

د. فخر الدين أحمد عبدالله محمد: إطار معماري لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية في البلديات وفق المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (نورا)

إطار معماري لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية في البلديات وفق المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (نورا)

د. فخر الدين أحمد عبدالله محمد

أستاذ نظم المعلومات الجغرافية للنقل المشارك قسم العلوم البيئية، كلية العلوم، جامعة بيشة، المملكة العربية السعودية؛ وقسم الجغرافيا، كلية التربية، جامعة أم درمان الإسلامية، جمهورية السودان

(أرسل بتاريخ 17/4/2026م، وقبل للنشر بتاريخ 20/5/2026م)

المستخلص:

يهدف هذا البحث إلى تطوير إطار معماري لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية في البلديات وفق المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (نورا) ودليل تأسيس وتشغيل وحدة المعلومات الجيومكانية بالجهات الحكومية، بما يدعم التكامل المؤسسي، وحوكمة البيانات الجيومكانية، والتحول الرقمي. وتنبع أهميته من مشكلات تجزؤ البيانات، وضعف التشغيل البيئي، وغياب الحوكمة الموحدة، ومحدودية الدراسات التي تناولت بناء بيئات جيومكانية مؤسسية متكاملة وفق منهجية نورا. واعتمد المنهج الوصفي التحليلي والمنهج التصميمي، وطُبق الإطار المقترح على بلدية بيشة بالمملكة العربية السعودية، بواسطة دمج طبقات الأعمال والبيانات والتطبيقات والتقنية والحوكمة. وشملت مراحل التنفيذ تحليل المتطلبات، وتصميم النماذج المفاهيمية والمنطقية والفيزيائية، وبناء قاعدة بيانات جيومكانية باستخدام PostGIS، وتطوير منصة مؤسسية بالاعتماد على ArcGIS Pro و QGIS و GeoServer وتقنيات WebGIS. وتشير مؤشرات التقييم التقديرية إلى أن الإطار قد يسهم في تقليل ازدواجية البيانات بنسبة 63%، وخفض معدل تكرار البيانات المكانية والوصفية بنسبة 63% وتحسين التحديث الدوري للطبقات الجغرافية بنسبة 60%، ورفع كفاءة التحليل المكاني، وتسريع الوصول إلى البيانات ودعم اتخاذ القرار. وتؤكد النتائج أهمية الحوكمة وتكامل طبقات العمارة المؤسسية، وتوصي بتبني الأطر المعمارية الجيومكانية في البلديات، وتعزيز التشغيل البيئي، وتطوير سياسات الحوكمة، وبناء القدرات البشرية، وإجراء دراسات تعتمد على بيانات تشغيلية حقيقية للتحقق من أثر الإطار المقترح في كفاءة الخدمات البلدية والتحول الرقمي.

الكلمات المفتاحية: التشغيل البيئي، الحوكمة، التحول الرقمي، التحليل المكاني، المدن الذكية، البيانات المكانية.

An Enterprise Geospatial Information Systems Architecture Framework for Municipalities Based on the National Overall Reference Architecture (NORA)

Dr. Fakhar Eddin Ahmed Abdalla Mohmad

Associate Professor of Transportation Geographic Information Systems, Department of Environmental Sciences, College of Science, University of Bish, Saudi Arabia.& Department of Geography, Faculty of Education, Omdurman Islamic University, Republic of Sudan

Abstract

This study aims to develop an enterprise architecture framework for Geospatial Information Systems (GIS) in municipalities based on the National Overall Reference Architecture (NORA) and the Guide for Establishing and Operating a Geospatial Information Unit in Government Entities. The framework seeks to enhance institutional integration, geospatial data governance, digital transformation, and spatial decision-making. The study addresses challenges related to fragmented geospatial datasets, limited interoperability, the absence of unified governance, and the scarcity of integrated enterprise geospatial architecture studies within the NORA framework. A descriptive-analytical and design-oriented approach was adopted, and the proposed framework was applied to Bisha Municipality, Saudi Arabia, by integrating business, data, application, technology, and governance layers. The implementation included requirements analysis, conceptual, logical, and physical geospatial data modeling, development of an enterprise geospatial database using PostGIS, and deployment of an enterprise geospatial platform using ArcGIS Pro, QGIS, GeoServer, and WebGIS technologies. Estimated performance indicators suggest potential reductions of 63% reduced the duplication rate of spatial and attribute data by 63%, alongside a 60% improvement in periodic geospatial layer updates. The study recommends adopting enterprise geospatial architecture frameworks, strengthening interoperability and data governance, building institutional capacity, and validating the framework through real-world operational data.

Keywords : Interoperability; Governance; Digital Transformation; Spatial Analysis; Smart Cities; Spatial Data.

المقدمة:

تشهد البلديات تحولاً متسارعاً نحو تبني نماذج الإدارة القائمة على البيانات في ظل تعقيد النظم الحضرية وتزايد التحديات المرتبطة بإدارة الموارد والخدمات، التي أدت إلى ضرورة التحول الرقمي. وقد أصبحت البيانات الجيومكانية أحد أهم الركائز التي تدعم هذا التحول، نظرًا لقدرتها على تمثيل العلاقات المكانية وتحليلها بشكل يتيح فهم الأنماط الحضرية واتخاذ قرارات مبنية على الأدلة (Longley et al., 2021). تُعرّف الجيومكانية بأنها مجال علمي وتطبيقي يُعنى بجمع وإدارة وتحليل وتمثيل البيانات المرتبطة بالموقع الجغرافي، بهدف تفسير الأنماط المكانية ودعم اتخاذ القرار في مختلف المجالات التنموية والتخطيطية (Goodchild, 2018)، وفي هذا السياق برز مفهوم صناعة الجيومكانية (Geospatial Industry) بوصفه أحد القطاعات المعرفية والاقتصادية المتنامية التي تعتمد على إنتاج البيانات الجيومكانية وجمعها ومعالجتها وتحليلها ونشرها وتوظيفها من خلال تقنيات متعددة تشمل نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد وأنظمة تحديد المواقع العالمية والبنية التحتية للبيانات والخدمات الجيومكانية عبر الويب. وقد أصبحت صناعة الجيومكانية أحد المكونات الرئيسة للاقتصاد الرقمي، نظرًا لدورها في دعم التخطيط الحضري وإدارة البنية التحتية والخدمات الحكومية والتنمية المستدامة، كما تمثل البيئة التي تتكامل داخلها البيانات والتقنيات والخدمات الجيومكانية لإنتاج معلومات مكانية تدعم اتخاذ القرار على المستويات الاستراتيجية والتشغيلية. وتُعد معمارية نظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية الإطار الذي ينظم مكونات النظام وعلاقاته؛ حيث تقوم على تكامل عدة طبقات تشمل الأعمال، والبيانات، والتطبيقات، والتقنية، والحوكمة. ويتوافق هذا النموذج مع أطر البنية المؤسسية العالمية مثل (TOGAF)، والمنهجية الوطنية للبنية المؤسسية نورا (National Overall Reference Architecture-NORA)، التي تؤكد على أهمية التكامل المؤسسي وتوحيد البيانات. (Li et al., 2023) كما يعزز هذا التكامل من قدرة البلديات على تحقيق التحول الرقمي وتحسين كفاءة الأداء المؤسسي. ورغم الانتشار الواسع لاستخدام نظم المعلومات الجيومكانية، فإن استخدامها في البلديات لا يزال يقتصر على التطبيقات التشغيلية المحدودة، مثل إنتاج الخرائط أو التحليل المكاني الجزئي، دون تحقيق التكامل المؤسسي المطلوب. وتشير الأدبيات والدراسات السابقة إلى أن هذا النمط من الاستخدام يعاني من مشكلات جوهرية، من أبرزها تجزئة البيانات، وضعف مشاركة المعلومات، وغياب التكامل بين الإدارات، مما يؤدي إلى انخفاض كفاءة اتخاذ القرار (Longley et al., 2021)، في المقابل، ظهر مفهوم نظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية (Enterprise Geospatial Information Systems)، ويمثل هذا التحول أحد المرتكزات الأساسية لصناعة الجيومكانية الحديثة، إذ يتيح الانتقال من الاستخدامات التشغيلية المحدودة للبيانات المكانية إلى بيئات مؤسسية متكاملة تدعم إنتاج البيانات الجيومكانية وتبادلها واستثمارها على نطاق واسع، بما يعزز القيمة الاقتصادية والتنموية للمعلومات المكانية داخل المؤسسات الحكومية، كتحويل نوعي يعيد تعريف دور نظم المعلومات الجيومكانية داخل البلديات؛ حيث لم يعد مجرد أداة تحليلية، بل أصبح جزءًا من البنية التحتية الرقمية المؤسسية التي تدعم التكامل بين البيانات والأنظمة والعمليات، ويتيح هذا التحول إمكانية دمج البيانات المكانية من مصادر متعددة، مما يعزز من قدرة البلديات على دعم القرار الاستراتيجي والتشغيلي. إلا أن هذا التحول، رغم أهميته، لا يزال يواجه تحديات كبيرة على المستوى المؤسسي. حيث تشير الدراسات إلى أن ضعف الحوكمة، وغياب المعايير الموحدة، واستمرار ظاهرة "جزر البيانات (Data Silos)"، التي تمثل عوائق رئيسية أمام تحقيق التكامل الجيومكاني في البلديات. كما أن العديد من البلديات لا تزال تفتقر إلى الأطر التنظيمية التي تضمن إدارة فعالة للبيانات الجيومكانية، مما يحد من قدرتها على الاستفادة من الإمكانيات التحليلية لهذه البيانات. ومن منظور نقدي، يتضح أن الأدبيات الحالية والدراسات السابقة، تميل إلى التركيز على الجوانب التقنية لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية، مثل تطوير قواعد البيانات وأدوات التحليل، في حين يتم إهمال الأبعاد المؤسسية والتنظيمية، مثل الحوكمة، وإدارة البيانات، والتكامل بين الإدارات. كما أن معظم الدراسات التطبيقية تركز على المدن

الكبرى أو البيئات المتقدمة، مما يحد من إمكانية تعميم نتائجها على المدن متوسطة الحجم أو السياقات المحلية (Mehta, 2025). في ضوء ما سبق، يمكن القول إن التحدي الحقيقي في تطبيق نظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية لا يكمن في توفر التكنولوجيا، بل في القدرة على دمج هذه التكنولوجيا ضمن بنية مؤسسية متكاملة تدعم التكامل والحوكمة واتخاذ القرار. ومن هنا تبرز الحاجة إلى تطوير أطر معمارية شاملة لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية، تأخذ في الاعتبار الأبعاد التقنية والتنظيمية والاستراتيجية، وتكون قابلة للتطبيق في البلديات. على الرغم من التقدم الكبير في مجال نظم المعلومات الجيومكانية.

أسباب اختيار الموضوع:

تم اختيار هذا الموضوع انطلاقاً من الأهمية المتزايدة للبيانات والتقنيات الجيومكانية في دعم التحول الرقمي وتحسين كفاءة الإدارة المحلية، إضافة إلى الحاجة الملحة لدى البلديات إلى بيانات جيومكانية مؤسسية متكاملة قادرة على توحيد البيانات وتعزيز التكامل بين الإدارات والأنظمة المختلفة. كما جاء اختيار الموضوع في ظل النمو المتسارع لصناعة الجيومكانية وما توفره من فرص لدعم التخطيط المكاني وإدارة الخدمات واتخاذ القرار المبني على البيانات. ويعود اختيار الموضوع أيضاً إلى محدودية الدراسات التي تناولت بناء أطر معمارية جيومكانية مؤسسية في البلديات وفق نورا، الأمر الذي أوجد حاجة علمية وتطبيقية لتطوير إطار معماري يدعم التكامل المؤسسي وحوكمة البيانات الجيومكانية ويعزز الاستفادة من إمكانات صناعة الجيومكانية في التنمية المحلية المستدامة.

أهمية البحث:

تنبع أهمية هذا البحث من الحاجة المتزايدة إلى تطوير بيانات جيومكانية مؤسسية قادرة على دعم التحول الرقمي والتكامل المؤسسي في البلديات. كما تتعاضد أهمية البحث في ظل النمو المتسارع لصناعة الجيومكانية وما يرتبط بها من تقنيات وبيانات وخدمات مكانية أصبحت تمثل أحد المكونات الرئيسة للاقتصاد الرقمي وصنع القرار المكاني. ويسهم البحث علمياً في إثراء الأدبيات المرتبطة بمعمار نظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية من خلال تقديم إطار معماري متكامل يدمج بين طبقات الأعمال والبيانات والتطبيقات والتقنية والحوكمة وفق نورا، بما يسهم في سد فجوة معرفية تتعلق بتوظيف مفاهيم العمارة المؤسسية في تطوير البيئات الجيومكانية المؤسسية ودعم صناعة الجيومكانية في البلديات.

وتبرز الأهمية التطبيقية للبحث في توفير إطار عملي يدعم إدارة البيانات الجيومكانية بكفاءة أعلى، ويعزز التكامل بين الإدارات والأنظمة المختلفة، ويسهم في تحسين جودة البيانات وتقليل الازدواجية ودعم التشغيل البيني. ومن المتوقع أن يسهم الإطار المقترح في تطوير منصات جيومكانية مؤسسية تدعم صناعة الجيومكانية، وترفع كفاءة الخدمات الحكومية، وتعزز قدرة متخذي القرار على الاستفادة من التحليل المكاني في التخطيط وإدارة الموارد والخدمات. كما يسهم في تهيئة بيئة مؤسسية قادرة على إنتاج البيانات والخدمات الجيومكانية وتبادلها واستثمارها بصورة أكثر كفاءة، بما يدعم نمو صناعة الجيومكانية ويعزز دورها في التنمية المحلية المستدامة في البلديات.

مشكلة البحث:

على الرغم من التوسع الكبير في استخدام نظم المعلومات الجيومكانية داخل المؤسسات الحكومية، فإن الدراسات السابقة ركزت على الجوانب التقنية المرتبطة بقواعد البيانات الجيومكانية والتحليل المكاني وتطوير التطبيقات، في حين لم تحظ الأبعاد المؤسسية والتنظيمية والحوكمة بالاهتمام الكافي، خاصة فيما يتعلق بتكامل طبقات الأعمال والبيانات والتطبيقات والتقنية والحوكمة ضمن إطار معماري مؤسسي موحد. كما أن الدراسات التطبيقية أجريت في المدن الكبرى والبيئات المتقدمة، بينما لا تزال الدراسات المتعلقة بالبلديات متوسطة الحجم محدودة، خصوصاً تلك التي توظف منهجية نورا، لتطوير نظم معلومات جيومكانية مؤسسية متكاملة.

ومن ثم تبرز الحاجة إلى تطوير إطار معماري جيوميكاني مؤسسي يجمع بين الأبعاد التقنية والتنظيمية والحوكمة في بيئة موحدة تدعم التكامل المؤسسي واتخاذ القرار المكاني. عانت العديد من البلديات من تجزؤ البيانات الجيومكانية، وضعف التكامل بين الإدارات والأنظمة التشغيلية، وازدواجية إنتاج البيانات، وغياب الحوكمة الموحدة للبيانات المكانية، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض كفاءة تبادل المعلومات وضعف دعم اتخاذ القرار المكاني. وعلى الرغم من توفر التقنيات الجيومكانية الحديثة، فإن غياب إطار معماري مؤسسي متكامل يربط بين طبقات الأعمال والبيانات والتطبيقات والتقنية والحوكمة ما يزال يمثل عائقاً رئيساً أمام تحقيق التكامل المؤسسي والتحول الرقمي في البلديات. ومن هنا تتمثل مشكلة الدراسة في غياب إطار معماري جيوميكاني مؤسسي متكامل قائم على منهجية نورا يمكن البلديات من إدارة البيانات الجيومكانية بكفاءة، وتحقيق التكامل المؤسسي، ودعم اتخاذ القرار المكاني بصورة فعالة، وانطلاقاً من ذلك، تسعى الدراسة إلى الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

ما الإطار المعماري المقترح لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية في البلديات، وفق المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (نورا)، بما يعزز التكامل المؤسسي ويدعم اتخاذ القرار الجيومكاني؟

هدف البحث:

يهدف البحث إلى تصميم إطار معماري لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية في البلديات، وفق المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (نورا)، بما يساهم في تعزيز التكامل المؤسسي ودعم اتخاذ القرار الجيومكاني.

منهجية البحث وأدوات التحليل والتحقق:

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي والمنهج التصميمي؛ بهدف تحليل المفاهيم والمتطلبات المرتبطة بالمعمارية المؤسسية والبيئة الجيومكانية البلدية، واستندت الدراسة إلى تحليل الأدبيات العلمية والوثائق والأدلة والمعايير ذات الصلة، وفي مقدمتها المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (نورا) (هيئة الحكومة الرقمية، 2026)، وإلى دليل تأسيس وتشغيل وحدة المعلومات الجيومكانية بالجهات الحكومية، ومعايير البيانات الجيومكانية الوطنية، وإطار حوكمة البيانات الجيومكانية الوطنية، (الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية، 2025، b2025، c2025) الذي يحدد المتطلبات التنظيمية والتشغيلية، والأدوار والمسؤوليات، ومتطلبات إدارة البيانات والتطبيقات والحوكمة الجيومكانية في الجهات الحكومية. إلى جانب الأدبيات المرتبطة بمعمارية الأعمال والبيانات والتطبيقات والتقنية والحوكمة. واستخدمت الدراسة تحليل المحتوى لاستخلاص المفاهيم والمتطلبات والمكونات المعمارية، والتحليل المقارن لتحديد أوجه الاتفاق والاختلاف والتكامل بين المرجعيات المعمارية والتنظيمية، والكشف عن الجوانب التي ينبغي تضمينها في الإطار المقترح. وجرى بناء الإطار عبر تحديد متطلبات البيئة البلدية، وربطها بمجالات المعمارية المؤسسية، ثم تنظيمها ضمن معمارية الأعمال والبيانات والتطبيقات والتقنية والحوكمة، مع مراعاة متطلبات إدارة البيانات والخدمات الجيومكانية، والتكامل المؤسسي، والتشغيل البيئي، وتبادل المعلومات.

واعتمد التحقق من الإطار المقترح على التحقق الوثائقي والمعياري والبنوي، من خلال إعداد مواءمة بين مكونات الإطار ومتطلبات (نورا)، ودليل تأسيس وتشغيل وحدة المعلومات الجيومكانية بالجهات الحكومية، ومعايير البيانات الجيومكانية الوطنية، وإطار حوكمة البيانات الجيومكانية الوطنية، ومراجعة الاتساق الرأسي والأفقي بين طبقاته، والتحقق من ترابط العمليات والبيانات والتطبيقات والتقنيات وآليات الحوكمة، إضافة إلى التأكد من اتساق مكونات الإطار ومخرجاته مع مشكلة الدراسة وسؤالها وهدفها الرئيس.

مصادر البيانات:

اعتمدت الدراسة على بيانات جيومكانية ووصفية متنوعة شملت المراثيات الفضائية والخرائط الرقمية وقواعد البيانات الجيومكانية المرتبطة بالخدمات والوحدات الإدارية، وتم توظيفها ضمن البيئة الجيومكانية المؤسسية المقترحة وفق منهجية نورا. وقد جرى تنظيم هذه البيانات وتكاملها ضمن طبقات الأعمال، والبيانات، والتطبيقات، والتقنية والحوكمة لدعم التكامل المؤسسي وإدارة البيانات الجيومكانية. وخلال مراحل التجهيز، واجهت الدراسة تحديات تمثلت في تفاوت جاهزية البيانات واختلاف معايير إدارتها ونظم الإحداثيات وصيغ التخزين، مما استلزم تنفيذ عمليات معالجة مسبقة شملت تنظيف البيانات وتوحيدها وتحويلها قبل دمجها داخل البيئة الجيومكانية المؤسسية.

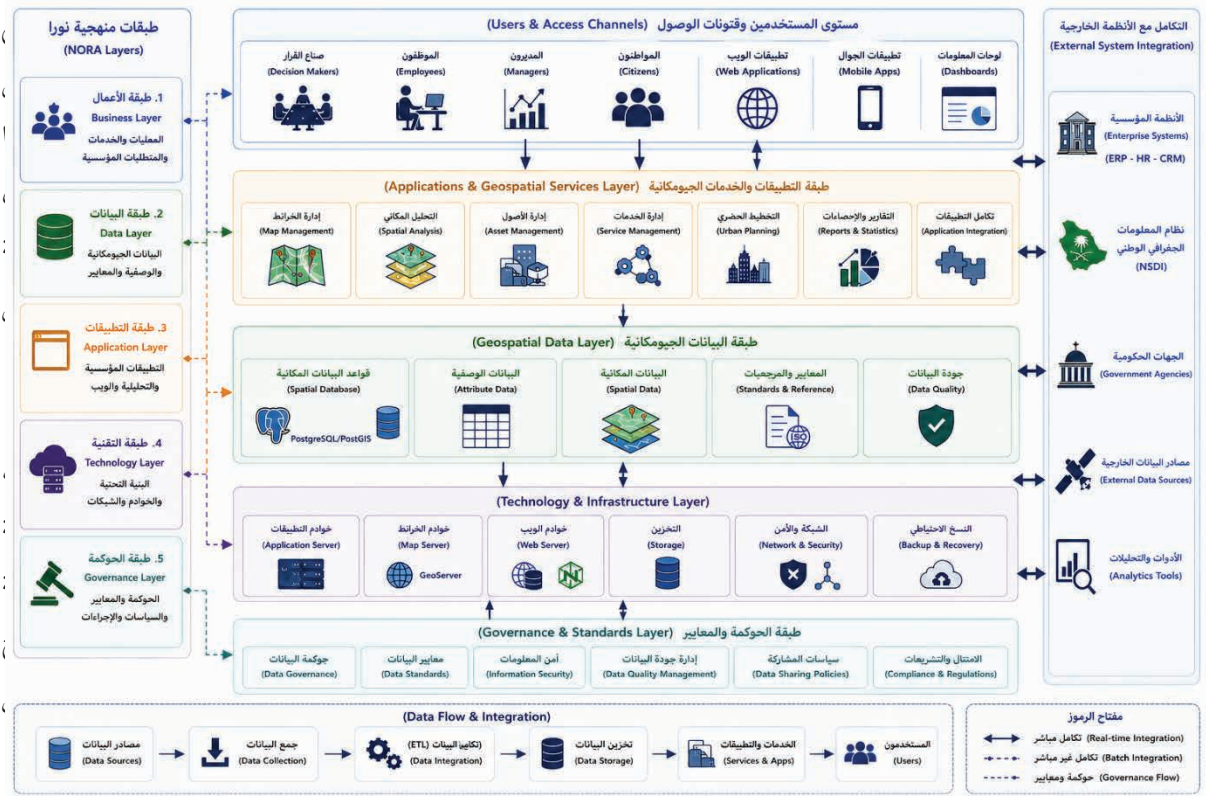
منطقة الدراسة:

تُعد بلدية بيشة إحدى بلديات محافظة بيشة، التي تضم بلديات: بيشة، والنقيع، وصمخ، والحازمي، والثنية وتبالة، وتقع محافظة بيشة في الجزء الشمالي الغربي من منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية، بين دائرتي عرض ($19^{\circ}00' - 20^{\circ}51'$ شمالاً) وخطي طول ($41^{\circ}50' - 43^{\circ}05'$ شرقاً)، وتبلغ مساحتها نحو 14,860 كم²، بطول يقارب 185 كم، وعرض يتراوح بين 48-120 كم، وتمثل نحو 17.67% من مساحة منطقة عسير، ويُقدَّر عدد سكانها تقريباً بحوالي 200 ألف نسمة (الهيئة العامة للإحصاء، 2025)، وتتميز البلدية بموقعها الاستراتيجي على وادي بيشة، أحد أكبر أودية المملكة العربية السعودية، والذي يضم سد بيشة بسعة تخزينية تقارب 325 مليون م³، مما يسهم في دعم النشاط الزراعي، خاصة زراعة النخيل، ويعزز من دور البلدية والمحافظة كمحور ربط بين مناطق مكة المكرمة والرياض والطائف. ومن الناحية الطبوغرافية، يغلب على سطح المحافظة الطابع شبه المنبسط مع انحدار تدريجي نحو الشرق والشمال، بارتفاعات تتراوح بين 1000-1800 م فوق مستوى سطح البحر، وتتمثلها الحرات والتلال والهضاب. كما يسودها مناخ شبه جاف، بمتوسط حرارة سنوي يتراوح بين 20-24°م، ورطوبة نسبية تقارب 45%. وتتنوع التربة بالمحافظة بين التربة الرملية والطفلية والرواسب الحصوية، مع وجود تربة رسوبية خصبة على امتداد الأودية تمثل نحو 30% من مساحة المحافظة، في حين تعتمد الموارد المائية بصورة رئيسة على مياه الأمطار والمياه الجوفية، مع ملاحظة ارتفاع نسبي في ملوحة بعض الموارد المائية، (وكالة الوزارة لتخطيط المدن، د.ت).

الإطار المفاهيمي لمعمارية نظام المعلومات الجيومكاني المؤسسي:

أولاً: الإطار المعماري وفق نورا:

يمثل الإطار نموذجاً تكاملياً يهدف إلى توحيد البيانات والتطبيقات والخدمات الجيومكانية في البلديات ضمن بيئة رقمية مترابطة. ويستند هذا الإطار إلى المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (نورا)، (هيئة الحكومة الرقمية، 2026)، التي تعتمد على مواءمة طبقات الأعمال والبيانات والتطبيقات والتقنية والحوكمة ضمن إطار موحد يدعم التحول الرقمي ويرفع كفاءة الأداء المؤسسي. (Lnenicka and Komarkova, 2020) وتُعد البيانات المكانية عنصراً محورياً في هذا الإطار؛ لما توفره من قدرة على ربط العمليات والخدمات وتحليلها في سياق مكاني يدعم اتخاذ القرار المبني على الأدلة. وقد أصبحت نظم المعلومات الجيومكانية مكوناً أساسياً في البنية المؤسسية للبلديات، نظراً لدورها في تكامل البيانات وتحسين إدارة الخدمات والتخطيط المكاني (Kitchin, 2021; Li et al., 2021)، كما تكشف النماذج التطبيقية لنظم خرائط الأساس أن نجاح البنى الجيومكانية المؤسسية يعتمد على تكامل البنية التشغيلية والتطبيقية وقواعد البيانات والحوكمة ضمن إطار مؤسسي موحد يدعم تداول البيانات الجيومكانية بصورة آمنة وقابلة للتحديث والتشغيل البيني وقد تبنت هيئة المساحة السودانية نموذجاً تشغيلياً متكاملًا يشمل الخدمات الجيومكانية،



شكل (1) التكامل المعماري المقترح لمنصة المعلومات الجيومكانية المؤسسية للبلديات وفق نورا

2 - طبقة البيانات:

تمثل الركيزة الأساسية للإطار حيث تعتمد عليها جميع الطبقات الأخرى، تشمل قواعد البيانات الجيومكانية، البيانات المكانية (حدود البلدية)، (المدارس)، والبيانات الوصفية والمعيارية (الهئية العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية، a2025، b2025، c2025)، ويُعد تكامل البيانات وجودتها والقدرة على التحديث المستمر وقابليتها للمشاركة من العوامل الحاسمة في نجاح نظم المعلومات الجيومكانية، إذ تؤثر بشكل مباشر في دقة التحليل المكاني وفعالية اتخاذ القرار (Goodchild, 2018). كما أن تكامل البيانات بين الإدارات المختلفة يحد من الازدواجية ويعزز من كفاءة تبادل المعلومات داخل المؤسسة. وفي البيئات التشغيلية الواقعية، غالبًا ما تواجه الإدارات صعوبة في الحفاظ على اتساق البيانات المكانية نتيجة اختلاف إجراءات التحديث وتعدد الجهات المنتجة للبيانات، مما يؤدي إلى تفاوت جودة بعض الطبقات الجغرافية وتأخر تحديثها بصورة دورية.

3 - طبقة التطبيقات:

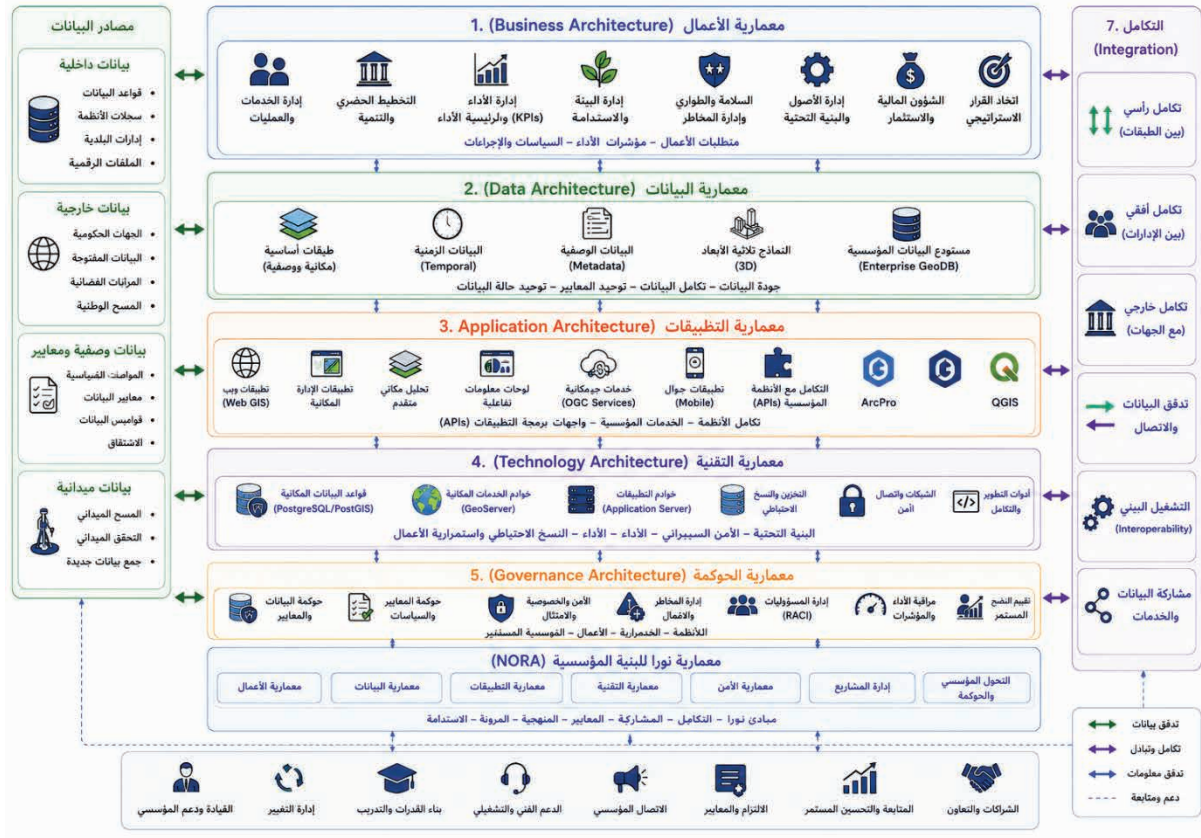
تشمل هذه الطبقة الأنظمة والتطبيقات المستخدمة في معالجة البيانات الجيومكانية، مفتوحة المصدر والتجارية، وتطبيقات (Web GIS)، وأنظمة دعم القرار المكاني (SDSS) ولوحات المؤشرات. وتسهم هذه التطبيقات في دعم التحليل المكاني وتوفير أدوات متقدمة لاتخاذ القرار وتقديم الخدمات الرقمية، كما تدعم تطوير منصات البلديات القائمة على البيانات، مما يعزز من قدرة البلديات على تقديم خدمات رقمية مبتكرة (Kitchin, 2021)، وفي البيئات التشغيلية الواقعية، يعتمد نجاح هذه التطبيقات بصورة كبيرة على جودة البيانات المكانية وتحديثها المستمر؛ حيث تؤثر البيانات غير المحدثة بصورة مباشرة على دقة التحليل المكاني وكفاءة الخدمات الرقمية المقدمة.

4- طبقة التقنية:

تمثل هذه الطبقة البنية التحتية التقنية التي تدعم تشغيل نظم المعلومات الجيومكانية، وتشمل الخوادم، والشبكات، الحوسبة السحابية، ونظم قواعد البيانات وقد أكدت الدراسات أن تبني تقنيات الحوسبة السحابية والخدمات الجيومكانية، يسهم في تحسين كفاءة الأنظمة وتعزيز قابليتها للتوسع، والأمان، والتوافق، والتشغيل البيئي، مما يدعم التحول نحو بيئات رقمية مرنة ومستدامة (Yin et al., 2021)، وعلى الرغم من التطور الكبير في تقنيات الحوسبة السحابية والخدمات الجيومكانية، ما تزال بعض البلديات تواجه تحديات تشغيلية فعلية تحد من التطبيق الكامل للبيئات الجيومكانية المؤسسية، خاصة في ظل محدودية البنية التحتية التقنية وضعف تكامل الأنظمة القديمة مع التطبيقات الجيومكانية الحديثة. كشفت البيئات التشغيلية أن محدودية قدرات الخوادم وضعف كفاءة بعض الشبكات واستمرار الاعتماد على نظم تشغيلية تقليدية تم تطويرها بصورة منفصلة تمثل عوائق رئيسة أمام تحقيق التكامل المؤسسي والتشغيل البيئي بصورة فعالة، الأمر الذي يعكس أهمية التحديث المستمر للبنية التقنية ومواءمة الأنظمة القديمة مع متطلبات البيئات الجيومكانية المؤسسية الحديثة.

5 - طبقة الحوكمة :

تمثل طبقة الحوكمة الإطار التنظيمي الذي يضمن إدارة فعالة ومستدامة لنظم المعلومات الجيومكانية، وتشمل السياسات والتشريعات، إدارة البيانات، إدارة الجودة بناء القدرات والتدريب، إدارة الأداء وآليات الرقابة والتقييم، إلا أن التجربة التطبيقية تشير إلى أن نجاح الحوكمة الجيومكانية لا يعتمد فقط على وجود السياسات والمعايير، بل يتأثر بمدى التزام الإدارات المختلفة بتحديث البيانات ومشاركتها بصورة منتظمة داخل البيئة المؤسسية (Janssen et al., 2020)، إلا أن التجارب التطبيقية في بعض البلديات تشير إلى أن تطبيق سياسات الحوكمة بصورة فعلية يواجه تحديات تنظيمية مستمرة، خاصة في البيئات التي تعتمد على إدارات مستقلة تمتلك قواعد بيانات وإجراءات تشغيلية مختلفة. كما أن جاهزية المؤسسات لتبني التقنيات الرقمية تعتمد بشكل كبير على قوة الحوكمة المؤسسية وقدرتها على إدارة التغيير (الحربي والراغي، 2025). يعتمد الإطار المعماري لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية على تحقيق تكامل رأسي (الأعمال ← البيانات ← التطبيقات ← التقنية ← الحوكمة، -تدفق منطقي من الاستراتيجية إلى التنفيذ)، وأفقي (مشاركة البيانات بين الإدارات، تكامل الأنظمة والخدمات، توحيد مصادر البيانات)، بين الطبقات المختلفة. حيث يبدأ التكامل من مواءمة الأهداف الاستراتيجية في طبقة الأعمال، مروراً بتكامل البيانات، ثم دعمها عبر التطبيقات، وتشغيلها من خلال البنية التقنية، وأخيراً تنظيمها ضمن إطار حوكمي متكامل شكل (2). وقد أظهرت الدراسات أن تحقيق هذا الترابط المعماري يسهم في تقليل تجزئة الأنظمة وتحسين كفاءة الأداء المؤسسي، كما يعزز من قدرة المؤسسات على الاستجابة للتغيرات وتحقيق التحول الرقمي (Lnenicka and Komarkova, 2020). يسهم الإطار المعماري لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية وفق نورا في (بناء منصة جيومكانية مؤسسية للبلديات موحدة، وتحسين جودة اتخاذ القرار المكاني، وتقليل ازدواجية البيانات، ودعم التحول الرقمي، وبذلك يمثل هذا الإطار إضافة علمية تسهم في سد الفجوة بين التطبيقات التقنية لنظم المعلومات الجيومكانية ومتطلبات البنية المؤسسية في البلديات، (الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية، 2025a، 2025b؛ هيئة الحكومة الرقمية، 2026).

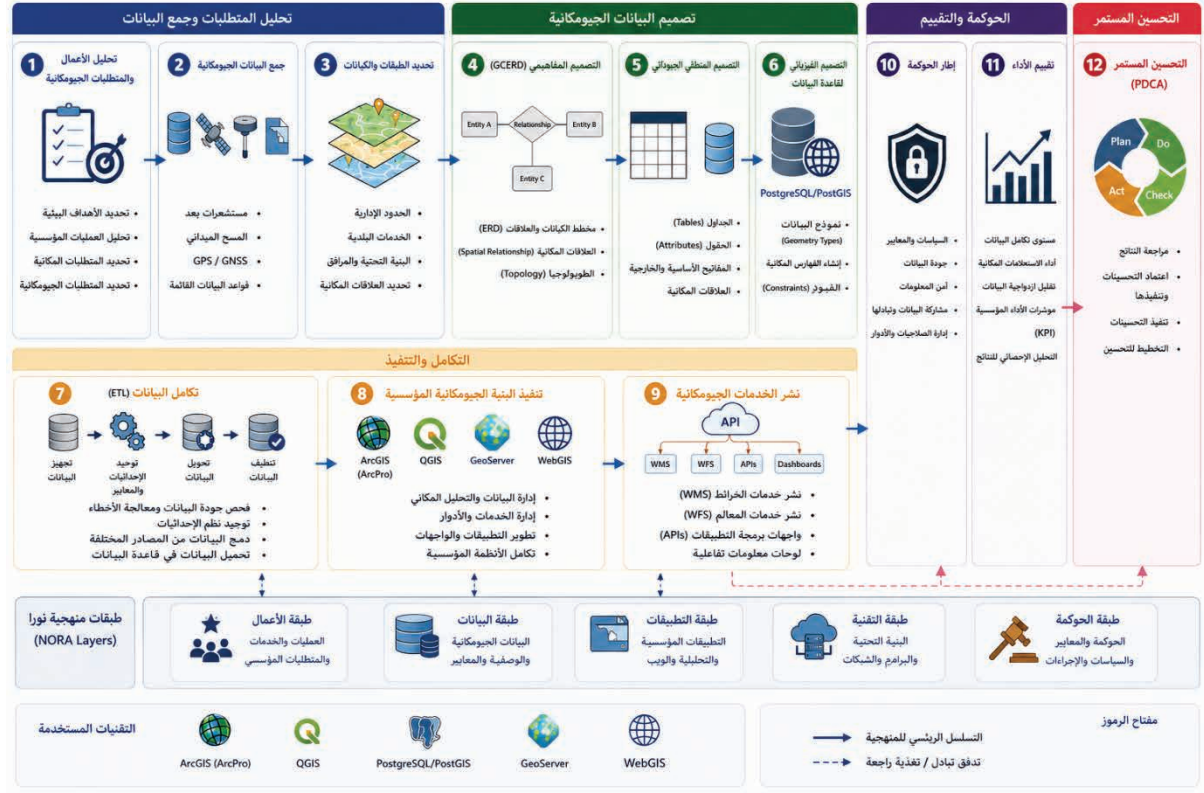


شكل (2) الإطار المعماري الجيومكاني المؤسسي المقترح للبلديات القائم على منهجية نورا

ثانياً: منهجية تصميم وتنفيذ قاعدة البيانات الجيومكانية المؤسسية:

تعتمد عملية تصميم وتنفيذ قاعدة البيانات الجيومكانية المؤسسية حسب نورا، ودليل تأسيس وتشغيل وحدة المعلومات الجيومكانية بالجهات الحكومية، ومعايير البيانات الجيومكانية الوطنية، وإطار حوكمة البيانات الجيومكانية الوطنية، على منهجية متعددة المراحل تبدأ بتحليل احتياجات البلديات - المتطلبات - وتنتهي بالتشغيل والتحسين المستمر والتكامل مع أنظمة البلديات، وعلى دليل تأسيس وتشغيل وحدة المعلومات الجيومكانية بالجهات الحكومية (الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية، 2025a، ص 4)، على طبقات جيومكانية أساسية (طبقة إدارية - حدود البلدية، طبقة الخدمات - التعليم)، وهو ما يتوافق مع أدبيات نظم المعلومات الجيومكانية التي تؤكد أن بناء قاعدة البيانات الجيومكانية يتطلب تكاملاً بين النمذجة المفاهيمية والتنفيذ التقني. تشير الأدبيات إلى أن تصميم وتنفيذ قواعد البيانات الجيومكانية المؤسسية يعتمد على سلسلة مترابطة من المراحل تبدأ بتحليل المتطلبات وتنتهي بالتشغيل المستمر، مع التركيز على النمذجة المفاهيمية والتكامل بين البيانات والتقنيات. كما أن جودة البيانات والحوكمة تمثلان عنصرين أساسيين لضمان كفاءة نظم المعلومات الجيومكانية في دعم اتخاذ القرار (Shekhar & Chawla, 2003)، و شكل (3) يوضح ذلك:

د. فخر الدين أحمد عبدالله محمد: إطار معماري لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية في البلديات وفق المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (نورا)



شكل (3) منهجية بناء المنصة الجيومكانية المؤسسية للبلديات

1- تحليل الأعمال والمتطلبات الجيومكانية:

تُعد هذه المرحلة الركيزة الأساسية في تصميم نظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية؛ حيث يتم من خلالها تحديد احتياجات المستخدمين والجهات المعنية، وتعريف نطاق النظام والوظائف المطلوبة بما يضمن مواءمته مع الأهداف الاستراتيجية للمؤسسة. وتشير الأدبيات إلى أن الفهم الدقيق للمتطلبات يمثل شرطاً حاسماً لنجاح تصميم وتنفيذ نظم المعلومات الجيومكانية وتحقيق فعاليتها في دعم اتخاذ القرار (Longley et al., 2015)، ترتبط هذه المرحلة مباشرة بطبقة الأعمال ضمن الإطار المعماري؛ حيث يتم تنفيذ مجموعة من الأنشطة الرئيسة، تشمل (تحديد أهداف البلديات، تحليل العمليات المؤسسية - مثل: تقديم الخدمات، إدارة البيانات الجيومكانية للمدارس والخدمات التعليمية، إدارة البنية التحتية، تحديد أصحاب المصلحة -صناع القرار، المهندسون، الإداريون-، تحديد متطلبات البيانات بنوعها المكاني والوصفي مثل حدود البلدية، خدمات التعليم)، ويتمثل المخرج الرئيس لهذه المرحلة في تطوير نموذج متطلبات الأعمال الجيومكاني، والذي يشكل الأساس لربط احتياجات الأعمال بطبقة البيانات، ويُستخدم لاحقاً في توجيه مراحل تصميم النظام الجيومكاني وتطويره.

2- تحديد الكيانات والطبقات:

تُعد هذه المرحلة خطوة أساسية في بناء النظام الجيومكاني؛ حيث يتم فيها تحديد المكونات الرئيسة للنظام من خلال تعريف الكيانات والطبقات الجيومكانية. تُعرّف الكيانات (Entities) في قواعد البيانات بأنها عناصر مادية أو مفاهيمية قابلة للتمييز داخل النظام، وتمتلك هوية محددة ومجموعة من الخصائص، وتمثل الأشياء أو الموضوعات التي يُراد تخزين بيانات عنها، مثل البلديات خدمات التعليم، كما ترتبط بكيانات أخرى من خلال علاقات منطقية (Chen, 1976)، وفي قواعد البيانات الجيومكانية، تمثل هذه الكيانات الظواهر والمعالم الجغرافية الواقعية في صورة رقمية، وتُنظم ضمن طبقات مكانية وفق نوعها الهندسي، مثل النقاط

والخطوط والمضلعات، مع ربطها ببيانات وصفية وخصائص مكانية تجعلها قابلة للتخزين والاستعلام والتحليل والمعالجة وإنتاج الخرائط. ويشير جودشيلد (2007) إلى أن البيانات الجيومكانية تمثل الواقع الجغرافي في شكل طبقات رقمية تُمكن من تحليل العلاقات المكانية واستخلاص الأنماط. ترتبط هذه المرحلة مباشرة بطبقة البيانات ضمن الإطار المعماري؛ حيث يتم فيها (تحديد الطبقات الجيومكانية، تحديد الكيانات)، تمثل المخرج الرئيس لهذه المرحلة في إعداد قائمة شاملة بالطبقات والكيانات الجيومكانية، والتي تُعد أساساً لبناء نماذج البيانات اللاحقة (المفاهيمية والمنطقية) وتطوير النظام الجيومكاني المؤسسي

3 - التصميم المفاهيمي للبيانات :

تُعد هذه المرحلة بناء نموذج مفاهيمي يوضح الكيانات الجيومكانية والعلاقات بينها على مستوى تجريدي، بهدف فهم بنية البيانات قبل تنفيذها تقنياً. وتشير الأدبيات إلى أن النمذجة المفاهيمية تُعد خطوة أساسية لتنظيم البيانات وتبسيط تمثيلها، مما يساهم في تحسين تصميم النظم الجيومكانية وضمان اتساقها (Batty, 2013). ترتبط هذه المرحلة بطبقة البيانات ضمن الإطار المعماري؛ حيث يتم فيها (تحديد العلاقات بين الكيانات بالاعتماد على مخططات الكيانات والعلاقات، تحديد نوع العلاقات مثل (N:1) و (M:N) بما يعكس طبيعة الترابط بين الكيانات الجيومكانية)، ويتمثل المخرج الرئيس لهذه المرحلة في تطوير نموذج بيانات جيومكانية مفاهيمي، يشكل الأساس لمراحل التصميم اللاحقة، خاصة التصميم المنطقي والفيزيائي للنظام.

4- التصميم المنطقي:

يُعرف نموذج البيانات المنطقي بأنه تمثيل منظم للكيانات والعلاقات والخصائص التي تُكوّن بنية البيانات داخل النظام دون الارتباط المباشر بمنصات التنفيذ أو نظم إدارة قواعد البيانات (Elmasri and Navathe, 2016). وفي نظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية، يُستخدم النموذج المنطقي لتوحيد تمثيل البيانات المكانية والوصفية ضمن إطار يدعم التكامل والتشغيل البيني بين الأنظمة المختلفة، مما يساهم في بناء قاعدة بيانات موحدة في البلديات (Goodchild, 2007). وتُعد هذه المرحلة بتحويل النموذج المفاهيمي إلى مخطط بيانات منظم من خلال تعريف الجداول والحقول والعلاقات المكانية والوصفية، بما يشمل المفاتيح الأساسية والخارجية والقواعد الطوبولوجية والعلاقات المكانية مثل الاحتواء والتقاطع والتجاور. ولوحظ أثناء بناء النموذج المنطقي أن بعض البيانات الوصفية الواردة من الإدارات المختلفة لم تكن موحدة بالكامل، خاصة فيما يتعلق بأسماء الحقول وأنظمة الترميز، الأمر الذي استدعى إعادة تنظيم بعض الجداول لضمان التوافق بين الكيانات المكانية والوصفية داخل قاعدة البيانات الجيومكانية. وترتبط هذه المرحلة مباشرة بطبقة البيانات ضمن الإطار المعماري؛ حيث يتم من خلالها تحويل الكيانات المفاهيمية، مثل الوحدات الإدارية ومناطق الخدمة، إلى جداول مترابطة تدعم التكامل المؤسسي والتحليل المكاني داخل البيئة الجيومكانية المؤسسية. يعتمد نموذج بيانات الوحدات الإدارية على بنية هرمية تربط بين الوحدات الإدارية والحدود المرتبطة بها ضمن إطار يدعم التكامل المؤسسي والتحليل المكاني. ويتضمن النموذج خصائص رئيسة تشمل المعرفات، والأسماء متعددة اللغات، والمستوى الإداري، والتمثيل المكاني، إضافة إلى العلاقات الهرمية بين الوحدات الإدارية المختلفة. يُعرف كيان الخدمة بوصفه كياناً بيانائياً-مكانيًا، يمثل مرفقاً أو نشاطاً خدمياً تقدمه البلديات، ويرتبط بموقع جغرافي محدد وخصائص تشغيلية ونطاق تأثير مكاني وسكاني. ويُعد هذا الكيان عنصراً أساسياً في تمثيل الخدمات العامة داخل نظم المعلومات الجيومكانية؛ حيث يُمكن من تحويل الخدمات من مفاهيم إدارية مجردة إلى عناصر مكانية قابلة للتحليل والتقييم (Longley et al., 2015) وفي إطار العمارة المؤسسية، يُستخدم كيان الخدمة لربط طبقة البيانات بطبقة الأعمال، مما يعزز التكامل بين البيانات الجيومكانية والوظائف الحكومية ويدعم اتخاذ القرار المبني على الأدلة (Open Geospatial Consortium, 2019). ويرتبط كيان الخدمة بكيان منطقة الخدمة، الذي يمثل نطاقاً جغرافياً مضمناً

داخله الخدمة أو يمكن الوصول إليها وفق معايير مكانية محددة، مثل زمن الرحلة أو مسافة الوصول أو حدود الاختصاص الإداري. ويُعد هذا الكيان عنصرًا محوريًا في نموذج البيانات المنطقية لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية، لكونه يربط بين موقع مرفق الخدمة والسكان المستفيدين وشبكة الطرق والوحدة الإدارية الواقعة ضمن نطاق الخدمة. وفي البلديات لا تمثل منطقة الخدمة مجرد حدود هندسية، بل تُستخدم كوحدة تحليلية لتقييم كفاءة التوزيع المكاني للخدمات، وتحديد مناطق العجز أو التداخل الخدمي، وتحليل العدالة المكانية في الوصول إلى الخدمات العامة. لذلك يُستخدم هذا الكيان في تطبيقات التحليل المكاني، مثل تحليل نطاق التغطية وتحليل الوصول الشبكي وتقييم كفاية الخدمات داخل المدن والمحافظات. ويعتمد نموذج بيانات الخدمة المنطقي في هذه الدراسة على نوعين رئيسيين من المعالم هما: الخدمات والتقارير. ويتم تمثيل منطقة الخدمة باستخدام الامتداد المكاني للخدمة أو من خلال الارتباط بالوحدة الإدارية المرجعية. كما يتم تعريف نوع الخدمة (التعليم) باستخدام خصائص معيارية تتضمن نوع الخدمة والاسم والوصف ومزود الخدمة، بما يدعم تنظيم البيانات وتحليلها داخل البيئة الجيومكانية المؤسسية، ويتمثل المخرج الرئيس لهذه المرحلة في تطوير مخطط بيانات جيومكانية منطقي، والذي يُعد الأساس لبناء قاعدة البيانات الجيومكانية وتنفيذها ضمن البيئة التقنية للنظام.

5- التصميم الفيزيائي:

تُعد هذه المرحلة بتنفيذ مخطط البيانات المنطقي فعليًا داخل بيئة تقنية مناسبة، من خلال استخدام نظم إدارة قواعد البيانات المكانية، حيث يتم تحديد بنية التخزين الفعلية للبيانات الجيومكانية وآليات إدارتها. وتشير الدراسات إلى أن استخدام الفهارس المكانية يُسهم بشكل كبير في تحسين أداء الاستعلامات المكانية وتسريع عمليات التحليل داخل قواعد البيانات الجيومكانية (Zhang et al., 2019)، ترتبط هذه المرحلة بطبقة التقنية ضمن الإطار المعماري؛ حيث تشمل (تنفيذ قاعدة البيانات الجيومكانية باستخدام أنظمة مثل PostGIS، تحديد نوع الهندسة وفق طبيعة البيانات مثل - النقطة، الخط، المساحة-، إنشاء الفهارس المكانية (Spatial Indexes) لتحسين كفاءة الاستعلامات والأداء العام للنظام)، ويتمثل المخرج الرئيس لهذه المرحلة في تنفيذ قاعدة بيانات جيومكانية فعلية، والتي تمثل البنية التشغيلية للنظام الجيومكاني المؤسسي وتدعم عمليات التحليل المكاني والتطبيقات المختلفة.

6- بناء قاعدة البيانات الجيومكانية:

تُعد هذه المرحلة بتنفيذ قاعدة البيانات الجيومكانية وتحويل التصميم الفيزيائي إلى بيئة تشغيلية فعّالة، من خلال إنشاء الجداول، وإدخال البيانات، وربط البيانات المكانية والوصفية ضمن نظام متكامل. ويؤكد جودشايلد (2007) أن تكامل البيانات من مصادر متعددة يُعد من أبرز التحديات التي تواجه نظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية، خاصة في سياق البلديات. ترتبط هذه المرحلة بكلٍ من طبقة التطبيقات وطبقة التقنية؛ حيث يتم تنفيذ العمليات الأساسية التي تشمل (إنشاء الجداول وفق المخطط المنطقي والفيزيائي، إدخال البيانات من مصادر متعددة -خرائط، قواعد بيانات، مرئيات-، وربط البيانات المكانية والوصفية لضمان تكامل البيانات)، ويتم تنفيذ هذه العمليات باستخدام مجموعة من البرمجيات (QGIS / ArcPro) لمعالجة البيانات وتحليلها وربطها مكانيًا، و PostGIS لإدارة قواعد البيانات الجيومكانية التي تم الاعتماد عليها كقاعدة بيانات مركزية للنظام الجيومكاني المؤسسي، نظرًا لمرونتها في إدارة البيانات المكانية وقدرتها على التكامل مع أدوات مفتوحة المصدر، ويتمثل المخرج الرئيس لهذه المرحلة في قاعدة بيانات جيومكانية متكاملة وقابلة للتشغيل، تُشكل الأساس لتطوير التطبيقات وتحليل البيانات ودعم اتخاذ القرار في النظام الجيومكاني المؤسسي. كما أظهرت التجربة التطبيقية أن استخدام بيئة مفتوحة المصدر كان أكثر ملاءمة للتوسع التدريجي وتقليل تكاليف التشغيل مقارنة ببعض الحلول التجارية المغلقة. ولوحظ أثناء مراحل الدمج أن اختلاف البنية الجدولية لبعض الطبقات

الجغرافية بين الإدارات المختلفة أدى إلى صعوبة في توحيد نماذج البيانات، الأمر الذي استدعى تنفيذ عمليات معالجة إضافية لإعادة تنظيم الحقول المكانية والوصفية قبل إدخالها إلى قاعدة البيانات المركزية.

7- تكامل البيانات :

تُعنى هذه المرحلة بدمج البيانات الجيومكانية من مصادر متعددة ضمن قاعدة بيانات موحدة، من خلال تطبيق عمليات الاستخراج والتحويل والتحميل، بهدف ضمان جودة البيانات واتساقها وقابليتها للاستخدام في التحليل المكاني. وتشير الأدبيات إلى أن عمليات تكامل البيانات تُعد عنصراً أساسياً في بناء نظام معلومات جيومكاني فعال، لما لها من دور في توحيد البيانات وتحسين جودتها (Janssen et al., 2012)، ترتبط هذه المرحلة بكل من طبقة البيانات وطبقة التطبيقات؛ حيث تشمل مجموعة من الإجراءات الأساسية، من أبرزها (إدخال البيانات من مصادر متعددة مثل -أجهزة تحديد المواقع، الصور الفضائية، قواعد البيانات القديمة-)، تحويل البيانات بين الأنظمة المختلفة، تحويل البيانات من بيئات ArcPro إلى PostGIS، تنظيف البيانات لإزالة الأخطاء والتكرار، توحيد نظم الإحداثيات (Coordinate System Standardization) لضمان التوافق المكاني بين البيانات)، ويتمثل المخرج الرئيس لهذه المرحلة في قاعدة بيانات جيومكانية متكاملة، تُشكل أساساً موحداً لدعم التحليل المكاني والتطبيقات الجيومكانية واتخاذ القرار، كما لوحظ أثناء تنفيذ عمليات استخراج وتحويل وتحميل البيانات أن بعض البيانات القادمة من مصادر مختلفة لم تكن متوافقة بصورة كاملة مع نموذج البيانات الموحد، خاصة فيما يتعلق بأسماء الحقول وأنواع البيانات ودقة الإحداثيات. وقد أدى ذلك إلى ظهور تفاوت في جودة البيانات المكانية والوصفية، مما تطلب تنفيذ عمليات تنظيف وتحويل وإعادة إسقاط قبل تحميل البيانات إلى البيئة الجيومكانية المؤسسية. كما تم تنفيذ عمليات تحقق إضافية لضمان سلامة العلاقات المكانية وعدم تكرار السجلات داخل قاعدة البيانات المركزية. تكشف البيئات التطبيقية لنظم خرائط الأساس أن نجاح نظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية يعتمد على التكامل بين مخدمات قواعد البيانات، وخوادم نظم المعلومات الجغرافية، وخدمات الويب، وآليات النشر والتشغيل البيئي، ضمن بيئة تشغيلية موحدة تدعم متخذي القرار والمستخدمين الاستراتيجيين (الهيئة القومية للمساحة السودانية، 2022).

8 - بناء التطبيقات الجيومكانية:

تُعنى هذه المرحلة بتطوير طبقة التطبيقات الجيومكانية اعتماداً على نهج قائم على الخدمات (Service-Oriented Architecture)، بما يضمن إتاحة البيانات وتحليلها عبر منصات مرنة وقابلة للتكامل. وتشير الأدبيات إلى أن نشر البيانات الجيومكانية عبر خدمات الويب يُعد الأساس في بناء نظام معلومات جيومكاني مؤسسي فعال للبلديات (Steiniger & Hunter, 2013). ترتبط هذه المرحلة بطبقة التطبيقات ضمن الإطار المعماري، وتشمل مجموعة من العمليات الرئيسة، من أبرزها (نشر البيانات الجيومكانية باستخدام منصة GeoServer، إنشاء خدمات ويب جيومكانية تشمل -خدمة الخرائط على الويب (WMS)، خدمة المعالم على الويب (WFS)، دمج هذه الخدمات مع -تطبيقات Web GIS - لوحات المؤشرات التفاعلية (Dashboards) - واجهات برمجة التطبيقات (APIs) لضمان تكامل الأنظمة وتبادل البيانات)، ويتمثل المخرج الرئيس لهذه المرحلة في تطوير منصة جيومكانية مؤسسية، تُتيح إدارة البيانات ونشرها وتحليلها بشكل متكامل، وتدعم اتخاذ القرار في البلديات.

9 - حوكمة البيانات الجيومكانية المؤسسية:

تعنى هذه المرحلة بوضع إطار متكامل لإدارة البيانات الجيومكانية للبلدية، من خلال تحديد السياسات والمعايير والضوابط

د. فخر الدين أحمد عبدالله محمد: إطار معماري لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية في البلديات وفق المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (نورا)

التي تنظم إنتاج البيانات واستخدامها ومشاركتها، بما يضمن جودتها واتساقها واستدامتها. وتشير الأدبيات إلى أن جودة البيانات الجيومكانية تُعد عاملاً حاسماً في دعم اتخاذ القرار وتعزيز موثوقية التحليل المكاني (Foody, 2002). ترتبط هذه المرحلة بطبقة الحوكمة ضمن الإطار المعماري؛ حيث تشمل (تطوير السياسات المنظمة لإدارة البيانات الجيومكانية، تطبيق المعايير الوطنية والدولية لضمان الجودة والتكامل، تصميم إطار حوكمة البيانات الجيومكانية الذي يحدد الأدوار والمسؤوليات وآليات إدارة البيانات)، ويتمثل المخرج الرئيس لهذه المرحلة في إعداد إطار حوكمة البيانات الجيومكانية المؤسسية والذي يُسهم في ضمان جودة البيانات، وتعزيز التكامل بين الجهات، ودعم اتخاذ القرار في البلديات. ومن خلال التجربة التطبيقية، لوحظ أن التحديات المرتبطة بحوكمة البيانات لم تكن تقنية فقط، بل تنظيمية أيضاً؛ حيث اختلفت آليات تحديث البيانات ومسؤوليات إدارتها بين الإدارات المختلفة، كما لم تكن بعض الطبقات الجغرافية تخضع لتحديث دوري منتظم. وقد عزز ذلك الحاجة إلى تطوير إطار حوكمة موحد يحدد مسؤوليات إدارة البيانات وآليات مشاركتها وتحديثها بصورة أكثر وضوحاً واستدامة، (الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية، 2025 b)، (الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية، 2025 c).

10- التشغيل والتحسين المستمر:

تُعد هذه المرحلة بضمان استدامة النظام الجيومكاني المؤسسي من خلال التشغيل الفعال والتحسين المستمر للأداء وجودة البيانات. وتشير الأدبيات إلى أن نظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية تتطلب إدارة مستمرة وتحديثاً دورياً للحفاظ على كفاءتها ودعم اتخاذ القرار (Longley et al., 2015). ترتبط هذه المرحلة بجميع طبقات إطار نورا؛ حيث تشمل مجموعة من الأنشطة الأساسية، من أبرزها (تحديث البيانات بشكل دوري وفق التغيرات الواقعية، تحسين الأداء لضمان كفاءة النظام، إضافة طبقات جيومكانية جديدة وفق احتياجات العمل، مراقبة مؤشرات الأداء (KPI) لتقييم كفاءة الخدمات والنظام)، كما يعتمد النظام على دورة التحسين المستمر (PDCA Cycle: Plan-Do-Check-Act)؛ حيث يتم تطبيق مراحل التخطيط والتنفيذ والتقييم والتحسين بشكل متكامل، بما يضمن تطوير النظام بصورة مستمرة وتحسين جودة البيانات وتعزيز كفاءة اتخاذ القرار. ويتمثل المخرج الرئيس لهذه المرحلة في نظام جيومكاني مؤسسي مستدام يتميز بالمرونة، وقابلية التطوير، والاستجابة المستمرة لمتطلبات البلديات. ولوحظ خلال مراحل التشغيل الأولية أن أداء بعض الاستعلامات المكانية تأثر بحجم البيانات وتعقيد العمليات التحليلية، خاصة قبل إنشاء الفهارس المكانية داخل قاعدة البيانات. كما تطلبت بعض خدمات GeoServer إعادة ضبط إعدادات التخزين المؤقت (Caching) وتحسين إعدادات الخادم لضمان استقرار الأداء وتحسين سرعة الاستجابة داخل تطبيقات WebGIS. وقد أظهرت التجربة التطبيقية أن بناء بيئة جيومكانية مؤسسية متكاملة لا يعتمد فقط على توفر الأدوات التقنية، بل يتطلب مواءمة مستمرة بين البنية التقنية والإجراءات التنظيمية وآليات إدارة البيانات داخل الإدارات المختلفة، خاصة في البيئات التي تعتمد على نظم تشغيلية منفصلة تم تطويرها بصورة تدريجية عبر فترات زمنية متعددة.

ثالثاً: المؤشرات التشغيلية التحليلية:

يتم حساب المؤشرات الكمية من خلال مقارنة الحالة التشغيلية التقليدية بالحالة المقترحة بعد بناء البيئة الجيومكانية المؤسسية، اعتماداً على مؤشرات مثل عدد قواعد البيانات المنفصلة، وعدد السجلات المكررة، وزمن الوصول إلى البيانات، وزمن تنفيذ الاستعلامات المكانية، ونسبة اكتمال البيانات، ومستوى توحيد الحقول ونظم الإحداثيات:

1- كفاءة التكامل بين الأنظمة الجيومكانية:

يقيس مستوى الربط والتوافق بين الأنظمة المختلفة.

حيث:

- = كفاءة التكامل
- = عدد الأنظمة المتكاملة فعليًا
- = إجمالي عدد الأنظمة

ويستخدم هذا المؤشر في تقييم البيئات الجيومكانية المؤسسية متعددة المنصات (Percivall, 2010).

2 - معدل تكرار البيانات المكانية والوصفية:

يستخدم لقياس حجم التكرار في السجلات المكانية والوصفية بين الإدارات المختلفة.

حيث:

- = معدل تكرار البيانات
- = عدد السجلات المكررة
- = إجمالي عدد السجلات

ويستخدم هذا المؤشر في تقييم كفاءة تكامل قواعد البيانات وتقليل ازدواجية البيانات داخل البيئات المؤسسية (Elmasri and Navathe, 2016).

3- مستوى تكامل البيانات:

حيث:

- = درجة توحيد الخصائص Attributes
- = درجة توافق الحقول Fields
- = درجة توافق نظم الإحداثيات Coordinate Systems

ويستخدم هذا المؤشر لتقييم تكامل البيانات المكانية والوصفية داخل قواعد البيانات الجيومكانية المؤسسية (Longley et al., 2021).

4 - معدل ازدواجية البيانات

حيث:

- = معدل ازدواجية البيانات
- = عدد السجلات المكررة
- = إجمالي السجلات

ويشير انخفاض هذا المعدل إلى تحسن جودة البيانات وكفاءة الحوكمة الجيومكانية (Samadzadegan et al., 2008).

5 - دقة التحليل المكاني :

حيث:

- = دقة التحليل المكاني
- = عدد النتائج الصحيحة
- = إجمالي النتائج

د. فخر الدين أحمد عبدالله محمد: إطار معماري لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية في البلديات وفق المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (نورا)

ويستخدم هذا المؤشر بصورة واسعة في تقييم جودة التحليل المكاني ودقة النماذج الجغرافية (Foody, 2002).

6 - زمن تنفيذ الاستعلامات المكانية المعقدة

حيث:

- = زمن تنفيذ الاستعلام
 - = زمن انتهاء التنفيذ
 - = زمن بدء التنفيذ
- كما يمكن حساب نسبة التحسن:

حيث:

- = الزمن قبل الفهارس المكانية
- = الزمن بعد الفهارس

وقد أكدت الدراسات أن Spatial Indexes تساهم في تحسين أداء الاستعلامات المكانية بصورة كبيرة (Shekhar & Chawla, 2003).

7- تقليل التكرار في إنتاج البيانات بين الإدارات :

حيث:

- = معدل تقليل التكرار
- = عدد مرات إنتاج البيانات قبل التكامل
 - = عدد مرات الإنتاج بعد التكامل

8 - تحسين مستوى التحديث الدوري للطبقات الجغرافية :

حيث:

- = معدل تحسين التحديث
- = عدد التحديثات قبل البيئة المؤسسية
- = عدد التحديثات بعد البيئة المؤسسية

ويعكس هذا المؤشر قدرة البيئة الجيومكانية المؤسسية على دعم التحديث المستمر للبيانات (ESRI, 2022)، ويرتبط هذا المؤشر بمستوى الحوكمة والتكامل المؤسسي داخل نظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية (Janssen et al., 2020).

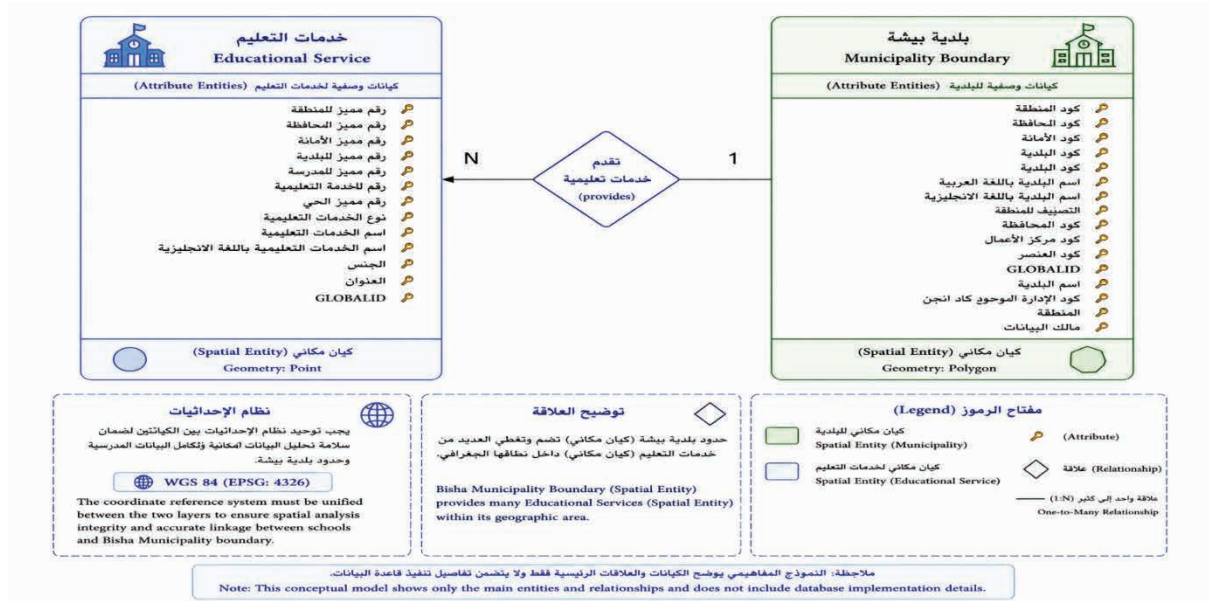
بناء منصة جيومكانية مؤسسية:

تعتمد هذه الدراسة على منهج دراسة الحالة التطبيقية (Empirical Case Study) لتصميم وتنفيذ منصة جيومكانية مؤسسية تستند إلى مبادئ العمارة المؤسسية وفق المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية نورا، ومعايير التشغيل البيئي للبيانات الجيومكانية، ودليل تأسيس وتشغيل وحدة المعلومات الجيومكانية بالجهات الحكومية (النسخة 1.0)، ومعايير البيانات الجيومكانية الوطنية (النسخة 1.0)، وإطار حوكمة البيانات الجيومكانية الوطنية. ويستند المسار المنهجي للدراسة إلى دمج نمذجة البيانات الجيومكانية، والبنية التحتية للبيانات المكانية (SDI)، والمعايير المفتوحة، بما يضمن تحقيق التكامل وقابلية التشغيل البيئي بين البيانات والأنظمة الجيومكانية المختلفة (Goodchild, 2007; Longley et al., 2015; Percivall, 2010). قد تم تطبيق الدراسة

على بلدية بيشة، من خلال مجموعة من الخطوات المنهجية المتكاملة لبناء المنصة الجيومكانية المؤسسية من خلال الخطوات التالية شكل (6):

1- نموذج متطلبات الأعمال الجيومكاني:

في هذه المرحلة تم توفير طبقتين أساسيتين (طبقة حدود بلدية بيشة: بوصفها الإطار المكاني المرجعي للدراسة (Polygon)، طبقة خدمات التعليم - مدارس، معاهد، جامعات - بوصفها تمثيلاً نقطياً (Point) للخدمات التعليمية داخل النطاق البلدي)، شكل (4).



شكل (4) النموذج المفاهيمي للكيانات والعلاقات الجيومكانية

2 - إعداد قائمة شاملة بالطبقات والكيانات الجيومكانية:

تم إعداد قائمة شاملة بالطبقات والكيانات الجيومكانية لخدمات التعليم في بلدية بيشة؛ شملت (طبقة الحدود الإدارية Administrative Boundary Layer، طبقة الخدمات التعليمية Educational Services Layer). وتمثل قائمة الطبقات الأساس لبناء النماذج المفاهيمية والمنطقية، كما تدعم تطوير نظام جيومكاني مؤسسي قادر على تحليل توزيع الخدمات التعليمية وتحسين كفاءتها المكانية. أما الكيانات تشمل (كيانات مكانية، Spatial Entities (Municipality) Boundary Educational Service -، كيانات وصفية للبلدية (Attribute Entities) - كود المنطقة، اسم المنطقة، كود الامانة، اسم الامانة، كود البلدية، اسم البلدية باللغة العربية، اسم البلدية باللغة الانجليزية، اسم المحافظة، كود المحافظة، اسم طبقة الاصل، كود المعزر GLOBALIA، اسم البلدية، كود البلدية الموحد كاد انجن، المنطقة، مالك البيانات، كيانات وصفية لخدمات التعليم (Attribute Entities)، رقم مميز للمنطقة، رقم مميز للأمانة، رقم مميز للمحافظة، رقم مميز للبلدية، رقم مميز للمدينة، رقم مميز للحي، نوع الخدمات التعليمية، اسم الخدمات التعليمية، اسم الخدمات التعليمية باللغة الانجليزية، الجنس، العنوان، GLOBALID، وتم توحيد نظام الإحداثيات بين الطبقتين لضمان سلامة التحليل المكاني ودقة الربط بين المدارس وحدود بلدية بيشة.

3- النموذج المفاهيمي الجيومكاني:

يوضح شكل (4) النموذج المفاهيمي لخدمات التعليم في بلدية بيشة، مبيّناً العلاقة بين حدود البلدية بوصفها كياناً مكانياً يمثل

د. فخر الدين أحمد عبدالله محمد: إطار معماري لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية في البلديات وفق المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (نورا)

الإطار الإداري، وخدمات التعليم بوصفها كيانات نقطية تقع داخل هذا النطاق، مع تضمين الخصائص الوصفية لكل كيان. ويعكس النموذج علاقة من نوع (N:1)، إذ تضم البلدية عدة خدمات تعليمية ضمن نطاقها الجغرافي.

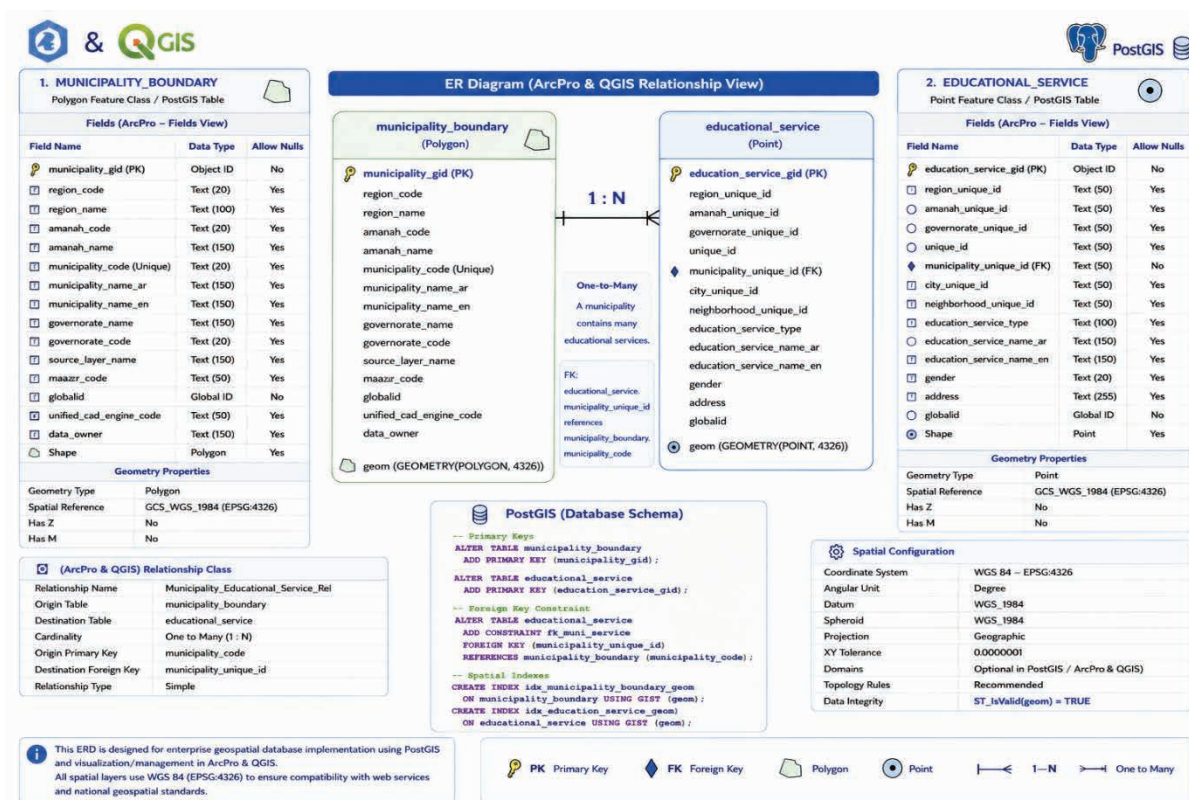
4- النموذج المنطقي الفيزيائي الجيومكاني:

يوضح شكل (5) النموذج المنطقي الجيومكاني، الذي تم إعداده من ثلاثة جداول رئيسية، إذ يمثل جدول (1) حدود بلدية بيشة بوصفه كياناً مكانياً مضلعياً، بينما يمثل جدول (2) خدمات التعليم بوصفه كياناً مكانياً نقطياً. وترتبط خدمات التعليم بحدود البلدية من خلال علاقة واحد إلى متعدد ممثلة في جدول (3)؛ حيث تضم بلدية بيشة عدة خدمات تعليمية داخل نطاقها الجغرافي. وقد صُمم النموذج المنطقي وفق بنية متوافقة مع نظم PostGIS و ArcPro و QGIS، مع تحديد الحقول باستخدام أنواع بيانات معيارية تدعم التكامل بين الأنظمة الجيومكانية المختلفة. كما تم تضمين معرفات فريدة (GlobalID) لضمان التوافق مع بيانات المنصة، إضافة إلى تعريف الهندسة المكانية باستخدام نظام الإحداثيات (WGS 84)، بما يضمن دقة التحليل المكاني ودعم خدمات الويب الجغرافية، والعلاقات التي يمثلها جدول (3).

جدول (1)

حدود بلدية بيشة

الحقل (Field)	نوع البيانات (PostGIS / Arc Pro / QGIS)	المفتاح (Key)
municipality_gid	SERIAL / ObjectID	PK
region_code	VARCHAR(20) / Text(20)	
region_name	VARCHAR(100) / Text(100)	
amanah_code	VARCHAR(20) / Text(20)	
amanah_name	VARCHAR(150) / Text(150)	
municipality_code	VARCHAR(20) / Text(20)	Unique
municipality_name_ar	VARCHAR(150) / Text(150)	
municipality_name_en	VARCHAR(150) / Text(150)	
governorate_name	VARCHAR(150) / Text(150)	
governorate_code	VARCHAR(20) / Text(20)	
source_layer_name	VARCHAR(150) / Text(150)	
maazar_code	VARCHAR(50) / Text(50)	
globalid	UUID / GlobalID	
municipality_name	VARCHAR(150) / Text(150)	
unified_cad_engine_code	VARCHAR(50) / Text(50)	
area_name	VARCHAR(150) / Text(150)	
data_owner	VARCHAR(150) / Text(150)	
geom	GEOMETRY(POLYGON, 4326) / Polygon Feature Class	Geometry



شكل (5) النموذج المنطقي الفيزيائي لقاعدة البيانات الجيومكانية المؤسسية

جدول (2)

خدمات التعليم

الحقل (Field)	نوع البيانات (PostGIS / Arc Pro / QGIS)	المفتاح (Key)
education_service_gid	SERIAL / ObjectID	PK
region_unique_id	VARCHAR(50) / Text(50)	
amanah_unique_id	VARCHAR(50) / Text(50)	
governorate_unique_id	VARCHAR(50) / Text(50)	
unique_id	VARCHAR(50) / Text(50)	
municipality_unique_id	VARCHAR(50) / Text(50)	FK
city_unique_id	VARCHAR(50) / Text(50)	
neighborhood_unique_id	VARCHAR(50) / Text(50)	
education_service_type	VARCHAR(100) / Text(100)	
education_service_name_ar	VARCHAR(150) / Text(150)	
education_service_name_en	VARCHAR(150) / Text(150)	
gender	VARCHAR(20) / Text(20)	
address	VARCHAR(255) / Text(255)	
globalid	UUID / GlobalID	
geom	GEOMETRY(POINT, 4326) / Point Feature Class	Geometry

جدول (3)

العلاقة المنطقية

نوع العلاقة (Relationship Type)	الجدول الهدف (Target Table)	الجدول المصدر (Source Table)	المفتاح الخارجي (Foreign Key)
1:N	Municipality_Boundary	Educational_Service	municipality_unique_id → municipality_code

5 - تنفيذ قاعدة البيانات الجيومكانية:

في هذه المرحلة تم تنفيذ قاعدة بيانات جيومكانية تشغيلية متكاملة كما يوضح شكل (6)، لتشكّل البنية الأساسية للنظام الجيومكاني المؤسسي، وذلك من خلال إنشاء بيئة موحدة لإدارة البيانات المكانية والوصفية وربطها ضمن إطار متكامل يدعم عمليات التحليل المكاني، وإدارة الخدمات، واتخاذ القرار. وقد شملت هذه المرحلة إنشاء جداول بلدية بيئية وجدول خدمات التعليم وفق المخطط المنطقي والفيزيائي لقاعدة البيانات، بما يضمن تنظيم البيانات الجيومكانية وربط العلاقات بين الكيانات المكانية والوصفية داخل بيئة تشغيلية متكاملة. كما تضمنت المرحلة تنفيذ عمليات إدخال البيانات من مصادر متعددة، شملت خرائط وقواعد بيانات مستكشف عسير، إلى جانب مرئيات فضائية عالية الدقة لبلدية بيئية (مرئيات القمر الصناعي WorldView-3، التي تتميز بدقة مكانية تصل إلى نحو 0.31 متر في النطاق البانكروماتي، و1.24 متر في نطاقات الأشعة المرئية وتحت الحمراء القريبة، إضافة إلى ثمانية نطاقات في الأشعة تحت الحمراء قصيرة الموجة. وتوفر هذه الخصائص قدرة مرتفعة على تمييز المعالم الحضرية وتحليل استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي واستخراج التفاصيل المكانية الدقيقة)، تم الحصول عليها من المركز الوطني السعودي لتقنية الاستشعار عن بعد بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية في عام 2025. إضافة إلى ذلك، تم إنشاء الفهارس المكانية وتحسين كفاءة تخزين البيانات واسترجاعها، بما يدعم عمليات التحليل المكاني وإنتاج الخرائط الرقمية بدقة وكفاءة عالية، إلى جانب تنفيذ عمليات تنظيف البيانات وتوحيد نظم الإحداثيات. وقد تم توظيف مجموعة من البرمجيات والتقنيات الجيومكانية المتخصصة لتنفيذ هذه المرحلة؛ حيث استُخدم كل من ArcPro و QGIS في معالجة البيانات المكانية، والتحليل المكاني، وإدارة الطبقات الجغرافية، بينما استُخدم PostgreSQL مع إضافة PostGIS في إنشاء وإدارة قاعدة البيانات الجيومكانية، وتخزين البيانات المكانية، وتنفيذ العمليات المكانية المتقدمة. كذلك تم استخدام GeoServer لنشر الخدمات الجيومكانية، مثل خدمة الخرائط على الويب (WMS) وخدمة المعالم على الويب (WFS)، وربط قاعدة البيانات بتطبيقات نظم المعلومات الجيومكانية عبر الويب (Web GIS)، ولوحات المؤشرات التفاعلية (Dashboards)، وواجهات برمجة التطبيقات (APIs). وقد انسجمت مراحل بناء قاعدة البيانات الجيومكانية المؤسسية مع النماذج التطبيقية المعتمدة في نظم خرائط الأساس، والتي تبدأ بالنموذج المفاهيمي، ثم النموذج المنطقي، فالتصميم الفيزيائي، وصولاً إلى مراحل التشغيل والتفعيل وضبط الجودة، بما يساهم في بناء بيئة جيومكانية مؤسسية متكاملة وقابلة للتحديث والتطوير المستمر.



شكل (6) منصة جيومكانية مؤسسية للبلديات

إطار حوكمة البيانات الجيومكانية المؤسسية:

يهدف إطار حوكمة البيانات الجيومكانية المؤسسية إلى تنظيم إدارة البيانات والطبقات الجيومكانية ضمن بيئة مؤسسية متكاملة تضمن جودة البيانات واتساقها وإتاحتها لدعم التخطيط المكاني وصنع القرار والتحول الرقمي. ويعتمد هذا الإطار على هيكل تنظيمي يحدد الأدوار والمسؤوليات بين الجهات المشرفة ومنتجي البيانات ومسؤولي التحديث والمستخدمين الفنيين والاستراتيجيين. ويرتكز إطار الحوكمة على مجموعة من المبادئ الأساسية، من أبرزها جمع البيانات مرة واحدة وإعادة استخدامها، وتحديد جهة مسؤولة عن كل طبقة جيومكانية، وتوحيد المعايير الفنية والتنظيمية، والحد من ازدواجية البيانات، وتعزيز مشاركة البيانات وفق سياسات الحوكمة والأمن المعلوماتي. ومن الناحية التطبيقية، لا يرتبط نجاح الحوكمة فقط بوجود السياسات والمعايير، بل بقدرة الإدارات المختلفة على الالتزام بآليات التحديث والمشاركة وتوحيد الإجراءات التشغيلية بصورة مستمرة. كما يتضمن الإطار سياسات تنظم إنتاج البيانات الجيومكانية وتصنيفها ومشاركتها وترخيصها، مع تحديد مستويات الحساسية والسرية وضوابط الوصول إلى البيانات. كذلك يدعم تطوير منصات موحدة لمشاركة البيانات الجيومكانية بما يعزز التكامل المؤسسي وكفاءة البنية التحتية الجيومكانية. ومن الجوانب الرئيسة لإطار الحوكمة اعتماد معايير موحدة لضمان جودة البيانات وتحديثها وإدارتها، بما يشمل الدقة المكانية، والجودة الموضوعية، والتطابق المنطقي، والجودة الزمنية، إضافة إلى توحيد البيانات الوصفية والأنظمة المرجعية الجيوديسية. كما يعتمد الإطار على آليات تنظيمية واضحة، مثل مصفوفة (RACI Matrix)، لتوزيع المسؤوليات وتعزيز التكامل المؤسسي ودعم تطبيقات نظم المعلومات الجيومكانية والتحليل المكاني داخل البلديات، وقد أظهرت النماذج المؤسسية الحديثة لنظم خرائط الأساس أهمية تحديد الأدوار والمسؤوليات، وبناء اتفاقيات مستوى الخدمة (SLA)، وتطوير مؤشرات الأداء المؤسسية، بما يدعم استدامة تشغيل النظام ورفع كفاءة مشاركة البيانات الجيومكانية داخل المؤسسات الحكومية، (الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية، 2025).

د. فخر الدين أحمد عبدالله محمد: إطار معماري لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية في البلديات وفق المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (نورا)

تحليل المؤشرات التشغيلية التقديرية:

أظهرت المؤشرات التشغيلية التحليلية تحسناً واضحاً بعد تطبيق البيئة الجيومكانية المؤسسية المقترحة؛ حيث ارتفع مستوى تكامل البيانات من 40% إلى 87.7% نتيجة توحيد الحقول وربط قواعد البيانات المركزية. كما أسهم استخدام الفهارس المكانية داخل PostGIS في تقليل زمن تنفيذ الاستعلامات المكانية بنسبة 72%. وعلى مستوى الحوكمة، ارتفع معدل تحديث الطبقات الجغرافية بنسبة 60%，بينما انخفض معدل تكرار إنتاج البيانات بين الإدارات بنسبة 63%. وتؤكد النتائج فاعلية البيئة الجيومكانية المؤسسية في تحسين إدارة البيانات ودعم اتخاذ القرار المكاني داخل البلديات.

جدول (4)

مؤشرات الأداء التشغيلية التقديرية قبل وبعد تطبيق البيئة الجيومكانية المؤسسية

المؤشر التشغيلي	قبل التطبيق	بعد التطبيق	نسبة التحسن
معدل ازدواجية البيانات	43%	16%	63% ↓
معدل تكرار البيانات المكانية والوصفية	46%	17%	63% ↓
كفاءة التكامل بين الأنظمة الجيومكانية	41%	84%	104% ↑
مستوى تكامل البيانات	40%	87.7%	119% ↑
زمن تنفيذ الاستعلامات المكانية المعقدة	14 ثانية	50 ثانية	72% ↓
زمن الوصول إلى البيانات	أقل من 15 دقيقة	أكثر من 3 ساعات	↑ تحسن كبير
عدد التحديثات السنوية للطبقات الجغرافية	10 تحديثاً	16 تحديثاً	60% ↑
دقة التحليل المكاني	61%	85%	39% ↑
مستوى التشغيل البيئي	منخفض	مرتفع	↑ تحسن نوعي
معدل تكرار إنتاج البيانات بين الإدارات	عملية إنتاج 14	عمليات 6	57.1% ↓
كفاءة دعم اتخاذ القرار المكاني	متوسطة	مرتفعة	↑ تحسن نوعي
WebGIS سرعة مشاركة البيانات عبر	محدودة	فورية وشبه لحظية	↑ تحسن كبير

النتائج والمناقشة:

اعتمدت الدراسة على تقييم تحليلي تقديري مقارنة بين البيئة الجيومكانية التقليدية والبيئة الجيومكانية المؤسسية المقترحة باستخدام مجموعة من المؤشرات التشغيلية المرتبطة بتكامل البيانات وزمن الوصول إلى البيانات وكفاءة الاستعلامات المكانية ومستوى التحديث وأداء التشغيل البيئي. وتشير المؤشرات التحليلية إلى أن تطبيق الإطار المعماري المقترح من المتوقع أن يساهم في تحسين كفاءة إدارة البيانات الجيومكانية وتقليل الازدواجية وتسريع الوصول إلى البيانات داخل البيئة المؤسسية. كما توضح التقديرات التحليلية أن دمج ArcPro و QGIS مع PostGIS و GeoServer يُتوقع أن يؤدي إلى تحسين كفاءة التحليل المكاني والتشغيل البيئي؛

حيث تشير التقديرات إلى إمكانية خفض زمن تنفيذ الاستعلامات المكانية بنسبة 72% عند استخدام الفهارس المكانية، كما يُتوقع أن تسهم خدمات WMS و WFS في تعزيز مشاركة البيانات داخل تطبيقات WebGIS وتحسين كفاءة تبادل المعلومات بين الإدارات المختلفة. ومن المتوقع أن ينعكس ذلك على رفع دقة التحليل المكاني وتسريع إنتاج التقارير والمؤشرات التشغيلية بما يدعم اتخاذ القرار المكاني. وتشير المؤشرات التقديرية إلى أن تطبيق قاعدة بيانات جيومكانية مركزية باستخدام PostGIS يمكن أن يسهم في تقليل ازدواجية البيانات بنسبة تقدر بنحو 63%، مع تحسين مستوى تكامل البيانات وسرعة الوصول إليها، الأمر الذي يُتوقع أن يعزز التنسيق بين الإدارات المختلفة ويرفع كفاءة إدارة الموارد والخدمات. كما توضح نتائج التقييم التقديري أن تطبيق إطار حوكمة البيانات الجيومكانية قد يسهم في خفض أخطاء البيانات بنسبة 63%، وتحسين مستوى التحديث الدوري للطبقات الجغرافية بنسبة تقارب 60%، وتقليل تكرار إنتاج البيانات بين الإدارات بنسبة 57.1%، مما يعكس الأثر المتوقع للحكومة في تحسين جودة البيانات واستدامتها. وفي المقابل، أظهرت دراسة الوضع الراهن أن البيئات التشغيلية التقليدية في البلديات ما تزال تعاني من تجزؤ البيانات وضعف التكامل والتشغيل البيني نتيجة تعدد قواعد البيانات واختلاف نظم الإحداثيات وصيغ البيانات، وهو ما يؤثر سلباً على كفاءة التحليل المكاني ودعم اتخاذ القرار المؤسسي. وتتفق هذه المؤشرات مع الأدبيات الحديثة التي تؤكد أن البيئات التشغيلية التقليدية تعاني من ضعف التكامل المؤسسي وتشتت البيانات الجيومكانية، وأن تبني البيئات الجيومكانية المؤسسية المتكاملة من المتوقع أن يسهم في تعزيز التشغيل البيني وتحسين مشاركة البيانات وتسريع الوصول إلى المعلومات. كما تشير النتائج إلى أن نجاح التحول نحو نظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية لا يعتمد على البنية التقنية وحدها، بل يرتبط أيضاً بوجود أطر حوكمة فعالة وآليات واضحة لإدارة البيانات وبناء القدرات البشرية. وتوضح الدراسة أن التحديات التنظيمية، مثل ضعف التنسيق المؤسسي وتفاوت إجراءات إدارة البيانات بين الإدارات المختلفة، قد تكون أكثر تأثيراً من التحديات التقنية، مما يبرز أهمية دمج الحوكمة المؤسسية مع البنية التقنية عند تطوير البيئات الجيومكانية المؤسسية في البلديات. وبصورة عامة، تشير نتائج التقييم التحليلي إلى أن الإطار المعماري الجيومكاني المؤسسي المقترح وفق المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (نورا)، ودليل تأسيس وتشغيل وحدة المعلومات الجيومكانية بالجهات الحكومية، ومعايير البيانات الجيومكانية الوطنية، وإطار حوكمة البيانات الجيومكانية الوطنية، يمثل مدخلاً واعداً لتعزيز التكامل المؤسسي وتحسين إدارة البيانات الجيومكانية ودعم صناعة الجيومكانية، بما يسهم في رفع كفاءة الخدمات الحكومية وتحسين جودة القرارات المكانية في البلديات.

الخاتمة والتوصيات:

خلصت الدراسة إلى أن البيئات التشغيلية التقليدية في البلديات ما تزال تعاني من تجزؤ البيانات وضعف التكامل المؤسسي نتيجة تعدد قواعد البيانات واختلاف آليات إدارة البيانات والمكانية والوصفية، مما يؤثر بصورة مباشرة على كفاءة التشغيل البيني ودقة التحليل المكاني وجودة اتخاذ القرار المؤسسي. كما أظهرت النتائج أن استمرار "جزر البيانات" وغياب الحوكمة الموحدة يمثلان أبرز التحديات التي تحد من فعالية نظم المعلومات الجيومكانية في البلديات. وأثبتت الدراسة أن نجاح نظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية لا يعتمد فقط على توفر البنية التقنية، بل يرتبط بوجود إطار معماري وحوكمي متكامل ينظم دورة حياة البيانات الجيومكانية ويعزز التكامل بين الإدارات المختلفة. وقد أظهر الإطار المعماري المقترح القائم على المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية، ودليل تأسيس وتشغيل وحدة المعلومات الجيومكانية بالجهات الحكومية، ومعايير البيانات الجيومكانية الوطنية، وإطار حوكمة البيانات الجيومكانية الوطنية، قدرة واضحة على دعم التكامل المؤسسي من خلال الربط بين طبقات الأعمال والبيانات والتطبيقات والتقنية والحوكمة ضمن بيئة تشغيلية موحدة. كما بينت النتائج أن بناء قاعدة بيانات جيومكانية مركزية باستخدام PostGIS، إلى جانب تكامل ArcGIS و QGIS و GeoServer و WebGIS، أسهم في تحسين إدارة البيانات المكانية وتقليل ازدواجية البيانات وتعزيز

كفاءة التشغيل البيئي ومشاركة البيانات الجيومكانية داخل البيئة المؤسسية. كما ساعدت مبادئ حوكمة البيانات، مثل توحيد المعايير وجمع البيانات مرة واحدة وإعادة استخدامها، في تحسين جودة البيانات ورفع كفاءة الأداء المؤسسي. وفي المقابل، كشفت الدراسة أن التحديات التنظيمية، مثل ضعف التنسيق المؤسسي ومحدودية الكفاءات البشرية وغياب السياسات الموحدة لإدارة البيانات، تمثل عوامل أكثر تأثيراً من التحديات التقنية في نجاح التحول نحو البيئات الجيومكانية المؤسسية. وتتمثل الإضافة العلمية للدراسة في تقديم إطار معماري متكامل يربط بين مفاهيم نظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية والبنية المؤسسية والحوكمة الجيومكانية ضمن نموذج موحد قائم على نورا، بما يدعم التحول الرقمي والتخطيط الحضري وإدارة الخدمات في البلديات. وبناءً على ذلك، توصي الدراسة بتبني أطر جيومكانية مؤسسية متكاملة قائمة على التكامل بين البيانات والتطبيقات والحوكمة، مع تعزيز سياسات إدارة البيانات المكانية وتطوير الكفاءات البشرية المتخصصة. كما توصي بتوسيع تطبيق النموذج المقترح في قطاعات حضرية وخدمية أخرى، وإجراء دراسات مستقبلية تعتمد على قياسات تشغيلية وتجريبية مباشرة لتقييم أثر نظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية على الأداء المؤسسي والاستدامة الحضرية.

محددات الدراسة

تخضع نتائج هذه الدراسة لعدد من المحددات المرتبطة بطبيعة الدراسة ومنهجيتها ونطاقها التطبيقي. فقد اقتصر التطبيق العملي للإطار المعماري المقترح على بلدية بيشة بوصفها دراسة حالة للبلديات، الأمر الذي قد يحد من إمكانية تعميم النتائج بصورة مباشرة على جميع البلديات أو المؤسسات الحكومية ذات الخصائص التنظيمية المختلفة. اقتصرَت الدراسة على توظيف البيانات الأساسية لخدمات التعليم والحدود الإدارية كحالة تطبيقية لاختبار الإطار المعماري الجيومكاني المؤسسي المقترح، دون التوسع في البيانات التشغيلية والتاريخية والتحليلية المرتبطة بالقطاع التعليمي، أوفي القطاعات الخدمية الأخرى للبلديات. وعليه، فإن نتائج الدراسة تعكس فاعلية الإطار المقترح في بيئة تطبيقية محددة، مع إمكانية توسيع نطاقه مستقبلاً ليشمل بيانات أكثر تفصيلاً وقطاعات خدمية متنوعة مثل النقل والصحة والبنية التحتية والخدمات البيئية. كذلك تأثرت الدراسة بدرجات متفاوتة من جاهزية البيانات وتباين مستويات التحديث والدقة بين مصادر البيانات المختلفة، مما استلزم تنفيذ عمليات معالجة وتوحيد إضافية قبل دمجها داخل البيئة الجيومكانية المؤسسية. ومن ناحية منهجية، استند تقييم أثر الإطار المعماري إلى مؤشرات تشغيلية وتحليلية تقديرية مستمدة من البيئة التطبيقية للدراسة، ولم يشمل تطبيقاً طويل الأمد لقياس الأداء المؤسسي خلال فترات زمنية ممتدة، ومن المحددات المنهجية للدراسة أن النتائج الرقمية الواردة في قسم النتائج والمناقشة تمثل أرقاماً تقديرية مستندة إلى المقارنة بين خصائص البيئة الجيومكانية التقليدية والبيئة الجيومكانية المؤسسية المقترحة، وإلى المعايير والمؤشرات المستخلصة من الأدبيات العلمية ومتطلبات التصميم المعماري للنظام، ولا تمثل قياسات تشغيلية ميدانية طويلة ناتجة عن تطبيق فعلي ممتد للإطار المقترح. وعليه، فإن هذه المؤشرات تعكس الأثر المتوقع لتطبيق الإطار المعماري الجيومكاني المؤسسي أكثر من كونها قياساً تشغيلية نهائية قابلة للتعميم المباشر. كما ركزت الدراسة على جوانب الحوكمة والمعمارية والتقنية لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية، دون التوسع في الجوانب الاقتصادية التفصيلية أو قياس العائد الاستثماري لصناعة الجيومكانية في البلديات. وعلى الرغم من هذه المحددات، فإن الدراسة توفر إطاراً علمياً وتطبيقياً يمكن البناء عليه وتطويره في دراسات مستقبلية تشمل قطاعات خدمية أوسع وبيئات مؤسسية مختلفة.

الدراسات المستقبلية:

على الرغم من أن الدراسة قدمت إطاراً معمارياً متكاملًا لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية في البلديات وفق المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (نورا)، ودليل تأسيس وتشغيل وحدة المعلومات الجيومكانية بالجهات الحكومية، ومعايير البيانات الجيومكانية الوطنية،

وإطار حوكمة البيانات الجيومكانية الوطنية، فإن هناك عددًا من المسارات البحثية التي يمكن أن تسهم في تطوير هذا المجال مستقبلاً. ومن أبرزها استكمال التطبيق الحالي من خلال توسيع نطاق البيانات التعليمية المستخدمة داخل البيئة الجيومكانية المؤسسية بحيث تشمل البيانات التشغيلية ومؤشرات الأداء التعليمية، مثل أعداد الطلاب والمعلمين والكثافة الطلابية والطاقة الاستيعابية ومؤشرات الجودة التعليمية، بما يدعم التحليل المكاني المتقدم والتخطيط التعليمي القائم على البيانات. كما يمكن أن تتناول الدراسات المستقبلية تطبيق الإطار المعماري المقترح في قطاعات أخرى مثل النقل الذكي والصحة والبنية التحتية والخدمات البلدية الأخرى وإدارة المخاطر والكوارث، إضافة إلى تطوير نماذج متقدمة لحوكمة البيانات الجيومكانية وقياس نضج البيئات الجيومكانية المؤسسية. ويوصى أيضاً بإجراء دراسات مقارنة بين البلديات في بيئات جغرافية وتنظيمية مختلفة للتحقق من قابلية تعميم الإطار المقترح وتقييم أثره على مؤشرات الأداء المؤسسي والتحول الرقمي. كما تبرز الحاجة إلى إجراء دراسات تطبيقية طويلة الأمد تعتمد على بيانات تشغيلية حقيقية ومحدثة لقياس أثر الإطار المعماري المقترح في بيئات مؤسسية فعلية، والتحقق من نتائج المؤشرات التقديرية الواردة في هذه الدراسة، وتقييم انعكاساته على كفاءة إدارة البيانات الجيومكانية والتكامل المؤسسي ودعم اتخاذ القرار المكاني باستخدام مؤشرات أداء قابلة للقياس والمقارنة. ومن جهة أخرى، تبرز الحاجة إلى دراسة تكامل تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والبيانات الضخمة وإنترنت الأشياء مع البيئات الجيومكانية المؤسسية لدعم التحليل التنبؤي واتخاذ القرار المكاني الذكي. كما تمثل دراسة دور الأطر المعمارية الجيومكانية المؤسسية في دعم صناعة الجيومكانية وتعزيز التكامل بين البنى التحتية الوطنية للبيانات المكانية والخدمات الجيومكانية الحكومية أحد المسارات البحثية الواعدة لدعم التنمية المستدامة والتحول الرقمي.

د. فخر الدين أحمد عبدالله محمد: إطار معماري لنظم المعلومات الجيومكانية المؤسسية في البلديات وفق المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (نورا)

قائمة المراجع

المراجع العربية:

أمانة منطقة عسير. (د.ت.). مستكشف عسير [منصة خرائط جيومكانية تفاعلية]. تم الاسترجاع في 23 مايو 2026، من [https://](https://GeoExplorer_Asir/sa.gov.ars.mapservice/)

[/GeoExplorer_Asir/sa.gov.ars.mapservice](https://GeoExplorer_Asir/sa.gov.ars.mapservice/)

الحري، ت. د. & الراعي، ر. ع. (2025). دور الحكومة الرقمية تدعمها الجهات الحكومية الناشئة لتفعيل التحول: دراسة حالة الحكومة الرقمية

الرقمية السعودية. مجلة دراسات وتكنولوجيا المعلومات، 2025 (1)، <https://doi.org/10.5339/jist.2025.7.7>

الهيئة العامة للإحصاء. (2025). تعداد سكان بيشة 2023 [مجموعة بيانات جيومكانية غير منشورة بصيغة Shapefile مقدمة إلى قسم العلوم البيئية، كلية العلوم، جامعة بيشة].

الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية. (2025a). دليل تأسيس وتشغيل وحدة المعلومات الجيومكانية بالجهات الحكومية (النسخة 1.0).

<https://www.geoportal.sa/Geoportal/standards>

الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية. (2025b). معايير البيانات الجيومكانية الوطنية (النسخة 1:0)

<https://www.geoportal.sa/Geoportal/standards>

الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية. (2025c). إطار حوكمة البيانات الجيومكانية الوطنية (النسخة 2.0)، [https://www.](https://www.geoportal.sa/Geoportal/framework)

[geoportal.sa/Geoportal/framework](https://www.geoportal.sa/Geoportal/framework)

هيئة الحكومة الرقمية. (2026). الدليل الاستراتيجي لتطبيق المنهجية الوطنية للبنية المؤسسية (الإصدار 1.0)،

وثيقة رقم 1-DGA-2-5-230. [https://dga.gov.sa/sites/default/files/2026-](https://dga.gov.sa/sites/default/files/2026-D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%84%D9%8A%D9%84%20%D8%A7%D9%84%03)

[D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%84%D9%8A%D9%84%20%D8%A7%D9%84%03](https://dga.gov.sa/sites/default/files/2026-D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%84%D9%8A%D9%84%20%D8%A7%D9%84%03)

[%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D8%B1%D8%B4%D8%A7%D8%AF%D9%8A%20](https://dga.gov.sa/sites/default/files/2026-D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%84%D9%8A%D9%84%20%D8%A7%D9%84%03)

[%D9%84%D8%AA%D8%B7%D8%A8%D9%8A%D9%82%20%D8%A7%D9%84%D9%](https://dga.gov.sa/sites/default/files/2026-D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%84%D9%8A%D9%84%20%D8%A7%D9%84%03)

[85%D9%86%D9%87%D8%AC%D9%8A%D8%A9%20%D8%A7%D9%84%D9%88%D8](https://dga.gov.sa/sites/default/files/2026-D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%84%D9%8A%D9%84%20%D8%A7%D9%84%03)

[%B7%D9%86%D9%8A%D8%A9%20%D9%84%D9%84%D8%A8%D9%86%D9%8A%D](https://dga.gov.sa/sites/default/files/2026-D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%84%D9%8A%D9%84%20%D8%A7%D9%84%03)

[8%A9%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%A4%D8%B3%D8%B3%D9%8A%D8%A9](https://dga.gov.sa/sites/default/files/2026-D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%84%D9%8A%D9%84%20%D8%A7%D9%84%03)

[-V1_0.pdf](https://dga.gov.sa/sites/default/files/2026-D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%84%D9%8A%D9%84%20%D8%A7%D9%84%03)

هيئة المساحة السودانية. (2021). العرض الفني لمشروع تفعيل وتطبيق خريطة الأساس القومية للسودان: بناء وتفعيل وتشغيل مركز خريطة الأساس

القومية. وزارة المالية والتخطيط الاقتصادي، جمهورية السودان.

هيئة المساحة السودانية. (2022). نظام خريطة الأساس القومية للسودان.

وزارة الشؤون البلدية والقروية. (د.ت.). استراتيجية التنمية العمرانية لمنطقة عسير: تقارير المستوى شبه الإقليمي - محافظة بيشة.

Arabic references:

- Amanat Mintaqat 'Asir. (n.d.). *Mustakshif 'Asir* [Interactive geospatial mapping platform]. Retrieved May 23, 2026, from https://mapservice.ars.gov.sa/Asir_GeoExplorer
- alharbia, t. da. & alraabighi, ra. ea. (2025). dawr alhukumat alraqamiat wadaemiha liljihah alhukumiat fi tabaniy altaqniaat alnaashiat litafeil altahawul alraqmii: dirasat halat hayyat alhukumat alraqamiat alsaeudiati. majalat dirasat almaelumat waltiknlujia.
- Al-Hay'ah al-'Ammah lil-Ihsa'. (2025). *Ta'dad sukkah Bisha 2023* [Bisha population census 2023] [Unpublished geospatial dataset in Shapefile format provided to the Department of Environmental Sciences, College of Science, University of Bisha].
- Al-Hay'ah al-'Ammah lil-Masahah wa-al-Ma'lumat al-Jumkaniyyah. (2025a). *Dalil ta'sis wa-tashghil wahdat al-ma'lumat al-jumkaniyyah bi-al-jihat al-hukumiyyah* [Guide for establishing and operating a geospatial information unit in government entities] (Version 1.0). <https://www.geoportal.sa/Geoportal/Geospatial-Unit>
- Al-Hay'ah al-'Ammah lil-Masahah wa-al-Ma'lumat al-Jumkaniyyah. (2025b). *Ma'ayir al-bayanat al-jumkaniyyah al-wataniyyah* [National geospatial data standards] (Version 1.0). <https://www.geoportal.sa/Geoportal/standards>
- Al-Hay'ah al-'Ammah lil-Masahah wa-al-Ma'lumat al-Jumkaniyyah. (2025c). *Itar hawkamah al-bayanat al-jumkaniyyah al-wataniyyah* [National geospatial data governance framework] (Version 2.0). <https://www.geoportal.sa/Geoportal/framework>
- Hay'at al-Hukumah al-Raqmiyyah. (2026). *Al-dalil al-istirshadi li-tatbiq al-manhajiiyyah al-wataniyyah lil-binyah al-mu'assasiyyah* [Guideline for implementing the National Enterprise Architecture Methodology] (Version 1.0, Document No. DGA-1-2-5-230). https://dga.gov.sa/sites/default/files/2026-03/%D8%A7%D9%84%D8%AF%D9%84%D9%8A%D9%84%20%D8%A7%D9%84%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D8%B1%D8%B4%D8%A7%D8%AF%D9%8A%20%D9%84%D8%AA%D8%B7%D8%A8%D9%8A%D9%82%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%86%D9%87%D8%AC%D9%8A%D8%A9%20%D8%A7%D9%84%D9%88%D8%B7%D9%86%D9%8A%D8%A9%20%D9%84%D9%84%D8%A8%D9%86%D9%8A%D8%A9%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%A4%D8%B3%D8%B3%D9%8A%D8%A9-V1_0.pdf
- hayyat almisahat alsuwdaniati. (2022). nizam kharitat al'asas alqawmiat lilsuwdan. jumhuriat alsuwdan
- hayyat almisahat alsuwdaniati. (2021). aleard alfaniyu limashrue tafeil watatbiq kharitat al'asas alqawmiat lilsuwdan: bina' watafeil watashghil markaz kharitat al'asas alqawmiati. wizarat almaliat waltakhtit alaiqtisadii, jumhuriat alsuwdan
- Wizarat al-Shu'un al-Baladiyyah wa-al-Qarawiyyah. (n.d.). *Istiratiijiyyat al-tanmiyah al-'umraniyyah li-mintaqat 'Asir: Taqarrir al-mustawa shibh al-iqlimi—Muhafazat Bisha* [Urban development strategy for the Asir Region: Subregional-level reports—Bisha Governorate].

References:

- Almontshery, M., & Jamalallail, A. (2019). Enterprise GIS for smart city infrastructure and digital urban management. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(5), 145–154.
- Batty, M. (2013). *The new science of cities*. MIT Press.
- Berkeley GIS Master Plan. (2017). *Enterprise GIS strategic roadmap and implementation framework*. City of Berkeley.
- Chen, P. P.-S. (1976). The entity-relationship model—Toward a unified view of data. *ACM Transactions on Database Systems*, 1(1), 9–36. <https://doi.org/10.1145/320434.320440>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). Sage.
- Elmasri, R., & Navathe, S. B. (2016). *Fundamentals of database systems* (7th ed.). Pearson.
- ESRI. (2022). *ArcGIS Pro documentation*.
- Foody, G. M. (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80(1), 185–201.

- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69 (4), 211–221.
- Goodchild, M. F. (2018). Reimagining the history of GIS. *Annals of GIS*, 24(1), 1–8.
- Janssen, M., Charalabidis, Y., & Zuiderwijk, A. (2012). Benefits, adoption barriers and myths of open data and open government. *Information Systems Management*, 29(4), 258–268.
- Janssen, M., Brous, P., Estevez, E., Barbosa, L. S., & Janowski, T. (2020). Data governance: Organizing data for trustworthy Artificial Intelligence. *Government Information Quarterly*, 37(3), Article 101493.
- Khadanga, G. (2017). Open-source WebGIS framework for e-governance applications using GeoServer and PostGIS. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8(5), 1200–1205.
- Kitchin, R. (2021). The data-driven smart city: Urban big data and governance. *GeoJournal*, 86(4), 1763–1774.
- Li, X., Zhang, Y., & Wang, J. (2023). Enterprise architecture frameworks for digital government transformation. *Government Information Quarterly*, 40(2), 101782.
- Lnenicka, M., & Komarkova, J. (2020). Developing a government enterprise architecture framework to support digital transformation. *Transforming Government: People, Process and Policy*, 14(3), 495–516.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2021). *Geographic information systems and science* (5th ed.). Wiley.
- Mehta, P. (2025). Institutional geospatial transformation in medium-sized local governments. *Urban Informatics Review*, 6(1), 44–61.
- Open Geospatial Consortium. (2019). *OGC standards and supporting documents*. Open Geospatial Consortium.
- Percivall, G. (2010). The application of open standards to enhance the interoperability of geospatial information systems. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 5, 137–151.
- Samadzadegan, F., Rajabifard, A., & Williamson, I. (2008). Enterprise GIS for municipal management and integrated urban services. *GIM International*, 22(3), 18–23.
- Samsudin, S., Hasan, S., & Abdullah, A. (2019). Challenges of enterprise GIS implementation in municipal councils. *International Journal of Geo-Information*, 8(11), 490.
- Sharma, P., & Sharma, R. (2017). WebGIS applications in e-government and urban service delivery. *International Journal of Computer Applications*, 161(10), 20–27.
- Shekhar, S., & Chawla, S. (2003). *Spatial databases: A tour*. Prentice Hall.
- Steiniger, S., & Hunter, A. J. S. (2013). The 2012 free and open source GIS software map: A guide to facilitate research, development, and adoption. *Computers, Environment and Urban Systems*, 39, 136–150.
- Yin, C., Xiong, Z., Chen, H., Wang, J., Cooper, D., & David, B. (2021). A literature survey on smart cities and cloud-based geospatial infrastructures. *IEEE Access*, 9, 14560–14574.
- Zhao, P., & Zhu, X. (2021). Geospatial decision-support systems for municipal service management. *Sustainable Cities and Society*, 68, 102769.

Biographical Statement

Dr.Fakhar Eddin Ahmed Abdalla Mohemad / Associate/Professor of Geographic information systems for transportation.in the Department of Environmental Sciences, College of Science, University of Bisha. Dr. **Fakhar Eddin** received his PhD degree in2005() from University of Khartoum & Qatar University. His research interests include Geographic Information Science

معلومات عن الباحث

د.فخرالدين أحمد عبدالله محمد، أستاذ مشارك نظم المعلومات الجغرافية للنقل. في قسم العلوم البيئة، بكلية العلوم، في جامعة بيشة، (المملكة العربية السعودية). حاصل على درجة الدكتوراه في نظم المعلومات الجغرافية للنقل. من جامعة الخرطوم وجامعة قطر عام 2005، تدور اهتماماته البحثية حول قضايا علم المعلومات الجغرافية.

Email: faabdalla@ub.edu.sa. & fakhir2004fakhir2004@gmail.com