته، ورفع جودة تخصيص الموارد، وتحسين إدارة المخاطر والمتابعة والتنفيذ.

ثامناً: التحديات المرتبطة بتطبيق GeoAI

على الرغم من المزايا المتوقعة، تواجه تطبيقات GeoAI عدداً من التحديات. ويأتي في مقدمتها ضعف جودة البيانات أو عدم تحديثها، وتعدد صيغها ومصادرها، وصعوبة التكامل بين الأنظمة الجغرافية والتشغيلية. كما قد تواجه المؤسسات نقصاً في الكفاءات التي تجمع بين المعرفة الجغرافية والتحليلية والإدارية.

وتشمل التحديات كذلك صعوبة تفسير بعض نماذج التعلم العميق، واحتمال تحيز البيانات مكانياً، ومخاطر الخصوصية والأمن السيبراني، والاعتماد المفرط على مخرجات الخوارزميات. وتزداد أهمية هذه الجوانب عندما ترتبط النتائج بتخصيص موارد عامة أو تحديد مناطق الأولوية أو اتخاذ قرارات تؤثر في استمرارية الخدمات، ولذلك تؤكد الأدبيات ضرورة الاهتمام بالشفافية والمساءلة وقابلية التفسير ومشاركة الإنسان في القرار (Kang et al., 2023; Mai et al., 2025).

كما قد يؤدي ضعف دعم الإدارة أو مقاومة التغيير أو عدم وضوح العائد من الاستثمار إلى الحد من استخدام التطبيقات، حتى عندما تكون البنية التقنية متاحة. ومن ثم، يتطلب نجاح GeoAI وجود إطار حوكمة يحدد مسؤوليات جمع البيانات والتحقق منها، وآليات مراجعة النماذج، وحدود الاعتماد على توصيات النظام، ودور متخذ القرار البشري.

الدراسات السابقة:

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، والضغوط 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.

في حين ركزت دراسة (Razavi-Termeh et al., 2026) على استخدام GeoAI لفهم العوامل المتحكمّة 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.

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 بالتغيرات المكاني، وGeoAI الموجّه بالمعرفة، والتعلم 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 بدلًا 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 البيانات المعقدة.

بينما قدّم (Rabie et al., 2025) دراسة تناولت تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وتعلم 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 وتعلم 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 لتعلم 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 توجهًا عمليًا واضحًا نحو تحويل الذكاء الاصطناعي إلى أداة تشغيلية داخل مرافق المياه، من خلال دعم القرار في المشكلات الميدانية الفعلية بدلًا من الاكتفاء بالتحليل النظري. كما تعكس الدراسة أهمية بناء أدوات ذكية موجهة لحل مشكلات تشغيلية محددة داخل الشبكات، وبخاصة في البيئات التي تتطلب استجابة عملية ومرنة من إدارات المرافق.

وقدّم (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، وقدّمت قراءة متعددة الأبعاد للتحوّلات الجارية في نظم المياه الذكية.

وقدّمت دراسة (Zhao et al., 2025) إطاراً تصورياً لإدارة احتياطات المياه بطريقة أكثر تكاملاً وواقعية. بينت الدراسة أن إدارة احتياطات المياه تواجه تحديات متزايدة بسبب التقلّبات 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 تصوراً لمنصة إدارة مائية أكثر اندماجاً، يكون فيها القرار ناتجاً 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 استناداً إلى بيانات مسحية من ٤٢٠ مشاركاً 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 تأثيراً 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.

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 بدلًا 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 البيانات 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.

وقدّم (Song et al., 2023) دراسة هدفت إلى تقديم نظرة شاملة على تطور الجيوكومبيوتريشن و GeoAI في مجال الخرائط والتحليل المكاني. وأوضحت 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.

أوجه الاستفادة من الدراسات السابقة:

استفادت الدراسة الحالية من الدراسات السابقة في بناء أساسها العلمي والمنهجي، إذ أسهمت الأدبيات التي تناولت الذكاء الاصطناعي الجغرافي في توضيح مفهوم GeoAI وطبيعته بوصفه تكاملاً بين الذكاء الاصطناعي ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد والتحليل المكاني، وفي تحديد

أهم تطبيقاته في تحليل البنية التحتية والموارد الطبيعية ودعم القرارات المكانية المعقدة. كما ساعدت دراستا Song et al. (2023) و Mai et al. (2025) في تحديد الاتجاهات الحديثة للذكاء الاصطناعي الجغرافي، ولا سيما الانتقال من الاستخدام الوصفي للخرائط إلى التحليل التنبؤي والكشف عن الأنماط وإنتاج معرفة مكانية قابلة للتفسير والتوظيف في اتخاذ القرار.

واستفادت الدراسة من الأدبيات المتخصصة في قطاع المياه في توضيح الإمكانيات التطبيقية لتكامل نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد وتعلم الآلة في مراقبة الموارد المائية، والتنبؤ بالمخاطر، وتحليل الطلب، ومتابعة البنية التحتية. فقد أبرزت دراسات Rabie et al. (2025) و Gacu et al. (2025) و Maity et al. (2024) قدرة التقنيات الذكية على تحسين التنبؤ والمراقبة والتحكم التشغيلي في نظم المياه، بينما قدمت دراسة Pons-Ausina et al. (2025) نموذجاً تطبيقياً لاستخدام الذكاء الاصطناعي في دعم مسؤولي مرافق المياه عند معالجة مشكلات ضغط الشبكات. كما أفادت دراسة Wanguba et al. (2024) في توضيح أهمية دمج البيانات المكانية والديموغرافية وبيانات البنية التحتية في نماذج متعددة المعايير لتحسين القرارات المتعلقة بإدارة الطلب على المياه.

وساعدت الدراسات السابقة كذلك في تحديد أبعاد المتغير المستقل المتمثل في تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي، والتي صيغت في الدراسة الحالية في أربعة أبعاد هي: جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية، والتحليل المكاني التنبؤي، والتصور المكاني الذكي ودعم القرار، والتكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع. وقد استند اختيار هذه الأبعاد إلى ما أكدته الأدبيات من أهمية جودة البيانات وتكاملها، والقدرات التنبؤية، والتمثيل البصري للنتائج، وربط الأدوات الذكية بالعمليات التشغيلية الفعلية.

كما استفادت الدراسة من الدراسات التي تناولت الذكاء الاصطناعي واتخاذ القرار في تحديد أبعاد المتغير التابع، وهو كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي. فقد أسهمت دراسة Song et al. (2025) في توضيح أن تبني الذكاء الاصطناعي يمكن أن يحسن سرعة معالجة المعلومات، وموضوعية القرارات، وتخصيص الموارد، والأداء التنظيمي. وبناءً على ذلك، حددت الدراسة الحالية كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي من خلال سرعة القرار، ودقته وموثوقيته، وجودة تخصيص الموارد، والقدرة على إدارة المخاطر، وفاعلية المتابعة والتنفيذ.

وعلى المستوى النظري، استفادت الدراسة من الأدبيات السابقة في اختيار نظرية معالجة المعلومات التنظيمية إطاراً رئيسياً يفسر دور GeoAI في زيادة قدرة المؤسسة على جمع البيانات المعقدة وتحليلها وتقليل عدم التأكد عند اتخاذ القرارات، كما استفادت من النظرية القائمة على الموارد في تفسير تطبيقات GeoAI والبيانات المكانية والمهارات التحليلية باعتبارها موارد وقدرات تنظيمية يمكن أن تسهم في تحسين الأداء التنفيذي عند دمجها بكفاءة في عمليات المؤسسة.

أما منهجياً، فقد ساعدت الدراسات السابقة في اختيار المنهج الوصفي التحليلي والمدخل الكمي، وتصميم الاستبانة بما يتناسب مع متغيرات الدراسة، وتحديد الفئات الأكثر قدرة على تقييم تطبيقات GeoAI، مثل المديرين والمهندسين والمختصين في إدارة المشاريع والتشغيل والتحول الرقمي ونظم المعلومات الجغرافية. كما أسهمت في تحديد الأساليب الإحصائية المناسبة لاختبار فرضيات الدراسة، ومنها المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، ومعامل ارتباط بيرسون، وتحليل الانحدار لقياس أثر المتغير المستقل وأبعاده في المتغير التابع.

كذلك أتاحت مراجعة الدراسات السابقة تحديد الفجوة البحثية التي تنطلق منها الدراسة الحالية، والمتمثلة في أن جانباً كبيراً من الأدبيات ركز على القدرات التقنية والتنبؤية للذكاء الاصطناعي الجغرافي، أو على تطبيقاته الهيدرولوجية والبيئية، بينما ظل أثره الإداري المباشر في كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي وإدارة مشاريع المياه أقل تناولاً، ولا سيما في البيئة العربية والسعودية.

ما يميز الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة:

تتميز الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة من حيث موضوعها؛ إذ لا تقتصر على دراسة الذكاء الاصطناعي العام أو نظم المعلومات الجغرافية بصورة منفصلة، وإنما تتناول الذكاء الاصطناعي الجغرافي بوصفه منظومة متكاملة تجمع بين البيانات المكانية والخوارزميات الذكية والتحليل التنبئي والخرائط التفاعلية، ثم تربط هذه المنظومة مباشرة بكفاءة اتخاذ القرار التنفيذي.

كما تتميز من حيث المنظور الإداري؛ فقد تناولت غالبية الدراسات السابقة GeoAI من زاوية تقنية أو جغرافية أو هيدرولوجية، وركزت على دقة النماذج، والتنبؤ بالموارد المائية، وتصنيف الصور، ورسم الخرائط أو مراقبة الشبكات. أما الدراسة الحالية فتركز على النتائج الإدارية والتنفيذية المترتبة على استخدام هذه التطبيقات، من خلال قياس أثرها في سرعة القرار ودقته، وتخصيص الموارد، وإدارة المخاطر، ومتابعة تنفيذ المشروعات.

وتتميز الدراسة أيضاً من حيث مجال التطبيق؛ إذ تطبق على مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية في المملكة العربية السعودية، وهي بيئة تتسم باتساع النطاق الجغرافي، وتنوع التضاريس، وتعدد مشروعات المياه والصرف الصحي، وتشابك المتطلبات التشغيلية والمكانية. ويمنح ذلك الدراسة قيمة تطبيقية مرتبطة بواقع مؤسسي فعلي في قطاع حيوي، بخلاف الدراسات التي أجريت في بيئات دولية أو تناولت إدارة المياه على مستوى عام دون التركيز على المشروعات التنفيذية.

ومن أوجه التميز كذلك أن الدراسة تقدم نموذجاً متعدد الأبعاد لتطبيقات GeoAI، فلا تقيس الاستخدام التقني بوصفه متغيراً واحداً عاماً، بل تحلله من خلال جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية،

والتحليل المكاني التنبئي، والتصور المكاني ودعم القرار، والتكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع. ويسمح هذا التقسيم بتحديد البعد الأكثر تأثيراً في كفاءة القرار التنفيذي، بدلاً من الاكتفاء بقياس علاقة كلية لا تكشف مواضع القوة أو القصور.

وفي المقابل، تتعامل الدراسة مع كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي باعتبارها مفهوماً مركباً يشمل خمسة أبعاد مترابطة هي: السرعة، والدقة والموثوقية، وجودة تخصيص الموارد، وإدارة المخاطر، وفاعلية المتابعة والتنفيذ. ويتيح ذلك تقديم تفسير أكثر شمولاً للأثر الإداري لتطبيقات GeoAI، مقارنة بالدراسات التي اقتصرَت على جودة القرار أو الأداء التنظيمي بصورة عامة.

كما تتميز الدراسة بتكاملها النظري؛ إذ تجمع بين نظرية معالجة المعلومات التنظيمية والنظرية القائمة على الموارد. وتفسر النظرية الأولى كيف تسهم تطبيقات GeoAI في رفع قدرة المؤسسة على معالجة المعلومات وتقليل عدم التأكد، بينما تفسر الثانية كيف يمكن للبيانات المكانية والخوارزميات والمهارات الرقمية أن تتحول إلى موارد وقدرات استراتيجية تدعم الأداء التنفيذي. ويمنح هذا التكامل الدراسة قدرة أكبر على تفسير العلاقة بين التقنية والقرار من منظور معلوماتي واستراتيجي في الوقت نفسه.

وأخيراً، تتميز الدراسة باستجابتها لفجوة بحثية عربية وسعودية واضحة، إذ تقدم دراسة ميدانية تقيس تصورات العاملين ذوي الصلة المباشرة بالقرار والمشروعات والتشغيل والأنظمة المكانية، بدلاً من الاكتصار على مراجعة تقنية أو بناء نموذج تجريبي. ومن ثم، يُتوقع أن تقدم نتائج قابلة للاستفادة في تطوير آليات التخطيط والمتابعة، وتوجيه الاستثمار في التقنيات الجغرافية الذكية، وتحسين تكاملها مع أنظمة إدارة المشاريع داخل شركة المياه الوطنية.

خاتمة الفصل:

تناول هذا الفصل الإطار النظري والدراسات السابقة المرتبطة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) وكفاءة اتخاذ القرار التنفيذي، حيث تم توضيح مفهوم الذكاء الاصطناعي الجغرافي وخصائصه وأهم تطبيقاته، مع التركيز على أبعاده المتمثلة في جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية، والتحليل المكاني التنبئي، والتصور المكاني الذكي ودعم القرار، والتكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع. كما عرض الفصل مفهوم كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي وأبعاده المتعلقة بسرعة القرار ودقته وموثوقيته، وجودة تخصيص الموارد، والقدرة على إدارة المخاطر، وفاعلية المتابعة والتنفيذ. وتناول كذلك العلاقة النظرية بين متغيرات الدراسة في ضوء نظرية معالجة المعلومات التنظيمية والنظرية القائمة على الموارد، بما يوضح دور GeoAI في زيادة قدرة المؤسسة على معالجة

المعلومات وتحويل البيانات المكانية والقدرات التحليلية إلى مورد تنظيمي يدعم الأداء التنفيذي. كما استعرض الفصل عدداً من الدراسات السابقة ذات الصلة، وحدد أوجه الاستفادة منها في بناء النموذج النظري وصياغة الفرضيات واختيار المنهج والأداة والأساليب الإحصائية المناسبة، إلى جانب بيان ما تتميز به الدراسة الحالية من تركيزها على الأثر الإداري والتنفيذي لتطبيقات GeoAI في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية. وبذلك وفر هذا الفصل الأساس النظري والعلمي اللازم للانتقال إلى الفصل الثالث، الذي يتناول منهجية الدراسة وإجراءاتها الميدانية وأدوات جمع البيانات وطرق تحليلها.

الفصل الثالث

منهجية البحث

تمهيد:

يتناول هذا الفصل المنهجية والإجراءات العلمية التي اعتمدت عليها الدراسة للكشف عن أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) في كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية. ويعرض الفصل المنهج المستخدم ومدى ملاءمته لطبيعة الدراسة، إلى جانب تحديد مجتمع الدراسة وعينتها والفئات المستهدفة، وبيان أداة جمع البيانات وخطوات إعدادها في ضوء متغيرات الدراسة وأبعادها. كما يتناول إجراءات التحقق من صدق الأداة وثباتها، ومعيار تصحيح استجابات أفراد العينة وفق مقياس ليكرت الخماسي، فضلاً عن توضيح الأساليب الإحصائية المستخدمة في وصف البيانات وتحليلها واختبار الفرضيات. ويهدف هذا الفصل إلى تقديم وصف منظم ودقيق للإجراءات المنهجية التي تكفل الوصول إلى نتائج علمية يمكن الوثوق بها والاستناد إليها في تفسير العلاقة بين تطبيقات GeoAI وكفاءة اتخاذ القرار التنفيذي.

المنهجية وطرق البحث:

يعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي التحليلي، لملاءمته لطبيعة الدراسة الحالية التي تستهدف الكشف عن أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) على كفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية. ويُعد هذا المنهج مناسباً في الدراسات الإدارية والتطبيقية التي تهدف إلى وصف الظاهرة كما هي في الواقع، وتحليل العلاقات بين متغيراتها، وقياس درجة التأثير بينها بصورة منظمة، وصولاً 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 الجغرافي 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 بالتحويل الرقمي أو بالأنظمة المكانية وتحليل البيانات، وذلك لكون هذه الفئات هي الأكثر قدرة على تقييم واقع تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي 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 تم توزيع الاستبانة على عدد مناسب من الأفراد يمثل مختلف المستويات الإدارية والفنية، بما يسهم في تعزيز دقة النتائج وإمكانية تعميمها في حدود مجتمع الدراسة. وتم الحصول على عدد ٣٤ استبانة صالحة للتحليل، وقد كان توزيع العينة حسب الخصائص الديموغرافية كما هو موضح أدناه:

جدول (١): توزيع العينة حسب أولًا: البيانات الديموغرافية (ن = ٣٤)

م	المتغير	العبارة	العدد	النسبة المئوية
١	الجنس	ذكر	٣٤	١٠٠.٠
		أنثى	٠	٠.٠
		المجموع	٣٤	١٠٠.٠
٢	العمر	أقل من ٢٥	٤	١١.٨
		٢٥-٣٤	٠	٠.٠
		٣٥-٤٤	٨	٢٣.٥
		٤٥ فأكثر	٢٢	٦٤.٧
		المجموع	٣٤	١٠٠.٠
٣	المؤهل العلمي	دبلوم	٥	١٤.٧
		متوسط	٤	١١.٨
		ثانوي	٤	١١.٨
		بكالوريوس	١٧	٥٠.٠
		ماجستير	٤	١١.٨
		دكتوراه	٠	٠.٠

م	المتغير	العبرة	العدد	النسبة المئوية
		المجموع	٣٤	١٠٠.٠
٤	سنوات الخبرة	أقل من ٣	٤	١١.٨
		٣-٧	٠	٠.٠
		٨-١٢	٠	٠.٠
		أكثر من ١٢	٣٠	٨٨.٢
		المجموع	٣٤	١٠٠.٠
٥	المسمى الوظيفي	رئيس قسم / مدير	٤	١١.٨
		مشرف	١٧	٥٠.٠
		فني	٤	١١.٨
		موظف/إداري	٩	٢٦.٥
		المجموع	٣٤	١٠٠.٠
٦	طبيعة العمل/ القطاع	إدارة الأصول Asset Management	٠	٠.٠
		إدارة التشغيل والصيانة Operations & Maintenance	١٧	٥٠.٠
		إدارة المشاريع Projects	٠	٠.٠
		إدارة التخطيط Planning	٠	٠.٠
		إدارة الهندسة Engineering	٠	٠.٠
		إدارة التحول الرقمي Digital Transformation	٤	١١.٨
		موظفو GIS و Geospatial Specialists	٥	١٤.٧
		الإدارة المالية	٤	١١.٨
		مخالفات	٤	١١.٨
		المجموع	٣٤	١٠٠.٠

يتضح من بيانات جدول رقم (١) أن جميع أفراد عينة الدراسة من الذكور، حيث بلغ عددهم (٣٤) مشاركاً بنسبة (١٠٠%)، في حين لم تسجل العينة أي مشاركة من الإناث. وقد يرجع ذلك إلى طبيعة الأعمال الفنية والميدانية المرتبطة بقطاع المياه والتشغيل والصيانة، والتي يغلب عليها التمثيل الذكوري في البيئة محل الدراسة.

وفيما يتعلق بالعمر، جاءت الفئة العمرية 45 سنة فأكثر في المرتبة الأولى بعدد (٢٢) مشاركاً وبنسبة (٦٤.٧%)، تلتها الفئة من 35 إلى ٤٤ سنة بعدد (٨) مشاركين وبنسبة (٢٣.٥%)، ثم فئة أقل من ٢٥ سنة بعدد (٤) مشاركين وبنسبة (١١.٨%)، بينما لم تضم العينة أفراداً من الفئة العمرية من 25 إلى ٣٤ سنة. وتشير هذه النتائج إلى أن غالبية أفراد العينة ينتمون إلى الفئات العمرية الأكثر نضجاً وخبرة، مما يعزز قدرتهم على تقييم واقع استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وأثرها في اتخاذ القرار التنفيذي.

أما من حيث المؤهل العلمي، فقد احتل حملة البكالوريوس المرتبة الأولى بعدد (١٧) مشاركاً وبنسبة (٥٠%)، تلاهم حملة الدبلوم بعدد (٥) مشاركين وبنسبة (١٤.٧%)، ثم حملة كل من المؤهل المتوسط والثانوي والماجستير بعدد (٤) مشاركين لكل فئة وبنسبة (١١.٨%)، في حين لم تضم العينة أي مشارك من حملة الدكتوراه. وتوضح هذه النتائج أن نصف أفراد العينة يحملون مؤهلاً جامعياً، إلى جانب تنوع المستويات التعليمية الأخرى، وهو ما يتيح الحصول على تصورات تجمع بين الخبرة الأكاديمية والخبرة الفنية والميدانية.

وفيما يخص سنوات الخبرة، أظهرت النتائج أن غالبية أفراد العينة لديهم خبرة تزيد على 12 سنة، حيث بلغ عددهم (٣٠) مشاركاً بنسبة مرتفعة بلغت (٨٨.٢%)، بينما بلغ عدد من تقل خبرتهم عن ثلاث سنوات (٤) مشاركين بنسبة (١١.٨%)، ولم تسجل الفئتان من 3 إلى ٧ سنوات ومن 8 إلى ١٢ سنة أي مشاركين. ويعكس ذلك تمتع أفراد العينة بخبرة عملية طويلة، وهو ما يزيد من موثوقية استجاباتهم بشأن كفاءة القرارات التنفيذية وواقع العمليات التشغيلية واستخدام التقنيات المكانية.

وبالنسبة للمسمى الوظيفي، جاءت فئة المشرفين في المرتبة الأولى بعدد (١٧) مشاركاً وبنسبة (٥٠%)، تلتها فئة الموظفين والإداريين بعدد (٩) مشاركين وبنسبة (٢٦.٥%)، ثم فئتا رؤساء الأقسام والمديرين والفنيين بعدد (٤) مشاركين لكل منهما وبنسبة (١١.٨%). ويشير هذا التوزيع إلى أن نصف أفراد العينة يشغلون وظائف إشرافية ترتبط مباشرة بمتابعة العمليات وتطبيق القرارات ومراقبة سير العمل، إلى جانب تمثيل المستويات الإدارية والفنية المختلفة.

وفيما يتعلق بطبيعة العمل أو القطاع، تصدرت إدارة التشغيل والصيانة فئات العينة بعدد (١٧) مشاركاً وبنسبة (٥٠%)، تلتها فئة موظفي نظم المعلومات الجغرافية والمتخصصين الجغرافيين بعدد (٥) مشاركين وبنسبة (١٤.٧%). وجاءت كل من إدارة التحول الرقمي، والإدارة المالية، وقطاع المخالفات بعدد (٤) مشاركين لكل قطاع وبنسبة (١١.٨%)، بينما لم تسجل إدارات الأصول والمشاريع والتخطيط والهندسة أي تمثيل في العينة. ويبين هذا التوزيع أن أفراد العينة يرتبطون بدرجة كبيرة بالعمليات التشغيلية والصيانة والأنظمة الجغرافية والتحول الرقمي، وهي مجالات ذات صلة مباشرة بموضوع الدراسة، إلا أن غياب التمثيل عن بعض الإدارات، ولا سيما إدارة المشاريع والتخطيط والهندسة، ينبغي أخذه في الاعتبار عند تفسير النتائج وتعميمها.

وبوجه عام، تكشف البيانات الديموغرافية عن أن العينة تتكون في معظمها من ذكور ذوي أعمار مرتفعة نسبياً وخبرات عملية طويلة، ويشغل نصفهم وظائف إشرافية ويعمل نصفهم في إدارة التشغيل والصيانة. ويمنح هذا التكوين العينة معرفة ميدانية واسعة بالعمليات التنفيذية ومشكلاتها، بما

يدعم قدرتها على تقييم أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي في كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي، مع مراعاة محدودية التنوع من حيث الجنس وبعض الفئات العمرية والقطاعات الوظيفية.

أدوات الدراسة:

اعتمدت الدراسة على الاستبانة بوصفها الأداة الرئيسية لجمع البيانات الميدانية، نظراً لملاءمتها لطبيعة المنهج الوصفي التحليلي، وقدرتها على جمع استجابات أفراد العينة حول مستوى استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) ومدى إسهامها في رفع كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية. وقد جرى إعداد الاستبانة بالاستفادة من الإطار النظري والدراسات السابقة ذات الصلة، مع إعادة صياغة العبارات بما يتناسب مع طبيعة قطاع المياه والبيئة التنظيمية والتشغيلية محل الدراسة.

وتكونت الاستبانة من قسمين رئيسيين، تمثل القسم الأول في البيانات الديموغرافية والوظيفية لأفراد العينة، وشمل الجنس، والعمر، والمؤهل العلمي، وسنوات الخبرة، والمسمى الوظيفي، وطبيعة العمل أو القطاع. أما القسم الثاني فتضمن العبارات المخصصة لقياس متغيرات الدراسة، وتوزعت على محورين رئيسيين:

المحور الأول: تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI)

يمثل هذا المحور المتغير المستقل في الدراسة، ويقاس مستوى استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي في مشاريع شركة المياه الوطنية، من خلال أربعة أبعاد:

١. **جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية:** ويقاس مدى استخدام الأنظمة الذكية في جمع البيانات المكانية من مصادر متعددة، وتنظيمها وتحديثها ودمجها والتحقق من دقتها، بما يدعم تكوين قاعدة معلومات مكانية متكاملة.

٢. **التحليل المكاني التنبؤي:** ويقاس مدى استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي في تحليل الأنماط المكانية والتنبؤ بالأعطال والمخاطر والمشكلات التشغيلية، وتحديد المناطق والمشروعات ذات الأولوية.

٣. **التصور المكاني الذكي ودعم القرار:** ويقاس مدى استخدام الخرائط التفاعلية ولوحات المؤشرات والنماذج البصرية المكانية في عرض البيانات وتفسيرها ومقارنة البدائل ودعم متخذي القرار.

٤. **التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع:** ويقاس مدى ارتباط تطبيقات GeoAI بعمليات التخطيط والتنفيذ والمتابعة والرقابة، وتبادل البيانات بين الإدارات والأنظمة المختلفة.

المحور الثاني: كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي

يمثل هذا المحور المتغير التابع في الدراسة، ويقاس مستوى كفاءة القرارات التنفيذية في مشاريع الشركة من خلال الأبعاد الآتية:

١. سرعة اتخاذ القرار والاستجابة للمشكلات الميدانية.
٢. دقة القرار وموثوقيته وملاءمته للواقع التنفيذي.
٣. جودة تخصيص الموارد البشرية والمادية والمالية.
٤. القدرة على التنبؤ بالمخاطر والمشكلات التنفيذية وإدارتها.
٥. فاعلية المتابعة والتنفيذ والتنسيق بين فرق المشروع.

وقد صيغت عبارات الاستبانة في صورة عبارات تقريرية واضحة، وأجيب عنها باستخدام مقياس ليكرت الخماسي، وفق البدائل: أوافق بشدة، أوافق، محايد، لا أوافق، لا أوافق بشدة، وأعطيت لها الأوزان من (٥) إلى (١) على الترتيب. ويتيح هذا المقياس تحديد اتجاهات أفراد العينة وقياس درجة موافقتهم على كل عبارة، ثم حساب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والأوزان النسبية لمحاور الدراسة وأبعادها.

صدق أداة الدراسة:

يقصد بصدق أداة الدراسة مدى قدرتها على قياس المفاهيم والمتغيرات التي أعدت لقياسها بصورة دقيقة، والتأكد من أن العبارات الواردة فيها تعكس أبعاد تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وكفاءة اتخاذ القرار التنفيذي. وللتحقق من صدق الاستبانة، اعتمدت الدراسة على الصدق الظاهري وصدق الاتساق الداخلي.

أولاً: الصدق الظاهري وصدق المحتوى

تم التحقق من الصدق الظاهري للاستبانة من خلال عرضها في صورتها الأولية على مجموعة من المحكمين من ذوي الخبرة والاختصاص في مجالات إدارة الأعمال، وإدارة المشاريع، والذكاء الاصطناعي، ونظم المعلومات الجغرافية، ومناهج البحث العلمي والإحصاء. وطلب من المحكمين تقييم الأداة من حيث:

- مدى ارتباط كل عبارة بالبعد الذي تنتمي إليه.
- شمول العبارات لأبعاد متغيرات الدراسة.
- وضوح الصياغة اللغوية وسلامتها.

- ملاءمة العبارات لطبيعة عمل أفراد العينة.
- خلو العبارات من الغموض أو التكرار.
- مناسبة مقياس الاستجابة المستخدم.
- اقتراح حذف أو إضافة أو تعديل أي عبارة يرونها ضرورية.

وفي ضوء ملاحظات المحكمين، أُجريت التعديلات اللازمة على الاستبانة، حيث أعيدت صياغة بعض العبارات لزيادة وضوحها، وحُذفت أو دُمجت العبارات المتقاربة في المعنى، كما عُدلت بعض المصطلحات الفنية لتناسب مع البيئة التطبيقية لشركة المياه الوطنية. وبعد إجراء هذه التعديلات، أصبحت الاستبانة في صورتها النهائية ملائمة لقياس متغيرات الدراسة، وهو ما يشير إلى تمتعها بدرجة مناسبة من الصدق الظاهري وصدق المحتوى.

ثانياً: صدق الاتساق الداخلي

تم التحقق من صدق الاتساق الداخلي للاستبانة بعد تطبيقها على أفراد العينة، وذلك من خلال حساب معامل ارتباط بيرسون بين درجة كل عبارة والدرجة الكلية للبعد الذي تنتمي إليه، وكذلك حساب معاملات الارتباط بين درجات الأبعاد والدرجة الكلية للمحور. ويهدف هذا الإجراء إلى التعرف إلى مدى اتساق العبارات وترابطها في قياس المفهوم نفسه.

وتُعد العبارة متسقة داخلياً عندما يكون معامل ارتباطها بالدرجة الكلية للبعد موجباً وذا دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (٠.٠٥) أو (٠.٠١). وتعني معاملات الارتباط الموجبة والدالة إحصائياً أن ارتفاع استجابة الفرد على العبارة يرتبط بارتفاع درجته على البعد ككل، مما يدل على أن العبارة تقيس المفهوم الذي صُممت من أجله ولا تعمل بصورة منفصلة عن بقية عبارات البعد.

جدول (٢): صدق الاتساق الداخلي لمحاور الدراسة (ن = ٣٤)

المحور الأول: استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI)							
(أ) جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية		(ب) التحليل المكاني التنبئي		(ج) التصور المكاني ودعم القرار		(د) التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع	
رقم العبارة	معامل الارتباط	رقم العبارة	معامل الارتباط	رقم العبارة	معامل الارتباط	رقم العبارة	معامل الارتباط
١	**٠.٩١٥	٥	**٠.٩١٧	٩	**٠.٨٥٥	١٣	**٠.٨٨٨
٢	**٠.٩٣٤	٦	**٠.٤٩٧	١٠	**٠.٨٢٧	١٤	**٠.٦٦١
٣	**٠.٨٤٤	٧	**٠.٨١٢	١١	**٠.٩٦٠	١٥	**٠.٨٣٨
٤	**٠.٧١٤	٨	**٠.٩٧٣	١٢	**٠.٩٦٤	١٦	**٠.٩٢٢

** : دال عند ٠.٠١

* : دال عند ٠.٠٥

جدول (٣): صدق الاتساق الداخلي لمحاور الدراسة (ن = ٣٤)

المحور الثاني: محور كفاءة صناعة القرار التنفيذي		المحور الثالث: جودة القرار والاستجابة التنفيذية	
رقم العبارة	معامل الارتباط	رقم العبارة	معامل الارتباط
١٧	٠.٧٤٥**	٢٢	٠.٩٢٨**
١٨	٠.٩٢٠**	٢٣	٠.٩٢٨**
١٩	٠.٩٤٢**	٢٤	٠.٩٢٤**
٢٠	٠.٦٢١**	٢٥	٠.٨٣٩**
٢١	٠.٨٤٩**		

** : دال عند ٠.٠١

* : دال عند ٠.٠٥

يتضح من نتائج جدول (٢) أن جميع معاملات ارتباط عبارات المحور الأول، الخاص باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI)، بالدرجة الكلية للأبعاد التي تنتمي إليها جاءت موجبة ودالة إحصائياً عند مستوى دلالة (٠.٠١)، مما يدل على اتساق العبارات مع الأبعاد المخصصة لقياسها.

ففي بُعد جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية تراوحت معاملات الارتباط بين (٠.٧١٤) و(٠.٩٣٤)، وقد سجلت العبارة رقم (٢) أعلى معامل ارتباط بلغ (٠.٩٣٤)، بينما سجلت العبارة رقم (٤) أدنى معامل ارتباط بلغ (٠.٧١٤). وتشير هذه القيم إلى وجود ارتباطات قوية بين عبارات هذا البعد ودرجته الكلية، بما يؤكد قدرتها على قياس مستوى جمع البيانات المكانية الذكية ومعالجتها بصورة متسقة.

وفي بُعد التحليل المكاني التنبئي تراوحت معاملات الارتباط بين (٠.٤٩٧) و(٠.٩٧٣)، حيث حققت العبارة رقم (٨) أعلى معامل ارتباط بلغ (٠.٩٧٣)، بينما جاءت العبارة رقم (٦) بأدنى معامل ارتباط بلغ (٠.٤٩٧). وعلى الرغم من انخفاض ارتباط العبارة رقم (٦) مقارنة ببقية العبارات، فإن معامل ارتباطها ظل موجباً ودالاً إحصائياً عند مستوى (٠.٠١)، ولذلك تُعد العبارة مقبولة وتسهم في قياس البعد، مع إمكانية مراجعة صياغتها للتأكد من وضوحها وارتباطها المباشر بمفهوم التحليل المكاني التنبئي.

أما بُعد التصور المكاني ودعم القرار، فقد تراوحت معاملات ارتباط عباراته بين (٠.٨٢٧) و(٠.٩٦٤)، وسجلت العبارة رقم (١٢) أعلى معامل ارتباط بلغ (٠.٩٦٤)، تلتها العبارة رقم (١١) بمعامل بلغ (٠.٩٦٠)، بينما سجلت العبارة رقم (١٠) أدنى معامل بلغ (٠.٨٢٧). وتدل هذه النتائج

على درجة مرتفعة من الاتساق الداخلي، وأن العبارات تقيس بصورة مترابطة استخدام الخرائط الذكية ولوحات المؤشرات والتصورات المكانية في دعم القرار.

وفي بُعد التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع تراوحت معاملات الارتباط بين (٠.٦٦١) و(٠.٩٢٢)، حيث جاءت العبارة رقم (١٦) بأعلى معامل ارتباط بلغ (٠.٩٢٢)، في حين حققت العبارة رقم (١٤) أدنى معامل ارتباط بلغ (٠.٦٦١). وتعد جميع هذه الارتباطات موجبة ودالة إحصائياً، مما يؤكد اتساق العبارات في قياس مدى دمج تطبيقات GeoAI في عمليات التخطيط والتنفيذ والمتابعة والرقابة على المشاريع.

كما يبين جدول (٣) أن معاملات ارتباط عبارات محور كفاءة صناعة القرار التنفيذي بالدرجة الكلية للمحور تراوحت بين (٠.٦٢١) و(٠.٩٤٢)، حيث سجلت العبارة رقم (١٩) أعلى معامل ارتباط بلغ (٠.٩٤٢)، تلتها العبارة رقم (١٨) بمعامل بلغ (٠.٩٢٠)، بينما سجلت العبارة رقم (٢٠) أدنى معامل بلغ (٠.٦٢١). وجميع هذه القيم موجبة ودالة عند مستوى (٠.٠١)، مما يدل على أن العبارات تتسم بدرجة جيدة إلى مرتفعة من الاتساق الداخلي، وتقيس بصورة مترابطة كفاءة القرار التنفيذي.

وفيما يتعلق بمحور جودة القرار والاستجابة التنفيذية، تراوحت معاملات الارتباط بين (٠.٨٣٩) و(٠.٩٢٨)، وحققت العبارتان رقم (٢٢) ورقم (٢٣) أعلى معامل ارتباط بلغ (٠.٩٢٨) لكل منهما، تلتها العبارة رقم (٢٤) بمعامل بلغ (٠.٩٢٤)، بينما سجلت العبارة رقم (٢٥) معامل ارتباط بلغ (٠.٨٣٩). وتؤكد هذه النتائج وجود ارتباطات قوية بين العبارات والدرجة الكلية للمحور، بما يعكس قدرة العبارات على قياس جودة القرار والاستجابة التنفيذية بصورة متسقة.

وبوجه عام، جاءت جميع معاملات الارتباط موجبة ودالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠١)، وتراوحت في الأداة ككل بين (٠.٤٩٧) و(٠.٩٧٣)، وهو ما يدل على تمتع الاستبانة بدرجة مرتفعة من صدق الاتساق الداخلي. وبناءً على ذلك، يمكن الإبقاء على جميع العبارات والاعتماد عليها في التطبيق النهائي والتحليلات الإحصائية واختبار فرضيات الدراسة.

ثبات الاستبانة (Reliability):

تم قياس ثبات أداة البحث باستخدام معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha)، حيث يُعتبر المقياس مستقرًا إذا كان معامل الثبات أكبر من ٠.٧، وهو الحد المقبول عمومًا في الدراسات الاجتماعية. وجاءت نتائج الاختبار كما يلي:

جدول (٤): معاملات الثبات ألفا كرونباخ لمحاور الاستبانة وللأداة ككل (ن = ٣٤)

المحور	عدد العبارات	معامل ثبات ألفا كرونباخ
المحور الأول: استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI)	١٦	٠.٩٥٠
(أ) جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية	٤	٠.٨٧٢
(ب) التحليل المكاني التنبئي	٤	٠.٨١٤
(ج) التصور المكاني ودعم القرار	٤	٠.٩١٨
(د) التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع	٤	٠.٨٤٢
المحور الثاني: محور كفاءة صناعة القرار التنفيذي	٥	٠.٨٤٤
المحور الثالث: جودة القرار والاستجابة التنفيذية	٤	٠.٩٢٤
الأداة ككل	٢٥	٠.٩٦٨

يتضح من نتائج جدول (٤) أن معاملات ثبات ألفا كرونباخ لجميع محاور الاستبانة وأبعادها جاءت مرتفعة، وتجاوزت الحد الأدنى المقبول إحصائياً والبالغ (٠.٧٠)، مما يدل على تمتع أداة الدراسة بدرجة عالية من الثبات والاتساق الداخلي، وإمكانية الاعتماد عليها في قياس متغيرات الدراسة وتحليل نتائجها.

فقد بلغ معامل الثبات للمحور الأول، الخاص باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI)، قيمة (٠.٩٥٠)، وهي قيمة مرتفعة جداً تشير إلى اتساق العبارات الست عشرة المكونة لهذا المحور في قياس مستوى استخدام تطبيقات GeoAI. وعلى مستوى أبعاده الفرعية، بلغ معامل الثبات لبعد جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية (0.872)، ولبعد التحليل المكاني التنبئي (0.814)، ولبعد التصور المكاني ودعم القرار (0.918)، ولبعد التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع (0.842). وتوضح هذه القيم أن جميع الأبعاد الفرعية تتمتع بدرجات ثبات جيدة إلى مرتفعة جداً، وقد حقق بُعد التصور المكاني ودعم القرار أعلى قيمة ثبات بين أبعاد المحور الأول.

كما بلغ معامل الثبات للمحور الثاني، المتعلق بكفاءة صناعة القرار التنفيذي، قيمة (٠.٨٤٤)، وهي قيمة تدل على اتساق جيد بين عباراته الخمس وقدرتها على قياس المفهوم بصورة مستقرة. أما المحور الثالث، الخاص بجودة القرار والاستجابة التنفيذية، فقد بلغ معامل ثباته (٠.٩٢٤)، وهو مستوى مرتفع جداً يعكس قوة الترابط والاتساق بين عباراته الأربع.

وبلغ معامل ألفا كرونباخ للأداة ككل (٠.٩٦٨)، وهي قيمة مرتفعة جداً تدل على أن العبارات الخمس والعشرين تتمتع بدرجة عالية من الاتساق الداخلي والاستقرار في القياس. وبناءً على ذلك، يمكن القول إن الاستبانة تتمتع بدرجة ممتازة من الثبات، وأنها صالحة للتطبيق الميداني وإجراء التحليلات الإحصائية واختبار فرضيات الدراسة.

معيّار التصحيح:

تم اعتماد مقياس ليكرت الخماسي لتقييم الإجابات على الأسئلة، لتحديد طول الخلية الصحيح تم قسمة الفارق بين الحدود (٥ - ١ = ٤) على عدد خلايا المقياس (٤ ÷ ٥ = ٠.٨). بعد ذلك تم إضافة هذه القيمة إلى أقل قيمة في المقياس وهي الواحد لتحديد الحد العلوي لهذه الخلية، وهكذا يتضح طول الخلايا كما هو مبين في الجدول التالي:

جدول (٤): أوزان الإجابات حسب المقياس الخماسي

قيمة المتوسط الحسابي	النتيجة (الاتجاه العام)	الوزن النسبي %	مستوى (درجة) الممارسة/الأهمية
من ١ إلى أقل من ١.٨٠	غير موافق بشدة	من ٢٠% إلى أقل من ٣٦%	منخفضة جداً
من ١.٨٠ إلى أقل من ٢.٦٠	غير موافق	من ٣٦% إلى أقل من ٥٢%	منخفضة
من ٢.٦٠ إلى أقل من ٣.٤٠	محايد	من ٥٢% إلى أقل من ٦٨%	متوسطة
من ٣.٤٠ إلى أقل من ٤.٢٠	موافق	من ٦٨% إلى أقل من ٨٤%	مرتفعة
من ٤.٢٠ إلى ٥	موافق بشدة	من ٨٤% إلى ١٠٠%	مرتفعة جداً

المعالجة والأدوات الإحصائية المستخدمة:

بعد الانتهاء من جمع الاستبانات ومراجعتها والتأكد من اكتمال بياناتها، جرى ترميز استجابات أفراد العينة وإدخالها إلى برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية SPSS؛ بهدف تنظيم البيانات وتحليلها بما يتناسب مع أهداف الدراسة وأسئلتها وفرضياتها. وقد أعطيت استجابات مقياس ليكرت الخماسي أوزاناً رقمية تبدأ من 1 للاستجابة «لا أوافق بشدة» وتنتهي بـ 5 للاستجابة «أوافق بشدة»، ثم أجريت المعالجات الإحصائية الوصفية والاستدلالية المناسبة.

واستخدمت الدراسة الأدوات الإحصائية الآتية:

١. التكرارات والنسب المئوية؛ لوصف الخصائص الديموغرافية لأفراد العينة، مثل الجنس والعمر والمؤهل العلمي وسنوات الخبرة والمسمى الوظيفي.
 ٢. المتوسطات الحسابية؛ لتحديد مستوى استجابات أفراد العينة تجاه عبارات ومحاور الدراسة، وترتيبها وفق درجة الموافقة.
 ٣. الانحرافات المعيارية؛ لقياس مدى تشتت استجابات أفراد العينة حول المتوسط الحسابي، وتحديد درجة التجانس أو الاختلاف بين آرائهم.
 ٤. الوزن النسبي؛ لتوضيح المستوى النسبي لدرجة الموافقة على كل عبارة ومحور، وذلك من خلال تحويل المتوسط الحسابي إلى نسبة مئوية.
 ٥. معامل ارتباط بيرسون؛ للتحقق من صدق الاتساق الداخلي للاستبانة، من خلال قياس ارتباط كل عبارة بالدرجة الكلية للمحور الذي تنتمي إليه، وكذلك للكشف عن طبيعة العلاقات بين متغيرات الدراسة وقوتها واتجاهها.
 ٦. معامل ألفا كرونباخ؛ لقياس ثبات الاستبانة ودرجة الاتساق الداخلي بين عبارات كل محور، إضافة إلى قياس ثبات الأداة ككل.
 ٧. تحليل الانحدار الخطي البسيط والمتعدد؛ لقياس أثر الخدمة الاجتماعية التنظيمية في دعم الإدارة التنفيذية، وأثر كل من الخدمة الاجتماعية التنظيمية ودعم الإدارة التنفيذية في كفاءة تنفيذ المشاريع الحكومية، وتحديد مقدار إسهام المتغيرات المستقلة في تفسير التغير في المتغير التابع.
 ٨. تحليل التباين المصاحب للانحدار (ANOVA)؛ للتحقق من الدلالة الإحصائية لنماذج الانحدار ومدى صلاحيتها لتفسير العلاقات بين متغيرات الدراسة.
- واعتمدت الدراسة مستوى دلالة إحصائية قدره 0.05 للحكم على دلالة النتائج؛ بحيث تعد النتيجة دالة إحصائيًا عندما تكون قيمة الدلالة الاحتمالية أقل من أو تساوي 0.05، وتعد عالية الدلالة عندما تكون أقل من أو تساوي 0.01. وقد أسهمت هذه المعالجات في وصف بيانات الدراسة بدقة، والتحقق من جودة الأداة، واختبار الفرضيات المتعلقة بالعلاقات والتأثيرات بين متغيراتها.

الفصل الرابع

تحليل البيانات والنتائج والتوصيات والمقترحات

تمهيد:

يتناول هذا الفصل عرض نتائج الدراسة الميدانية وتحليلها إحصائياً، بهدف الكشف عن مستوى استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) ومدى إسهامها في رفع كفاءة صناعة القرار التنفيذي وجودة القرار والاستجابة التنفيذية في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية. ويبدأ الفصل بعرض التحليل الوصفي لاستجابات أفراد العينة من خلال المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والأوزان النسبية وترتيب العبارات والأبعاد، بما يوضح اتجاهات أفراد العينة نحو متغيرات الدراسة. كما يتضمن اختبار فرضيات الدراسة باستخدام معاملات الارتباط وتحليل الانحدار وغيرها من الأساليب الإحصائية المناسبة، للكشف عن طبيعة العلاقة وقوتها ومستوى تأثير أبعاد تطبيقات GeoAI في كفاءة القرار التنفيذي. ويُختم الفصل بمناقشة النتائج في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة، وصولاً إلى استخلاص أبرز النتائج ووضع التوصيات والمقترحات التي يمكن أن تسهم في تعزيز توظيف الذكاء الاصطناعي الجغرافي داخل مشاريع المياه ورفع كفاءة القرارات التنفيذية المرتبطة بها.

تحليل البيانات:

أولاً: متغير جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية

تم تحليل المتغير الأول الخاص بأداة الدراسة عن طريق حساب المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، والنتيجة، والوزن النسبي، والمستوى والرتبة لكل عبارة من عبارات متغير جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (٥): المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، النتيجة، الوزن النسبي، المستوى والرتبة لمتغير

(أ) جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية (ن = ٣٤)

م	(أ) جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	النتيجة	الوزن النسبي %	المستوى	الرتبة
١	توفر الأنظمة الحالية GeoAI بيانات مكانية دقيقة تدعم العمل التنفيذي.	٣.٩٤	٠.٧٤	موافق	٧٨.٨٠	مرتفعة	٤
٢	يتم تحديث البيانات المكانية بشكل مستمر بما يخدم اتخاذ القرار.	٤.٠٩	٠.٦٢	موافق	٨١.٨٠	مرتفعة	٣
٣	تساعد تطبيقات GeoAI في دمج مصادر بيانات مكانية متعددة بسهولة.	٤.٤٧	٠.٥١	موافق بشدة	٨٩.٤٠	مرتفعة جداً	٢
٤	تسهم هذه التطبيقات في تقليل الوقت اللازم لمعالجة البيانات الميدانية	٤.٧٤	٠.٤٥	موافق بشدة	٩٤.٨٠	مرتفعة جداً	١
	الدرجة الكلية	٤.٣١	٠.٥٠	موافق بشدة	٨٦.٢٠	مرتفعة جداً	

يتضح من نتائج جدول رقم (٥) أن مستوى جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية جاء مرتفعاً جداً، حيث بلغ المتوسط الحسابي الكلي (٤.٣١)، والانحراف المعياري (٠.٥٠)، والوزن النسبي (٨٦.٢٠%)، وكانت النتيجة العامة «موافق بشدة». وهذا يدل على أن أفراد العينة يرون أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي تسهم بدرجة كبيرة في تحسين جمع البيانات المكانية ومعالجتها.

وجاءت عبارة "تسهم هذه التطبيقات في تقليل الوقت اللازم لمعالجة البيانات الميدانية" في المرتبة الأولى بمتوسط (٤.٧٤) ووزن نسبي (٩٤.٨٠%)، تلتها عبارة "تساعد تطبيقات GeoAI في دمج مصادر بيانات مكانية متعددة بسهولة" بمتوسط (٤.٤٧) ووزن نسبي (٨٩.٤٠%). بينما جاءت عبارة "يتم تحديث البيانات المكانية بشكل مستمر بما يخدم اتخاذ القرار" في المرتبة الثالثة بمتوسط (٤.٠٩)، ثم عبارة "توفر الأنظمة الحالية GeoAI بيانات مكانية دقيقة تدعم العمل التنفيذي" في المرتبة الرابعة بمتوسط (3.94).

وبوجه عام، تؤكد النتائج أن أبرز مزايا تطبيقات GeoAI تتمثل في تسريع معالجة البيانات ودمج مصادرها المتعددة، مع وجود حاجة إلى تعزيز دقة البيانات واستمرارية تحديثها بما يدعم كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي.

المتغير الثاني: التحليل المكاني التنبئي

جدول (٦): المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، النتيجة، الوزن النسبي، المستوى والرتبة لمتغير

(ب) التحليل المكاني التنبئي (ن = ٣٤)

م	(ب) التحليل المكاني التنبئي	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	النتيجة	الوزن النسبي %	المستوى	الرتبة
٥	تساعد تطبيقات GeoAI في التنبؤ بالأعطال أو المشكلات في الشبكات.	٤.٢٤	٠.٩٦	موافق بشدة	٨٤.٨٠	مرتفعة جداً	٤
٦	تساهم التحليلات التنبؤية في تحسين التخطيط التنفيذي للمشاريع.	٤.٧١	٠.٤٦	موافق بشدة	٩٤.٢٠	مرتفعة جداً	١
٧	توفر النماذج التنبؤية دقة عالية في تحديد الأولويات الميدانية.	٤.٣٥	٠.٤٩	موافق بشدة	٨٧.٠٠	مرتفعة جداً	٢
٨	تساعد التحليلات الذكية في تقليل المخاطر التشغيلية قبل وقوعها.	٤.٣٥	٠.٦٩	موافق بشدة	٨٧.٠٠	مرتفعة جداً	٢
	الدرجة الكلية	٤.٤١	٠.٥٤	موافق بشدة	٨٨.٢٠	مرتفعة جداً	

يتضح من نتائج الجدول رقم (٦) أن مستوى التحليل المكاني التنبئي جاء مرتفعاً جداً، حيث بلغ المتوسط الحسابي الكلي (٤.٤١)، والانحراف المعياري (٠.٥٤)، والوزن النسبي (٨٨.٢٠%)، وكانت النتيجة العامة «موافق بشدة». ويشير ذلك إلى إدراك أفراد العينة لأهمية التحليلات التنبئية في دعم التخطيط التنفيذي وتقليل المخاطر وتحسين تحديد الأولويات.

وجاءت عبارة "تساهم التحليلات التنبؤية في تحسين التخطيط التنفيذي للمشاريع" في المرتبة الأولى بمتوسط (٤.٧١) ووزن نسبي (٩٤.٢٠%). وجاءت عبارتا "توفر النماذج التنبؤية دقة عالية في تحديد الأولويات الميدانية" و"تساعد التحليلات الذكية في تقليل المخاطر التشغيلية قبل وقوعها" في المرتبة الثانية بمتوسط (٤.٣٥) لكل منهما ووزن نسبي (٨٧.٠٠%). بينما جاءت عبارة "تساعد تطبيقات GeoAI في التنبؤ بالأعطال أو المشكلات في الشبكات" في المرتبة الأخيرة بمتوسط (٤.٢٤)، رغم بقائها ضمن المستوى المرتفع جداً.

وبوجه عام، تؤكد النتائج أن التحليل المكاني التنبئي يسهم بدرجة كبيرة في تحسين التخطيط التنفيذي، وتحديد الأولويات، وتقليل المخاطر التشغيلية، بما يدعم كفاءة اتخاذ القرار في مشاريع المياه.

المتغير الثالث: التصور المكاني ودعم القرار

جدول (٧): المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، النتيجة، الوزن النسبي، المستوى والرتبة لمتغير

(ج) التصور المكاني ودعم القرار (ن = ٣٤)

م	(ج) التصور المكاني ودعم القرار	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	النتيجة	الوزن النسبي %	المستوى	الرتبة
٩	تسهل الخرائط الذكية فهم الوضع التنفيذي للمشاريع.	٤.٥٩	٠.٥٠	موافق بشدة	٩١.٨٠	مرتفعة جداً	١
١٠	تساعد لوحات المعلومات الجغرافية في تسريع اتخاذ القرار.	٤.٣٢	٠.٧٣	موافق بشدة	٨٦.٤٠	مرتفعة جداً	٣
١١	توفر تطبيقات GeoAI تمثيلاً بصرياً واضحاً للبيانات المعقدة.	٤.٤٤	٠.٧٥	موافق بشدة	٨٨.٨٠	مرتفعة جداً	٢
١٢	يسهم التصور المكاني في تحسين مقارنة البدائل التنفيذية.	٤.٣٢	٠.٧٣	موافق بشدة	٨٦.٤٠	مرتفعة جداً	٣
	الدرجة الكلية	٤.٤٢	٠.٦١	موافق بشدة	٨٨.٤٠	مرتفعة جداً	

يتضح من نتائج جدول (٧) أن مستوى التصور المكاني ودعم القرار جاء مرتفعاً جداً، حيث بلغ المتوسط الحسابي الكلي (٤.٤٢)، والانحراف المعياري (٠.٦١)، والوزن النسبي (٨٨.٤٠%)، وكانت النتيجة العامة «موافق بشدة». ويشير ذلك إلى أن أدوات التصور المكاني تسهم بفاعلية في تبسيط المعلومات ودعم القرارات التنفيذية.

وجاءت عبارة "تسهل الخرائط الذكية فهم الوضع التنفيذي للمشاريع" في المرتبة الأولى بمتوسط (٤.٥٩) ووزن نسبي (٩١.٨٠%)، تلتها عبارة "توفر تطبيقات GeoAI تمثيلاً بصرياً واضحاً للبيانات المعقدة" بمتوسط (٤.٤٤) ووزن نسبي (٨٨.٨٠%). بينما جاءت عبارتا "تساعد لوحات المعلومات الجغرافية في تسريع اتخاذ القرار" و"يسهم التصور المكاني في تحسين مقارنة البدائل التنفيذية" في المرتبة الثالثة بمتوسط (٤.٣٢) لكل منهما ووزن نسبي (86.40%).

وبوجه عام، تؤكد النتائج أن الخرائط الذكية والتمثيل البصري للبيانات يسهمان بدرجة كبيرة في تحسين فهم الوضع التنفيذي، وتسريع اتخاذ القرار، ودعم المفاضلة بين البدائل في مشاريع المياه.

المتغير الرابع: التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع

جدول (٨): المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، النتيجة، الوزن النسبي، المستوى والرتبة لمتغير

(د) التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع (ن = ٣٤)

م	(د) التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	النتيجة	الوزن النسبي %	المستوى	الرتبة
١٣	تتكامل تطبيقات GeoAI بشكل فعال مع أنظمة إدارة المشاريع.	٤.٢١	٠.٦٩	موافق بشدة	٨٤.٢٠	مرتفعة جداً	٤
١٤	تساعد هذه التطبيقات في متابعة تقدم تنفيذ المشاريع ميدانياً.	٤.٤٧	٠.٥١	موافق بشدة	٨٩.٤٠	مرتفعة جداً	٢
١٥	تدعم تطبيقات GeoAI توزيع الموارد بشكل أكثر كفاءة.	٤.٥٩	٠.٥٠	موافق بشدة	٩١.٨٠	مرتفعة جداً	١
١٦	يسهم التكامل الرقمي في رفع جودة التنسيق بين الإدارات.	٤.٤٧	٠.٥١	موافق بشدة	٨٩.٤٠	مرتفعة جداً	٢
	الدرجة الكلية	٤.٤٣	٠.٤٦	موافق بشدة	٨٨.٦٠	مرتفعة جداً	
	الدرجة الكلية للمحور الأول	٤.٣٩	٠.٤٧	موافق بشدة	٨٧.٨٠	مرتفعة جداً	

يتضح من نتائج جدول رقم (٨) أن مستوى التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع جاء مرتفعاً جداً، حيث بلغ المتوسط الحسابي الكلي (٤.٤٣)، والانحراف المعياري (٠.٤٦)، والوزن النسبي (٨٨.٦٠%)، وكانت النتيجة العامة «موافق بشدة». ويشير ذلك إلى أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي تتكامل بدرجة كبيرة مع عمليات المتابعة والتنسيق وتوزيع الموارد في المشاريع.

وجاءت عبارة "تدعم تطبيقات GeoAI توزيع الموارد بشكل أكثر كفاءة" في المرتبة الأولى بمتوسط (٤.٥٩) ووزن نسبي (٩١.٨٠%)، تلتها عبارتاً "تساعد هذه التطبيقات في متابعة تقدم تنفيذ المشاريع ميدانياً" و"يسهم التكامل الرقمي في رفع جودة التنسيق بين الإدارات" بمتوسط (٤.٤٧) ووزن نسبي (٨٩.٤٠%) لكل منهما. بينما جاءت عبارة "تتكامل تطبيقات GeoAI بشكل فعال مع أنظمة إدارة المشاريع" في المرتبة الأخيرة بمتوسط (٤.٢١) ووزن نسبي (٨٤.٢٠%)، مع بقائها ضمن المستوى المرتفع جداً.

كما بلغت الدرجة الكلية للمحور الأول، الخاص باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي، متوسطاً حسابياً قدره (٤.٣٩) ووزناً نسبياً (٨٧.٨٠%)، وهو ما يؤكد ارتفاع مستوى استخدام هذه التطبيقات بأبعادها المختلفة. وتبين النتائج أن أبرز أوجه الاستفادة تتمثل في تحسين توزيع الموارد، ومتابعة التنفيذ الميداني، وتعزيز التنسيق بين الإدارات، مع وجود مجال لمزيد من التطوير في الربط المباشر بين تطبيقات GeoAI وأنظمة إدارة المشاريع.

المحور الثاني: محور كفاءة صناعة القرار التنفيذي

جدول (٩): المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، النتيجة، الوزن النسبي، المستوى والرتبة لمحور كفاءة

صناعة القرار التنفيذي (ن = ٣٤)

م	محور كفاءة صناعة القرار التنفيذي	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	النتيجة	الوزن النسبي %	المستوى	الرتبة
١٧	يتم اتخاذ القرارات التنفيذية بسرعة أكبر بفضل استخدام البيانات الذكية.	٤.٤٧	٠.٥١	موافق بشدة	٨٩.٤٠	مرتفعة جداً	٣
١٨	تتميز القرارات التنفيذية بدرجة عالية من الدقة عند استخدام GeoAI.	٤.٥٩	٠.٥٠	موافق بشدة	٩١.٨٠	مرتفعة جداً	١
١٩	تساعد التقنيات الجغرافية الذكية في تحسين جودة القرارات الميدانية.	٤.٤٧	٠.٥١	موافق بشدة	٨٩.٤٠	مرتفعة جداً	٣
٢٠	تساهم البيانات المكانية في رفع كفاءة تخصيص الموارد للمشاريع.	٤.٥٩	٠.٥٠	موافق بشدة	٩١.٨٠	مرتفعة جداً	١
٢١	تساعد الأنظمة الذكية في تحسين الاستجابة للمشكلات الطارئة.	٤.٢٤	٠.٩٦	موافق بشدة	٨٤.٨٠	مرتفعة جداً	٥
	الدرجة الكلية	٤.٤٧	٠.٤٩	موافق بشدة	٨٩.٤٠	مرتفعة جداً	

يتضح من نتائج جدول (٩) أن مستوى كفاءة صناعة القرار التنفيذي جاء مرتفعاً جداً، حيث بلغ المتوسط الحسابي الكلي (٤.٤٧)، والانحراف المعياري (٠.٤٩)، والوزن النسبي (٨٩.٤٠%)، وكانت النتيجة العامة «موافق بشدة». ويشير ذلك إلى أن استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي يسهم بدرجة كبيرة في رفع سرعة القرارات التنفيذية ودقتها وجودتها، وتحسين تخصيص الموارد والاستجابة للمشكلات.

وجاءت عبارتا "تتميز القرارات التنفيذية بدرجة عالية من الدقة عند استخدام GeoAI" و"تساهم البيانات المكانية في رفع كفاءة تخصيص الموارد للمشاريع" في المرتبة الأولى بمتوسط (٤.٥٩) ووزن نسبي (٩١.٨٠%) لكل منهما. تلتها عبارتا "يتم اتخاذ القرارات التنفيذية بسرعة أكبر بفضل استخدام البيانات الذكية" و"تساعد التقنيات الجغرافية الذكية في تحسين جودة القرارات الميدانية" بمتوسط (٤.٤٧) ووزن نسبي (٨٩.٤٠%) لكل منهما. بينما جاءت عبارة "تساعد الأنظمة الذكية في تحسين الاستجابة للمشكلات الطارئة" في المرتبة الأخيرة بمتوسط (٤.٢٤) ووزن نسبي (٨٤.٨٠%)، مع بقائها ضمن المستوى المرتفع جداً.

وبوجه عام، تؤكد النتائج أن تطبيقات GeoAI تدعم بصورة واضحة دقة القرار التنفيذي وكفاءة تخصيص الموارد وسرعة اتخاذ القرار، مع وجود مجال لتعزيز توظيف الأنظمة الذكية في الاستجابة الفورية للمشكلات الطارئة.

المحور الثالث: جودة القرار والاستجابة التنفيذية

جدول (١٠): المتوسطات الحسابية، الانحرافات المعيارية، النتيجة، الوزن النسبي، المستوى والرتبة لمحور جودة القرار والاستجابة التنفيذية (ن = ٣٤)

م	جودة القرار والاستجابة التنفيذية	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	النتيجة	الوزن النسبي %	المستوى	الرتبة
٢٢	توفر تطبيقات GeoAI معلومات تدعم تقليل الأخطاء في القرار التنفيذي.	٤.٧١	٠.٤٦	موافق بشدة	٩٤.٢٠	مرتفعة جداً	١
٢٣	تسهم هذه التطبيقات في تحسين القدرة على إدارة المخاطر التشغيلية.	٤.٧١	٠.٤٦	موافق بشدة	٩٤.٢٠	مرتفعة جداً	١
٢٤	تساعد البيانات المكانية الذكية في رفع كفاءة متابعة تنفيذ المشاريع.	٤.٥٩	٠.٥٠	موافق بشدة	٩١.٨٠	مرتفعة جداً	٣
٢٥	يؤدي استخدام GeoAI إلى تحسين شامل في فاعلية القرار التنفيذي.	٤.٤٧	٠.٥١	موافق بشدة	٨٩.٤٠	مرتفعة جداً	٤
	الدرجة الكلية	٤.٦٢	٠.٤٤	موافق بشدة	٩٢.٤٠	مرتفعة جداً	

يتضح من نتائج جدول رقم (١٠) أن مستوى جودة القرار والاستجابة التنفيذية جاء مرتفعاً جداً، حيث بلغ المتوسط الحسابي الكلي (٤.٦٢)، والانحراف المعياري (٠.٤٤)، والوزن النسبي (٩٢.٤٠%)، وكانت النتيجة العامة «موافق بشدة». ويشير ذلك إلى أن أفراد العينة يرون أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي تسهم بدرجة كبيرة في تحسين جودة القرارات التنفيذية ورفع كفاءة الاستجابة للمخاطر والمشكلات التشغيلية.

وجاءت عبارتا "توفر تطبيقات GeoAI معلومات تدعم تقليل الأخطاء في القرار التنفيذي" و"تسهم هذه التطبيقات في تحسين القدرة على إدارة المخاطر التشغيلية" في المرتبة الأولى بمتوسط (٤.٧١) ووزن نسبي (٩٤.٢٠%) لكل منهما. تلتها عبارة "تساعد البيانات المكانية الذكية في رفع كفاءة متابعة تنفيذ المشاريع" بمتوسط (٤.٥٩) ووزن نسبي (٩١.٨٠%). بينما جاءت عبارة "يؤدي استخدام GeoAI إلى تحسين شامل في فاعلية القرار التنفيذي" في المرتبة الرابعة بمتوسط (٤.٤٧) ووزن نسبي (٨٩.٤٠%)، مع بقائها ضمن المستوى المرتفع جداً.

وبوجه عام، تؤكد النتائج أن أهم إسهامات تطبيقات GeoAI تتمثل في تقليل أخطاء القرارات، وتحسين إدارة المخاطر التشغيلية، ورفع كفاءة متابعة تنفيذ المشاريع، بما ينعكس إيجاباً على جودة القرار والاستجابة التنفيذية في مشاريع المياه.

اختبار فرضيات البحث:

أولاً: الفرضية الرئيسية

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

جدول (١١ أ): توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وكفاءة صناعة

القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية (ن = ٣٤)

المحور الأول: استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI)	معامل الارتباط	الدلالة
المحور الثاني: محور كفاءة صناعة القرار التنفيذي	٠.٨٩٣**	دال

**: دال عند ٠.٠١

: دال عند ٠.٠٥

جدول (١١ب): تحليل الانحدار الخطي لتأثير استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي علي كفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية.

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	٦.٢٣٨	١	٦.٢٣٨	**١٢٥.٢٩٥	دال
	Residual	١.٥٩٣	٣٢	٠.٠٥٠		
	Total	٧.٨٣١	٣٣			

اختبار T		معامل التحديد R ²	اختبار "ف"		المتغيرات المستقلة
الدلالة	قيمة T		مستوى المعنوية	قيمة "ف"	
دال	*١١.١٩٤ *	٠.٧٩٧	دال	١٢٥.٢٩ **٥	المحور الأول: استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI)

** : دال عند ٠.٠١

* : دال عند ٠.٠٥

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.893 ^a	.797	.790	.22312

a. Predictors: (Constant), Avr. استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6.238	1	6.238	125.295	.000 ^a
	Residual	1.593	32	.050		
	Total	7.831	33			

a. Predictors: (Constant), Avr. استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي

b. Dependent Variable: Avr. كفاءة صناعة القرار. المحور الثاني

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	.444	.362		1.228	.229	-.293	1.181
	محور الأول: استخدام Avr. تطبيقات الذكاء الاصطناعي	.916	.082	.893	11.194	.000	.750	1.083

a. Dependent Variable: Avr. كفاءة صناعة القرار. المحور الثاني

يتضح من نتائج جدول (١١) وجود علاقة ارتباطية موجبة قوية ودالة إحصائياً بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وكفاءة صناعة القرار التنفيذي، حيث بلغ معامل ارتباط بيرسون (٠.٨٩٣) عند مستوى دلالة (٠.٠١). ويعني ذلك أنه كلما ارتفع مستوى استخدام تطبيقات GeoAI تحسنت كفاءة صناعة القرار التنفيذي من حيث السرعة والدقة وجودة تخصيص الموارد والاستجابة للمشكلات التنفيذية.

كما أظهرت نتائج تحليل الانحدار الخطي في جدول (١١) معنوية النموذج الإحصائي، حيث بلغت قيمة اختبار (F) نحو (١٢٥.٢٩٥)، وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠١). وبلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.797$)، مما يعني أن استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي يفسر نحو 79.7% من التباين في كفاءة صناعة القرار التنفيذي، بينما ترجع النسبة المتبقية البالغة 20.3% إلى عوامل أخرى لم يتضمنها النموذج.

كذلك بلغ معامل الانحدار غير المعياري ($B = 0.916$)، وبلغت قيمة اختبار (T) نحو (١١.١٩٤)، وهي دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠١). ويشير معامل الانحدار الموجب إلى أن زيادة استخدام تطبيقات GeoAI بمقدار وحدة واحدة تقترن بزيادة متوقعة قدرها (٠.٩١٦) وحدة في كفاءة صناعة القرار التنفيذي، مع ثبات العوامل الأخرى.

وبناءً على هذه النتائج، تُقبل الفرضية الرئيسية، ويُستنتج وجود أثر إيجابي قوي ودال إحصائياً لاستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي في كفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية. وتؤكد النتيجة أن توظيف البيانات المكانية الذكية والتحليلات التنبؤية والخرائط التفاعلية والتكامل التشغيلي مع أنظمة إدارة المشاريع يمثل عاملاً مهماً في دعم القرارات التنفيذية ورفع كفاءتها.

ثانياً: الفروض الفرعية:

الفرضية الفرعية الأولى:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية وكفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية.

جدول (١٢): توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية وكفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية (ن = ٣٤)

(أ) جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية	معامل الارتباط	الدلالة
المحور الثاني: محور كفاءة صناعة القرار التنفيذي	٠.٦٧٩**	دال

** : دال عند ٠.٠١

** : دال عند ٠.٠٥

جدول (١٢ب): تحليل الانحدار الخطي لتأثير جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية علي كفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية.

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	٣.٦٠٩	١	٣.٦٠٩	**٢٧.٣٥٣	دال
	Residual	٤.٢٢٢	٣٢	٠.١٣٢		
	Total	٧.٨٣١	٣٣			

اختبار T			معامل التحديد R ²	اختبار "ف"		المتغيرات المستقلة
الدلالة	قيمة T	معامل الانحدار B		مستوى المعنوية	قيمة "ف"	
دال	**٥.٢٣٠	٠.٦٦١	٠.٤٦١	دال	*٢٧.٣٥٣ *	(أ) جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية

**. دال عند ٠.٠١

*. دال عند ٠.٠٥

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.679 ^a	.461	.444	.36322

a. Predictors: (Constant), Avr. جمع ومعالجة البيانات المحور الأول.

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3.609	1	3.609	27.353	.000 ^a
	Residual	4.222	32	.132		
	Total	7.831	33			

a. Predictors: (Constant), Avr. جمع ومعالجة البيانات المحور الأول.

b. Dependent Variable: Avr. كفاءة صناعة القرار المحور الثاني.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	1.622	.548		2.959	.006	.505	2.739
	أ. جمع ومعالجة البيانات المحور الأول	.661	.126	.679	5.230	.000	.404	.919

a. Dependent Variable: Avr. كفاءة صناعة القرار المحور الثاني.

يتضح من نتائج جدول (١٢) وجود علاقة ارتباطية موجبة ودالة إحصائياً بين جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية وكفاءة صناعة القرار التنفيذي، حيث بلغ معامل ارتباط بيرسون (٠.٦٧٩) عند مستوى دلالة (٠.٠١). وتشير هذه القيمة إلى وجود علاقة موجبة متوسطة تميل إلى القوة؛ فكلما تحسنت عمليات جمع البيانات المكانية وتحديثها ودمجها ومعالجتها، ارتفعت كفاءة القرارات التنفيذية.

كما أظهرت نتائج تحليل الانحدار الخطي في جدول (١٢) معنوية النموذج، حيث بلغت قيمة اختبار (F) نحو (٢٧.٣٥٣)، وهي دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠١). وبلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.461$)، مما يعني أن جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية يفسران نحو 46.1% من التباين في كفاءة صناعة القرار التنفيذي، بينما تعود النسبة المتبقية البالغة 53.9% إلى عوامل أخرى لم يتضمنها النموذج.

وبلغ معامل الانحدار غير المعياري ($B = 0.661$)، كما بلغت قيمة اختبار (T) نحو (٥.٢٣٠)، وهي دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠١). ويعني ذلك أن زيادة مستوى جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية بمقدار وحدة واحدة ترتبط بزيادة متوقعة قدرها (٠.٦٦١) وحدة في كفاءة صناعة القرار التنفيذي.

وبناءً على هذه النتائج، تُقبل الفرضية الفرعية الأولى، ويُستنتج وجود أثر إيجابي ودال إحصائياً لجمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية في كفاءة صناعة القرار التنفيذي. ويؤكد ذلك أهمية توفير بيانات مكانية دقيقة ومحدثة ومتكاملة، لما لها من دور في تسريع الوصول إلى المعلومات، وتقليل الغموض، وتحسين جودة القرارات المرتبطة بمشاريع المياه.

الفرضية الفرعية الثانية:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التحليل المكاني التنبئي وكفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية.

جدول (١٣): توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التحليل المكاني التنبئي وكفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية. (ن = ٣٤)

الدالة	معامل الارتباط	(ب) التحليل المكاني التنبئي
دال	٠.٩٦٣**	المحور الثاني: محور كفاءة صناعة القرار التنفيذي

** دال عند ٠.٠١

* دال عند ٠.٠٥

جدول (١٣ب): تحليل الانحدار الخطي لتأثير التحليل المكاني التنبئي علي كفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية.

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	٧.٢٦٨	١	٧.٢٦٨	**٤١٣.٥٣٩	دال
	Residual	٠.٥٦٢	٣٢	٠.٠١٨		
	Total	٧.٨٣١	٣٣			

اختبار T			معامل التحديد R ²	اختبار "ف"		المتغيرات المستقلة
الدلالة	قيمة T	معامل الانحدار B		مستوى المعنوية	قيمة "ف"	
دال	*٢٠.٣٣٦ *	٠.٨٦٤	٠.٩٢٨	دال	٤١٣.٥٣ **٩	(ب) التحليل المكاني التنبئي

**: دال عند ٠.٠١

*: دال عند ٠.٠٥

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.963 ^a	.928	.926	.13257

a. Predictors: (Constant), Avr. التحليل المكاني المحور الأول.

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7.268	1	7.268	413.539	.000 ^a
	Residual	.562	32	.018		
	Total	7.831	33			

a. Predictors: (Constant), Avr. التحليل المكاني المحور الأول.

b. Dependent Variable: كفاءة صناعة القرار المحور الثاني.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	.659	.189		3.488	.001	.274	1.043
	Avr. التحليل المكاني المحور الأول	.864	.042	.963	20.336	.000	.778	.951

a. Dependent Variable: كفاءة صناعة القرار المحور الثاني.

يتضح من نتائج جدول (١٣) وجود علاقة ارتباطية موجبة شديدة القوة ودالة إحصائياً بين التحليل المكاني التنبئي وكفاءة صناعة القرار التنفيذي، حيث بلغ معامل ارتباط بيرسون (٠.٩٦٣) عند مستوى دلالة (٠.٠١). ويشير ذلك إلى أن ارتفاع مستوى استخدام التحليلات المكانية التنبئية يرتبط بدرجة كبيرة بارتفاع كفاءة القرارات التنفيذية.

كما أظهرت نتائج تحليل الانحدار الخطي في جدول (١٣) معنوية النموذج، إذ بلغت قيمة اختبار (F) نحو (٤١٣.٥٣٩)، وهي دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠١). وبلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.928$)، مما يعني أن التحليل المكاني التنبئي يفسر نحو 92.8% من التباين في كفاءة صناعة القرار التنفيذي، بينما تعود النسبة المتبقية البالغة 7.2% إلى عوامل أخرى لم يتضمنها النموذج.

وبلغ معامل الانحدار غير المعياري ($B = 0.864$)، كما بلغت قيمة اختبار (T) نحو (٢٠.٣٣٦)، وهي دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠١). ويعني ذلك أن زيادة مستوى التحليل المكاني التنبئي بمقدار وحدة واحدة تقترن بزيادة متوقعة قدرها (٠.٨٦٤) وحدة في كفاءة صناعة القرار التنفيذي.

وبناءً على هذه النتائج، تُقبل الفرضية الفرعية الثانية، ويُستنتج وجود أثر إيجابي قوي جداً ودال إحصائياً للتحليل المكاني التنبئي في كفاءة صناعة القرار التنفيذي. وتؤكد النتيجة أهمية استخدام النماذج التنبئية في توقع الأعطال والمخاطر، وتحسين التخطيط، وتحديد الأولويات الميدانية، بما يدعم القرارات التنفيذية في مشاريع المياه.

الفرضية الفرعية الثالثة:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التصور المكاني الذكي ودعم القرار وكفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية.

جدول (١٤): توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التصور المكاني الذكي ودعم القرار وكفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية. (ن = ٣٤)

الدالة	معامل الارتباط	(ج) التصور المكاني ودعم القرار
دال	٠.٧٦٢**	المحور الثاني: محور كفاءة صناعة القرار التنفيذي

** : دال عند ٠.٠١

** : دال عند ٠.٠٥

جدول (٤١): تحليل الانحدار الخطي لتأثير التصور المكاني الذكي ودعم القرار علي كفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية.

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	٤.٥٥١	١	٤.٥٥١	٤٤.٤١٠**	دال
	Residual	٣.٢٧٩	٣٢	٠.١٠٢		
	Total	٧.٨٣١	٣٣			

اختبار T			معامل التحديد R ²	اختبار "ف"		المتغيرات المستقلة
الدلالة	قيمة T	معامل الانحدار B		مستوى المعنوية	قيمة "ف"	
دال	٦.٦٦٤**	٠.٦٠٧	٠.٥٨١	دال	٤٤.٤١٠**	(ج) التصور المكاني ودعم القرار

٠.٠١ عند ** دال

٠.٠٥ عند *

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.762 ^a	.581	.568	.32013

a. Predictors: (Constant), Avr. التصور المكاني. المحور الأول.

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4.551	1	4.551	44.410	.000 ^a
	Residual	3.279	32	.102		
	Total	7.831	33			

a. Predictors: (Constant), Avr. التصور المكاني. المحور الأول.

b. Dependent Variable: Avr. كفاءة صناعة القرار. المحور الثاني.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	1.787	.406		4.396	.000	.959	2.615
	Avr. التصور المكاني. المحور الأول.	.607	.091	.762	6.664	.000	.422	.793

a. Dependent Variable: Avr. كفاءة صناعة القرار. المحور الثاني.

يتضح من نتائج جدول (٤١) وجود علاقة ارتباطية موجبة قوية ودالة إحصائياً بين التصور المكاني ودعم القرار وكفاءة صناعة القرار التنفيذي، حيث بلغ معامل ارتباط بيرسون (٠.٧٦٢) عند

مستوى دلالة (٠.٠١). ويشير ذلك إلى أن زيادة استخدام الخرائط الذكية ولوحات المعلومات الجغرافية والتمثيل البصري للبيانات ترتبط بارتفاع كفاءة القرارات التنفيذية.

كما أظهرت نتائج تحليل الانحدار الخطي في جدول (٤١) معنوية النموذج، حيث بلغت قيمة اختبار (F) نحو (٤٤.٤١٠)، وهي دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠١). وبلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.581$)، مما يعني أن التصور المكاني ودعم القرار يفسران نحو 58.1% من التباين في كفاءة صناعة القرار التنفيذي، بينما تعود النسبة المتبقية البالغة 41.9% إلى عوامل أخرى لم يشملها النموذج.

وبلغ معامل الانحدار غير المعياري ($B = 0.607$)، كما بلغت قيمة اختبار (T) نحو (٦.٦٦٤)، وهي دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠١). ويعني ذلك أن زيادة مستوى التصور المكاني ودعم القرار بمقدار وحدة واحدة تقترن بزيادة متوقعة قدرها (٠.٦٠٧) وحدة في كفاءة صناعة القرار التنفيذي.

وبناءً على هذه النتائج، تُقبل الفرضية الفرعية الثالثة، ويُستنتج وجود أثر إيجابي ودال إحصائياً للتصور المكاني الذكي ودعم القرار في كفاءة صناعة القرار التنفيذي. وتؤكد النتيجة أهمية الخرائط التفاعلية ولوحات المعلومات والتمثيل البصري في توضيح الوضع التنفيذي للمشروعات، وتسريع فهم البيانات، وتحسين المقارنة بين البدائل واتخاذ القرارات المناسبة.

الفرضية الفرعية الرابعة:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التكامل التشغيلي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وإدارة المشاريع وكفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية.

جدول (١٥): توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين التكامل التشغيلي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وإدارة المشاريع وكفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية. (ن)

(٣٤ =

الدلالة	معامل الارتباط	(د) التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع
دال	٠.٧٩٦**	المحور الثاني: محور كفاءة صناعة القرار التنفيذي

**: دال عند ٠.٠١

*: دال عند ٠.٠٥

جدول (١٥): تحليل الانحدار الخطي لتأثير التكامل التشغيلي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وإدارة المشاريع علي كفاءة صناعة القرار التنفيذي في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	٤.٩٦٥	١	٤.٩٦٥	**٥٥.٤٤٣	دال
	Residual	٢.٨٦٦	٣٢	٠.٠٩٠		
	Total	٧.٨٣١	٣٣			

اختبار T		معامل التحديد R ²	اختبار "ف"		المتغيرات المستقلة
الدلالة	قيمة T		مستوى المعنوية	قيمة "ف"	
دال	**٧.٤٤٦	٠.٨٤٧	دال	*٥٥.٤٤٣ *	(د) التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع

** : دال عند ٠.٠١

* : دال عند ٠.٠٥

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.796 ^a	.634	.623	.29925

a. Predictors: (Constant), Avr. التكامل التشغيلي. المحور الأول.

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4.965	1	4.965	55.443	.000 ^a
	Residual	2.866	32	.090		
	Total	7.831	33			

a. Predictors: (Constant), Avr. التكامل التشغيلي. المحور الأول.

b. Dependent Variable: كفاءة صناعة القرار. المحور الثاني.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	.713	.507		1.406	.169	-.320	1.746
	Avr. التكامل التشغيلي. المحور الأول.	.847	.114	.796	7.446	.000	.616	1.079

a. Dependent Variable: كفاءة صناعة القرار. المحور الثاني.

يتضح من نتائج جدول (١٥) وجود علاقة ارتباطية موجبة قوية ودالة إحصائياً بين التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع وكفاءة صناعة القرار التنفيذي، حيث بلغ معامل ارتباط بيرسون

(٠.٧٩٦) عند مستوى دلالة (٠.٠١). ويشير ذلك إلى أن زيادة تكامل تطبيقات GeoAI مع عمليات التخطيط والمتابعة والتنفيذ والرقابة ترتبط بارتفاع كفاءة القرارات التنفيذية.

كما أظهرت نتائج تحليل الانحدار الخطي في جدول (١٥) معنوية النموذج، إذ بلغت قيمة اختبار (F) نحو (٥٥.٤٤٣)، وهي دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠١). وبلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.634$)، مما يعني أن التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع يفسر نحو 63.4% من التباين في كفاءة صناعة القرار التنفيذي، بينما ترجع النسبة المتبقية البالغة 36.6% إلى عوامل أخرى لم يشملها النموذج.

وبلغ معامل الانحدار غير المعياري ($B = 0.847$)، كما بلغت قيمة اختبار (T) نحو (٧.٤٤٦)، وهي دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠١). ويعني ذلك أن زيادة مستوى التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع بمقدار وحدة واحدة تقترن بزيادة متوقعة قدرها (٠.٨٤٧) وحدة في كفاءة صناعة القرار التنفيذي.

وبناءً على هذه النتائج، تُقبل الفرضية الفرعية الرابعة، ويُستنتج وجود أثر إيجابي قوي ودال إحصائياً للتكامل التشغيلي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي مع إدارة المشاريع في كفاءة صناعة القرار التنفيذي. وتؤكد النتيجة أن ربط تطبيقات GeoAI بأنظمة إدارة المشاريع يسهم في تحسين متابعة التنفيذ الميداني، وتوزيع الموارد، والتنسيق بين الإدارات، وسرعة التعامل مع الانحرافات والمشكلات التنفيذية.

الفرضية الفرعية الخامسة:

توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وجودة الاستجابة للمشكلات التنفيذية في مشاريع الشركة محل الدراسة.

جدول (١٦): توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وجودة الاستجابة للمشكلات التنفيذية في مشاريع الشركة محل الدراسة. (ن = ٣٤)

الدلالة	معامل الارتباط	المحور الأول: استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI)
دال	٠.٩٠٤**	المحور الثالث: جودة القرار والاستجابة التنفيذية

**: دال عند ٠.٠١

: دال عند ٠.٠٥

جدول (١٦): تحليل الانحدار الخطي لتأثير استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي علي جودة الاستجابة للمشكلات التنفيذية في مشاريع الشركة محل الدراسة

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	٥.١٣٧	١	٥.١٣٧	**١٤٣.٩٢٠	دال
	Residual	١.١٤٢	٣٢	٠.٠٣٦		
	Total	٦.٢٧٩	٣٣			

اختبار T			معامل التحديد R ²	اختبار "ف"		المتغيرات المستقلة
الدلالة	قيمة T	معامل الانحدار B		مستوى المعنوية	قيمة "ف"	
دال	*١١.٩٩٧ *	٠.٨٣٢	٠.٨١٨	دال	١٤٣.٩٢ **	المحور الأول: استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI)

***: دال عند ٠.٠١

*: دال عند ٠.٠٥

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.904 ^a	.818	.812	.18893

a. Predictors: (Constant), Avr. استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5.137	1	5.137	143.920	.000 ^a
	Residual	1.142	32	.036		
	Total	6.279	33			

a. Predictors: (Constant), Avr. استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي

b. Dependent Variable: Avr. جودة القرار. المحور الثالث

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	.964	.306		3.146	.004	.340	1.587
	Avr. استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي	.832	.069	.904	11.997	.000	.691	.973

a. Dependent Variable: Avr. جودة القرار. المحور الثالث

يتضح من نتائج جدول (١٦) وجود علاقة ارتباطية موجبة قوية جداً ودالة إحصائياً بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وجودة القرار والاستجابة التنفيذية، حيث بلغ معامل ارتباط بيرسون (٠.٩٠٤) عند مستوى دلالة (٠.٠١). ويشير ذلك إلى أن ارتفاع مستوى استخدام تطبيقات GeoAI يرتبط بتحسين واضح في قدرة الشركة على التعامل مع المشكلات التنفيذية واتخاذ قرارات أكثر جودة وفعالية.

كما أظهرت نتائج تحليل الانحدار الخطي في جدول (١٦) معنوية النموذج، حيث بلغت قيمة اختبار (F) نحو (١٤٣.٩٢٠)، وهي دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠١). وبلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.818$)، مما يعني أن استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي يفسر نحو 81.8% من التباين في جودة القرار والاستجابة التنفيذية، بينما ترجع النسبة المتبقية البالغة 18.2% إلى عوامل أخرى لم يتضمنها النموذج.

وبلغ معامل الانحدار غير المعياري ($B = 0.832$)، كما بلغت قيمة اختبار (T) نحو (١١.٩٩٧)، وهي دالة إحصائياً عند مستوى (٠.٠١). ويعني ذلك أن زيادة مستوى استخدام تطبيقات GeoAI بمقدار وحدة واحدة تقترن بزيادة متوقعة قدرها (٠.٨٣٢) وحدة في جودة الاستجابة للمشكلات التنفيذية.

وبناءً على هذه النتائج، تُقبل الفرضية الفرعية الخامسة، ويُستنتج وجود أثر إيجابي قوي ودال إحصائياً لاستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي في جودة القرار والاستجابة التنفيذية. وتؤكد النتيجة أن توظيف البيانات المكانية الذكية والتحليلات التنبؤية والخرائط التفاعلية يساهم في تقليل أخطاء القرار، وتحسين إدارة المخاطر، وتسريع الاستجابة للمشكلات التي تواجه تنفيذ مشاريع المياه.

المناقشة العامة لنتائج الدراسة:

أظهرت النتائج العامة للدراسة أن مستوى استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية جاء مرتفعاً جداً، إذ بلغ المتوسط الكلي للمحور الأول (٤.٣٩) بوزن نسبي قدره (٨٧.٨٠%). كما جاءت جميع أبعاده بمستويات مرتفعة جداً، وتصدرها بُعد التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع بمتوسط (٤.٤٣)، يليه التصور المكاني ودعم القرار بمتوسط (٤.٤٢)، ثم التحليل المكاني التنبؤي بمتوسط (٤.٤١)، وأخيراً جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية بمتوسط (٤.٣١). وتوضح هذه النتائج أن استخدام GeoAI في بيئة الدراسة لا يقتصر على جمع البيانات وعرضها، بل يمتد إلى توظيفها في التخطيط، والتنبؤ، وتوزيع الموارد، ومتابعة تنفيذ المشاريع، ودعم التنسيق بين الإدارات.

وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه دراسة Song et al. (2023)، التي أكدت أن الذكاء الاصطناعي الجغرافي نقل نظم المعلومات الجغرافية من الاستخدامات الوصفية التقليدية إلى الكشف عن الأنماط والعلاقات المكانية المعقدة ودعم الإدارة واتخاذ القرار. كما تنسجم مع دراسة Mai et al. (2025)، التي أوضحت أن التطور الحديث في GeoAI يتجه نحو نماذج أكثر قدرة على فهم التعقيد المكاني، ودمج المعرفة الجغرافية في التحليل والتنبؤ ودعم السياسات والقرارات.

وفيما يتعلق ببُعد جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية، أظهرت النتائج ارتفاع مستوى متوسط كلي بلغ (٤.٣١)، وكان أبرز إسهاماته تقليل الوقت اللازم لمعالجة البيانات الميدانية ودمج مصادر البيانات المكانية المتعددة. ويشير ذلك إلى أن تطبيقات GeoAI تساعد في تحويل البيانات المتفرقة إلى قاعدة معلومات أكثر سرعة وتكاملاً، بما يرفع قدرة الإدارة على الوصول إلى المعلومات في الوقت المناسب. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة Rabie et al. (2025)، التي بينت أن الجمع بين الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية وتعلم الآلة يوفر إطاراً أكثر قوة وديناميكية لإدارة الموارد المائية. كما تدعمها دراسة Wanguba et al. (2024)، التي أكدت أهمية دمج البيانات المكانية والديموغرافية وبيانات البنية التحتية في نموذج موحد لتحسين القرارات المتعلقة بإدارة الطلب على المياه.

وأظهرت نتائج اختبار الفرضية الفرعية الأولى وجود علاقة إيجابية دالة إحصائياً بين جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية وكفاءة صناعة القرار التنفيذي، حيث بلغ معامل الارتباط (٠.٦٧٩)، وفسر هذا البعد نحو (٤٦.١%) من التباين في كفاءة القرار. وتدل هذه النتيجة على أن جودة القرار التنفيذي ترتبط بدرجة ملموسة بدقة البيانات المكانية وتحديثها وسرعة معالجتها، إلا أن هذا البعد لا يعمل منفرداً، بل يحتاج إلى قدرات تنبؤية وتصورات بصرية وتكامل تشغيلي حتى يتحقق أثر أكبر. وتنسجم النتيجة مع نظرية معالجة المعلومات التنظيمية، التي ترى أن فعالية القرار تعتمد على التوافق بين احتياجات المنظمة المعلوماتية وقدرتها على جمع المعلومات وتحليلها وتقليل عدم التأكد (Galbraith, 1974; Daft & Lengel, 1986).

أما بُعد التحليل المكاني التنبؤي، فقد جاء بمستوى مرتفع جداً بمتوسط بلغ (٤.٤١)، وكانت أبرز نتائجه إسهام التحليلات التنبؤية في تحسين التخطيط التنفيذي للمشاريع، وتحديد الأولويات الميدانية، وتقليل المخاطر التشغيلية قبل وقوعها. وتعكس هذه النتيجة تحول استخدام البيانات المكانية من تشخيص الواقع بعد حدوث المشكلة إلى التنبؤ بالمشكلات والاستعداد لها مسبقاً. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة Maity et al. (2024)، التي أوضحت أن تعلم الآلة والتعلم العميق أعادا تشكيل عمليات

النمذجة والتنبؤ في إدارة الموارد المائية، ومع دراسة (Gacu et al. (2025)، التي أكدت الدور التحويلي للذكاء الاصطناعي في المراقبة الفورية، والتنبؤ، والتحكم الذكي في البنية التحتية المائية.

وقد تبين أن التحليل المكاني التنبئي يمثل أقوى أبعاد GeoAI ارتباطاً بكفاءة صناعة القرار التنفيذي، إذ بلغ معامل الارتباط (٠.٩٦٣)، وفسر نحو (٩٢.٨%) من التباين في كفاءة القرار. وتوضح هذه النتيجة أن القيمة الأساسية لتطبيقات GeoAI في مشاريع المياه تتمثل في قدرتها على توقع الأعطال والمخاطر، وتحديد الأولويات، وتحسين التخطيط قبل اتخاذ القرار. كما تتفق مع دراسة (Pons-Ausina et al. (2025)، التي أبرزت قدرة أدوات الذكاء الاصطناعي على دعم مسؤولي مرافق المياه في التعامل مع مشكلات الشبكات الفعلية، ومع دراسة (Termeh-Razavi et al. (2026)، التي بينت أهمية النماذج الجغرافية الذكية في الجمع بين التنبؤ والتحليل المكاني القابل للتفسير. ومع ذلك، فإن الارتفاع الشديد في معامل الارتباط ومعامل التحديد يستلزم تفسير النتيجة بحذر، بسبب صغر حجم العينة واحتمال التقارب بين بعض عبارات التحليل التنبئي وعبارات كفاءة القرار.

وفيما يتعلق ببعد التصور المكاني ودعم القرار، فقد بلغ متوسطه الكلي (٤.٤٢)، وأظهرت النتائج أن الخرائط الذكية تسهم بدرجة كبيرة في فهم الوضع التنفيذي للمشاريع، كما تساعد التمثيلات البصرية ولوحات المعلومات الجغرافية في تبسيط البيانات المعقدة وتحسين مقارنة البدائل. وتؤكد هذه النتيجة أن قيمة التصور المكاني لا تقتصر على العرض، بل تشمل تحويل البيانات الفنية إلى معرفة واضحة يمكن للإدارة التنفيذية استخدامها في المفاضلة بين الحلول. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة (Song et al. (2023)، التي أكدت دور GeoAI في تمثيل العلاقات المكانية المعقدة ودعم الفهم والإدارة، كما تنسجم مع دراسة (Avram (2026)، التي أوضحت أن GeoAI أصبح إطاراً معرفياً يدعم التخطيط المكاني وتقييم المخاطر وصناعة القرارات المعقدة.

وأثبتت نتائج الفرضية الفرعية الثالثة وجود أثر إيجابي دال للتصور المكاني ودعم القرار في كفاءة صناعة القرار التنفيذي، حيث بلغ معامل الارتباط (٠.٧٦٢)، وفسر البعد نحو (٥٨.١%) من التباين في كفاءة القرار. ويشير ذلك إلى أن الخرائط التفاعلية ولوحات المؤشرات تساعد على تقليل الغموض، وتوضيح مواقع المشكلات والأصول والمشاريع، ودعم سرعة فهم البدائل. وتتفق هذه النتيجة مع نظرية معالجة المعلومات التنظيمية، إذ تعمل وسائل التصور المكاني بوصفها أدوات تقلل غموض المعلومات وتزيد قدرة المديرين على تفسير المواقف المعقدة.

كما جاء بُعد التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع في المرتبة الأولى بين أبعاد استخدام GeoAI بمتوسط بلغ (٤.٤٣)، وأظهرت نتائجه أن أهم إسهامات التطبيقات تتمثل في تحسين توزيع الموارد،

ومتابعة تقدم التنفيذ ميدانياً، ورفع جودة التنسيق بين الإدارات. ويبين ذلك أن الفائدة الفعلية من GeoAI لا تتحقق بمجرد امتلاك البيانات أو النماذج، وإنما من خلال ربط مخرجاتها بعمليات التخطيط والتنفيذ والمتابعة والرقابة.

وأظهرت نتائج اختبار الفرضية الفرعية الرابعة وجود علاقة إيجابية قوية بين التكامل التشغيلي وكفاءة القرار التنفيذي، حيث بلغ معامل الارتباط (٠.٧٩٦)، وفسر التكامل التشغيلي نحو (٦٣.٤%) من التباين في كفاءة القرار. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة Zhao et al. (2025)، التي أكدت أهمية دمج المراقبة اللحظية والمحاكاة ونظم دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي في منصة تشغيلية متكاملة. كما تتسجم مع دراسة Song et al. (2025)، التي أظهرت أن تعميق استخدام الذكاء الاصطناعي داخل العمليات التنظيمية يساهم في تحسين تخصيص الموارد ورفع كفاءة اتخاذ القرار والأداء المؤسسي.

ويمكن تفسير هذه النتيجة أيضاً من منظور النظرية القائمة على الموارد؛ إذ لا تمثل تطبيقات GeoAI مورداً استراتيجياً إلا عندما يتم دمج البيانات والخوارزميات والخبرات البشرية والأنظمة التشغيلية في قدرة تنظيمية متكاملة يصعب تقليدها. وهذا يتفق مع ما طرحه Barney (1991) وWernerfelt (1984) حول أن امتلاك الموارد وحده لا يضمن الأداء المتفوق، بل يتطلب تنظيمها وتوظيفها بكفاءة داخل عمليات المؤسسة.

أما فيما يتعلق بكفاءة صناعة القرار التنفيذي، فقد جاء مستواها مرتفعاً جداً بمتوسط بلغ (٤.٤٧) ووزن نسبي (٨٩.٤٠%). وأظهرت النتائج أن أبرز أوجه التحسن تمثلت في رفع دقة القرارات التنفيذية وتحسين تخصيص الموارد، يليهما تسريع اتخاذ القرار وتحسين جودة القرارات الميدانية. وتوضح هذه النتائج أن GeoAI يدعم القرار من خلال تقليل الاعتماد على التقديرات الشخصية، وتوفير أدلة مكانية وتحليلية تساعد الإدارة في اختيار البدائل الأكثر ملاءمة. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة Song et al. (2025)، التي أثبتت أن تبني الذكاء الاصطناعي يؤدي إلى تحسين كفاءة القرار والأداء التنظيمي وتخصيص الموارد.

كما أظهرت النتائج أن مستوى جودة القرار والاستجابة التنفيذية جاء مرتفعاً جداً بمتوسط (٤.٦٢) ووزن نسبي (٩٢.٤٠%)، وهو أعلى متوسط بين المحاور التابعة. وتمثلت أبرز إسهامات GeoAI في تقليل أخطاء القرار وتحسين القدرة على إدارة المخاطر التشغيلية، ثم رفع كفاءة متابعة تنفيذ المشاريع. وتتفق هذه النتيجة مع دراسة Gacu et al. (2025)، التي أوضحت دور الذكاء الاصطناعي في تحسين مراقبة نظم المياه والتحكم في المخاطر، ومع دراسة Rabie et al. (2025)،

التي أكدت أن تكامل التحليل المكاني وتعلم الآلة يوفر قرارات أكثر دقة وفاعلية في البيانات المائية الحساسة.

وأكدت الفرضية الفرعية الخامسة وجود علاقة إيجابية قوية جداً بين استخدام تطبيقات GeoAI وجودة القرار والاستجابة التنفيذية، حيث بلغ معامل الارتباط (٠.٩٠٤)، وفسرت التطبيقات نحو (٨١.٨%) من التباين في جودة الاستجابة. وتدل هذه النتيجة على أن الاستخدام المتكامل للبيانات المكانية والتحليلات التنبؤية والخرائط الذكية يساعد الإدارة على تحديد المشكلات بسرعة، وتقييم المخاطر، واختيار الاستجابة المناسبة، وتقليل الأخطاء الناتجة عن نقص المعلومات أو تأخرها.

وعلى مستوى الفرضية الرئيسية، أظهرت النتائج وجود علاقة إيجابية قوية ودالة إحصائياً بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي وكفاءة صناعة القرار التنفيذي، حيث بلغ معامل الارتباط (٠.٨٩٣)، وفسر استخدام GeoAI نحو (٧٩.٧%) من التباين في كفاءة القرار. وتؤكد هذه النتيجة أن تطبيقات GeoAI تمثل عاملاً مؤثراً في تطوير القرارات التنفيذية في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية، من خلال تحسين سرعة الوصول إلى البيانات، ودقة التحليل، والتنبؤ بالمخاطر، وتوضيح البدائل، وتوجيه الموارد، ومتابعة التنفيذ.

وتتفق هذه النتيجة العامة مع الاتجاه السائد في الدراسات السابقة التي ترى أن الذكاء الاصطناعي الجغرافي لم يعد مجرد أداة فنية لإنتاج الخرائط، بل أصبح مدخلاً تنظيمياً لدعم التخطيط وإدارة المخاطر والقرارات القائمة على البيانات (Avram, 2026; Mai et al., 2025; Song et al., 2023). كما تتوافق مع دراسة (Song et al., 2025)، التي أكدت أن تبني الذكاء الاصطناعي يعزز كفاءة اتخاذ القرار والأداء التنظيمي.

وبوجه عام، تكشف النتائج أن الأثر الأكبر لتطبيقات GeoAI في بيئة الدراسة يرتبط بالتحليل المكاني التنبؤي، يليه التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع، ثم التصور المكاني ودعم القرار، وأخيراً جمع ومعالجة البيانات المكانية. ولا يعني ذلك ضعف البعد الأخير، بل يشير إلى أن البيانات تمثل الأساس الذي تُبنى عليه القدرات الأكثر تقدماً؛ فجمع البيانات وحده لا يحقق الكفاءة المطلوبة ما لم يتحول إلى تنبؤات وتصورات مكانية، ثم يُدمج في عمليات الإدارة والتنفيذ. وبذلك تدعم نتائج الدراسة نموذجاً متكاملاً يبدأ ببيانات دقيقة ومحدثة، ويمر بالتحليل والتنبؤ والتصوير، وينتهي بتوظيف المخرجات في القرارات والعمليات التنفيذية.

توصيات الدراسة:

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة، والتي أظهرت وجود أثر إيجابي قوي ودال إحصائياً لاستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) في كفاءة صناعة القرار التنفيذي وجودة الاستجابة للمشكلات التنفيذية، توصي الدراسة بما يأتي:

١. **التوسع في توظيف تطبيقات GeoAI** في مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية، وربطها بصورة مباشرة بعمليات التخطيط والتنفيذ والمتابعة واتخاذ القرارات الميدانية.
٢. **تعزيز استخدام التحليل المكاني التنبئي**؛ نظراً إلى أنه جاء بوصفه البعد الأكثر ارتباطاً بكفاءة صناعة القرار التنفيذي، وذلك من خلال تطوير نماذج للتنبؤ بالأعطال والتسربات ومخاطر التأخر والمناطق الأكثر احتياجاً إلى التدخل.
٣. **إنشاء منصة مكانية موحدة ومتكاملة** تجمع بيانات الشبكات والمحطات والخزانات والمشاريع والأعطال والموارد، بما يحد من تشتت البيانات ويسرع الوصول إلى معلومات دقيقة ومحدثة.
٤. **ربط تطبيقات GeoAI بأنظمة إدارة المشاريع والتشغيل والصيانة**، بحيث تتكامل البيانات المكانية مع الجداول الزمنية ونسب الإنجاز وأوامر العمل والتكاليف ومؤشرات الأداء.
٥. **تطوير آليات التحديث الفوري للبيانات المكانية** من خلال الاستفادة من أجهزة الاستشعار وإنترنت الأشياء وصور الأقمار الصناعية والطائرات من دون طيار والتقارير الميدانية الرقمية.
٦. **توسيع استخدام الخرائط التفاعلية ولوحات المعلومات الجغرافية** في عرض حالة المشاريع، ومواقع الأعطال، ومستويات الإنجاز، وتوزيع الموارد والمخاطر، بما يساعد الإدارة التنفيذية على فهم الوضع الفعلي بسرعة.
٧. **تطوير نظام ذكي لتحديد أولويات المشاريع والتدخلات الميدانية** وفق معايير مكانية وتشغيلية، مثل مستوى الخطورة، وعدد المستفيدين، وحالة الأصول، وكلفة التدخل، ومدى تأثير المشكلة في استمرارية الخدمة.
٨. **توظيف تطبيقات GeoAI في تحسين تخصيص الموارد البشرية والفنية والمالية**، وتوجيه فرق التشغيل والصيانة والمعدات إلى المواقع الأكثر أولوية، بما يقلل زمن الاستجابة والهدر في الموارد.
٩. **تدريب المديرين والمشرفين والمهندسين والفنيين** على تفسير مخرجات التحليل المكاني التنبئي، واستخدام الخرائط الذكية ولوحات المعلومات في صناعة القرار، بدلاً من قصر استخدام التطبيقات على المتخصصين التقنيين.

١٠. تشكيل فرق عمل مشتركة تضم مختصين في نظم المعلومات الجغرافية والذكاء الاصطناعي وإدارة المشاريع والتشغيل والصيانة، لضمان تحويل المخرجات التقنية إلى قرارات وإجراءات تنفيذية قابلة للتطبيق.
١١. وضع إطار لحوكمة البيانات المكانية والذكاء الاصطناعي يحدد مسؤوليات جمع البيانات وتحديثها والتحقق منها، وصلاحيات الوصول إليها، وآليات حماية الخصوصية والأمن السيبراني.
١٢. الاهتمام بقابلية تفسير النماذج الذكية، بحيث يستطيع متخذ القرار معرفة الأسس التي بنيت عليها التنبؤات والتوصيات، وعدم الاعتماد على مخرجات الخوارزميات دون مراجعة بشرية متخصصة.
١٣. إجراء تقييمات دورية لفاعلية تطبيقات GeoAI باستخدام مؤشرات قابلة للقياس، مثل زمن اتخاذ القرار، ودقة التنبؤ بالأعطال، وزمن الاستجابة، ونسبة خفض الأخطاء، وكفاءة تخصيص الموارد، ومدى الالتزام بالجدول التنفيذية.
١٤. البدء بمشروعات تجريبية محددة في مناطق أو شبكات مختارة، ثم تقييم نتائجها وتوسيع نطاق التطبيق تدريجياً، بما يضمن الاستخدام الفعال للموارد ويحد من مخاطر التطبيق الشامل غير المدروس.
١٥. تعزيز تمثيل الإدارات المختلفة في تطوير الأنظمة المستقبلية، ولا سيما إدارات المشاريع والتخطيط والهندسة والأصول، لضمان أن تلبي تطبيقات GeoAI احتياجات مختلف الأنشطة الإدارية والفنية.

المقترحات البحثية:

تقترح الدراسة إجراء البحوث المستقبلية الآتية:

١. دراسة أثر التحليل المكاني التنبؤي في تقليل الأعطال والتسربات والفاقد المائي في شبكات المياه.
٢. دراسة دور جودة البيانات المكانية بوصفها متغيراً وسيطاً بين تطبيقات GeoAI وكفاءة اتخاذ القرار التنفيذي.
٣. بحث أثر التكامل بين GeoAI وإنترنت الأشياء والتوائم الرقمية في كفاءة تشغيل مرافق المياه وإدارتها.

٤. دراسة دور القدرات الرقمية للعاملين ودعم الإدارة العليا في نجاح تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي.
٥. إجراء دراسة مقارنة بين المناطق التشغيلية المختلفة في شركة المياه الوطنية لقياس الاختلاف في مستوى استخدام GeoAI وآثاره.
٦. دراسة أثر قابلية تفسير نماذج GeoAI والثقة في مخرجاتها في قبول المديرين والمشرفين للقرارات المدعومة بالذكاء الاصطناعي.
٧. بناء نموذج تطبيقي يستخدم GeoAI في ترتيب أولويات صيانة شبكات المياه وتقييم أثره في زمن الاستجابة وكلفة التشغيل.
٨. دراسة أثر تطبيقات GeoAI في استدامة مشاريع المياه وتحسين كفاءة استخدام الموارد وتقليل الآثار البيئية.
٩. إجراء دراسة طولية تقيس التغير في كفاءة القرار التنفيذي قبل تطبيق أنظمة GeoAI وبعدها، بدلاً من الاعتماد على القياس المقطعي فقط.
١٠. إعادة تطبيق الدراسة على عينة أكبر وأكثر تنوعاً تشمل الإناث والعاملين في إدارات المشاريع والتخطيط والهندسة وإدارة الأصول، بما يعزز إمكانية تعميم النتائج.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

- شركة المياه الوطنية. (2026). تحسينات نظام نظم المعلومات الجغرافية وإعادة هيكلة بيانات شبكات المرافق. شركة المياه الوطنية.
- وزارة البيئة والمياه والزراعة. (2018). الاستراتيجية الوطنية للمياه ٢٠٣٠. المملكة العربية السعودية.

ثانياً: المراجع الأجنبية

- 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- Galbraith, J. R. (1974). Organization design: An information processing view. *Interfaces*, 4(3), 28–36.

- Kang, Y., Gao, S., & Roth, R. E. (2023). Artificial intelligence studies in cartography: A review and synthesis of methods, applications, and ethics. *Cartography and Geographic Information Science*.
- 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>
- 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>
- 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, 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>
- 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, 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>

- 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., 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.
- 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>

الملاحق

طلب تحكيم استبيان بحثي

الدكتور/.....المحترم،

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

أتمنى أن تكونوا بخير وأفضل حال.

أود أن أعرفكم بنفسِي، أنا طالب في جامعة ميدأوشن - كلية الإدارة - تخصص ماجستير إدارة الأعمال، وأعمل حالياً على بحث بعنوان "أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) في كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي: دراسة تطبيقية على مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية"، وذلك كجزء من متطلبات درجة الماجستير في إدارة الأعمال.

أتوجه إليكم بهذا الطلب لأستفيد من خبراتكم القيمة في تحكيم الاستبيان الخاص ببحثي. أرفق لكم نسخة من الاستبيان، وأرجو منكم التكرم بمراجعته وإبداء ملاحظاتكم واقتراحاتكم حول مدى دقة وملاءمة العبارات المطروحة لقياس الأهداف المرجوة من الدراسة. كما أرجو منكم اقتراح أي تعديلات ترونها مناسبة سواء بإعادة صياغة العبارات، أو حذفها، أو إضافة عبارات جديدة.

أشكركم جزيل الشكر على وقتكم وجهودكم، وأتطلع إلى تلقي ملاحظاتكم القيمة.

مع خالص التقدير والاحترام،

الباحث: منصور أحمد القحطاني

استبيان

المشاركون الكرام، تحية طيبة وبعد:

لقد تم إعداد هذا الاستبيان في إطار التحضير لدرجة الماجستير، تحت عنوان "أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) في كفاءة اتخاذ القرار التنفيذي: دراسة تطبيقية على مشاريع شركة المياه الوطنية بالمنطقة الجنوبية"، لذا نرجو منكم التكرم بقراءة أسئلة الاستمارة بعناية، والإجابة عن كافة الأسئلة بناء على التعليمات الواردة في كل سؤال، وهذا لتزويدنا بمعلومات تفيد الهدف الأساسي للبحث، ونحيطكم علماً بأن هذه البيانات مخصصة لأغراض علمية بحتة. شاكرين لكم حسن تعاونكم

أولاً: البيانات الديموغرافية

١. الجنس:

☐ ذكر ☐ أنثى

٢. العمر:

☐ أقل من ٢٥ ☐ ٢٥-٣٤ ☐ ٣٥-٤٤ ☐ ٤٥ فأكثر

٣. المؤهل العلمي:

☐ ثانوي ☐ بكالوريوس ☐ ماجستير ☐ دكتوراه

٤. سنوات الخبرة:

☐ أقل من ٣ ☐ ٣-٧ ☐ ٨-١٢ ☐ أكثر من ١٢

٥. المسمى الوظيفي:

☐ مهندس ☐ مدير ☐ رئيس قسم ☐ موظف/إداري

٦. طبيعة العمل/ القطاع:

١. إدارة الأصول Asset Management

٢. إدارة التشغيل والصيانة Operations & Maintenance

٣. إدارة المشاريع Projects

٤. إدارة التخطيط Planning

٥. إدارة الهندسة Engineering

٦. إدارة التحول الرقمي Digital Transformation

٧. موظفو GIS و Geospatial Specialists

ثانيًا: فقرات الاستبيان (٢٥ فقرة)

- يرجى تحديد درجة موافقتك على العبارات التالية وفق مقياس (ليكرت الخماسي: أوافق بشدة – أوافق – محايد – لا أوافق – لا أوافق بشدة)

المحور الأول: استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي الجيوغرافي (GeoAI)

(أ) جمع ومعالجة البيانات المكانية الذكية

١. توفر الأنظمة الحالية GeoAI بيانات مكانية دقيقة تدعم العمل التنفيذي.
٢. يتم تحديث البيانات المكانية بشكل مستمر بما يخدم اتخاذ القرار.
٣. تساعد تطبيقات GeoAI في دمج مصادر بيانات مكانية متعددة بسهولة.
٤. تسهم هذه التطبيقات في تقليل الوقت اللازم لمعالجة البيانات الميدانية.

(ب) التحليل المكاني التنبئي

٥. تساعد تطبيقات GeoAI في التنبؤ بالأعطال أو المشكلات في الشبكات.
٦. تساهم التحليلات التنبؤية في تحسين التخطيط التنفيذي للمشاريع.
٧. توفر النماذج التنبؤية دقة عالية في تحديد الأولويات الميدانية.
٨. تساعد التحليلات الذكية في تقليل المخاطر التشغيلية قبل وقوعها.

(ج) التصور المكاني ودعم القرار

٩. تسهل الخرائط الذكية فهم الوضع التنفيذي للمشاريع.
١٠. تساعد لوحات المعلومات الجغرافية في تسريع اتخاذ القرار.
١١. توفر تطبيقات GeoAI تمثيلًا بصريًا واضحًا للبيانات المعقدة.
١٢. يساهم التصور المكاني في تحسين مقارنة البدائل التنفيذية.

(د) التكامل التشغيلي مع إدارة المشاريع

١٣. تتكامل تطبيقات GeoAI بشكل فعال مع أنظمة إدارة المشاريع.
١٤. تساعد هذه التطبيقات في متابعة تقدم تنفيذ المشاريع ميدانيًا.
١٥. تدعم تطبيقات GeoAI توزيع الموارد بشكل أكثر كفاءة.
١٦. يساهم التكامل الرقمي في رفع جودة التنسيق بين الإدارات.

المحور الثاني: محور كفاءة صناعة القرار التنفيذي

١٧. يتم اتخاذ القرارات التنفيذية بسرعة أكبر بفضل استخدام البيانات الذكية.
١٨. تتميز القرارات التنفيذية بدرجة عالية من الدقة عند استخدام GeoAI.
١٩. تساعد التقنيات الجغرافية الذكية في تحسين جودة القرارات الميدانية.
٢٠. تساهم البيانات المكانية في رفع كفاءة تخصيص الموارد للمشاريع.

٢١. تساعد الأنظمة الذكية في تحسين الاستجابة للمشكلات الطارئة.

رابعاً: جودة القرار والاستجابة التنفيذية

٢٢. توفر تطبيقات GeoAI معلومات تدعم تقليل الأخطاء في القرار التنفيذي.

٢٣. تسهم هذه التطبيقات في تحسين القدرة على إدارة المخاطر التشغيلية.

٢٤. تساعد البيانات المكانية الذكية في رفع كفاءة متابعة تنفيذ المشاريع.

٢٥. يؤدي استخدام GeoAI إلى تحسين شامل في فاعلية القرار التنفيذي.

Abstract

This study examined the impact of Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI) applications on executive decision-making efficiency in National Water Company projects in Saudi Arabia's Southern Region. GeoAI was measured through four dimensions: intelligent spatial data collection and processing, predictive spatial analysis, spatial visualization and decision support, and operational integration with project management.

The study used a descriptive-analytical quantitative approach. Data were collected through a questionnaire administered to a purposive sample of 34 employees working in relevant operational, technical, digital, and geospatial fields. Descriptive statistics, Pearson correlation, and linear regression were used. The instrument showed excellent reliability, with an overall Cronbach's alpha of 0.968.

The findings indicated a very high level of GeoAI use, with a mean of 4.39. A strong positive relationship was found between GeoAI applications and executive decision-making efficiency ($r = 0.893$), with GeoAI explaining 79.7% of the variance. Predictive spatial analysis was the strongest dimension ($r = 0.963$; $R^2 = 0.928$). GeoAI also had a strong relationship with decision quality and executive responsiveness ($r = 0.904$; $R^2 = 0.818$).

The study concludes that GeoAI improves decision accuracy and speed, resource allocation, risk management, and project monitoring. It recommends expanding predictive spatial analysis, integrating GeoAI with project management and operational systems, improving spatial data governance, and developing employees' technical and analytical capabilities.

Keywords: GeoAI, Predictive Spatial Analysis, Executive Decision-Making, Geographic Information Systems, Water Projects.

MidOcean University
College of Management
Master of Business Administration



**The Impact of Geographic Artificial Intelligence (GeoAI)
Applications on Enhancing the Efficiency of Executive Decision-
Making: An Applied Study of National Water Company Projects
in the Southern Region**

Prepared by:

Mansour Ahmed Mubarak Al-Qahtani

Academic ID: 253000818

Supervised by:

Dr. Al-Faisal Abdul Hameed Mohammed

Dr. Faiz Ali Jarad

Academic Year:

2026 / 1448