DELMAR INTERNATIONAL

FOR UNDERADUATE AND POSTGRADUATE

PROFESSIONAL STUDIES COLLEGELTD

Professional Research

The role of geographic information systems based on survey data in managing infrastructure networks in major projects.

The Researcher

Mahmoud Mohamed Farag Elseadawy

Supervisor

Committee for research and advanced professional studies

2026

رسالة بحثية بعنوان

دور نظم المعلومات الجغرافية المعتمدة على البيانات المساحية في إدارة شبكات البنية التحتية بالمشروعات الكبرى .

اسم الباحث

محمود محمد فرج السعداوى .

المقدمة:

تشهد المشروعات الكبرى للبنية التحتية في العصر الحديث تطورًا متسارعًا من حيث الحجم، والتعقيد، وتعدد الجهات المعنية بتنفيذها وتشغيلها وصيانتها، الأمر الذي فرض تحديات كبيرة على أساليب التخطيط والإدارة التقليدية. فقد أصبحت شبكات البنية التحتية – مثل شبكات المياه والصرف الصحي، والكهرباء، والاتصالات، والطرق، وخطوط الغاز – عناصر مترابطة ضمن منظومة مكانية معقدة تتطلب أدوات متقدمة قادرة على استيعاب العلاقات المكانية والوظيفية فيما بينها، وضمان كفاءة إدارتها واستدامتها على المدى الطويل.

وفي هذا السياق، برزت نظم المعلومات الجغرافية (GIS) كإحدى أهم التقنيات الحديثة الداعمة لعمليات التخطيط والإدارة المتكاملة لشبكات البنية التحتية، لما توفره من قدرات عالية في جمع البيانات المكانية والوصفية، وتحليلها، وتكاملها، وعرضها بصور متعددة تدعم متخذي القرار في مختلف المراحل. وتزداد أهمية نظم المعلومات الجغرافية عندما تعتمد على البيانات المساحية الدقيقة، التي تمثل الأساس الحقيقي لأي نظام مكاني موثوق، حيث تضمن الدقة المكانية والمرجعية الجغرافية السليمة لجميع عناصر الشبكات والبنى التحتية المرتبطة بها.

وتُعد البيانات المساحية، الناتجة عن أعمال الرفع المساحي الأرضي، والتصوير الجوي، والاستشعار عن بعد، وتقنيات المسح ثلاثي الأبعاد، عنصرًا محوريًا في بناء قواعد بيانات جغرافية متكاملة. إذ تتيح هذه البيانات تمثيل الواقع المكاني بدقة عالية، بما يشمل مواقع الشبكات، وأعماقها، وأبعادها، وحالتها التشغيلية، وعلاقتها بالعناصر الطبيعية والعمرانية المحيطة. ومن ثم، فإن دمج هذه البيانات ضمن نظم المعلومات الجغرافية يتيح إنشاء نماذج مكانية متقدمة تدعم إدارة شبكات البنية التحتية بكفاءة وفاعلية.

وتواجه إدارة شبكات البنية التحتية في المشروعات الكبرى العديد من الإشكاليات، من أبرزها: تداخل الشبكات تحت سطح الأرض، صعوبة تحديث البيانات، ضعف التنسيق بين الجهات المنفذة والمشغلة، ارتفاع تكاليف الصيانة الطارئة، وتأثير الأعطال على السلامة العامة واستمرارية الخدمات. وهنا يظهر الدور الحيوي لنظم المعلومات الجغرافية المعتمدة على البيانات المساحية في تحقيق التكامل بين البيانات المكانية والهندسية والتشغيلية، بما يسمح بتحليل المشكلات قبل وقوعها، والتنبؤ بالأعطال المحتملة، وتخطيط أعمال الصيانة وفق أسس علمية دقيقة.

كما تسهم هذه النظم في دعم مراحل دورة حياة المشروع المختلفة، بدءًا من مرحلة التخطيط والتصميم، مرورًا بمرحلة التنفيذ، ووصولًا إلى مرحلة التشغيل والصيانة. ففي مرحلة التخطيط، تساعد نظم المعلومات الجغرافية في اختيار المسارات المثلى للشبكات، وتقييم البدائل المختلفة بناءً على معايير مكانية وبيئية واقتصادية. أما في مرحلة التنفيذ، فتسهم في متابعة الأعمال ميدانيًا، وضبط الجودة، وتوثيق الوضع القائم (As-Built). وفي مرحلة التشغيل والصيانة، توفر قاعدة بيانات ديناميكية تُحدَّث باستمرار، بما يدعم سرعة الاستجابة للأعطال، وترشيد النفقات، وتحسين مستوى الخدمات المقدمة.

وتتزايد أهمية هذا الموضوع في ظل التوجه العالمي نحو المدن الذكية والتنمية المستدامة، حيث تمثل نظم المعلومات الجغرافية أحد الركائز الأساسية للتحول الرقمي في إدارة المرافق والبنية التحتية. إذ تسهم في تعزيز كفاءة استخدام الموارد، وتقليل الفاقد، وتحسين السلامة، ودعم اتخاذ القرار المبني على البيانات، بما يتماشى مع أهداف التنمية المستدامة والرؤى الوطنية للدول.

وانطلاقًا مما سبق، تأتي هذه الرسالة لتسليط الضوء على دور نظم المعلومات الجغرافية المعتمدة على البيانات المساحية في إدارة شبكات البنية التحتية بالمشروعات الكبرى، من خلال دراسة

الإطار النظري والتطبيقي لهذه النظم، وتحليل مدى إسهامها في تحسين كفاءة الإدارة، ودقة القرار، واستدامة الشبكات. كما تسعى الرسالة إلى إبراز التحديات التي تواجه تطبيق هذه النظم، واقتراح آليات لتطويرها وتعظيم الاستفادة منها في بيئات المشروعات الكبرى.

مشكلة الدراسة :

على الرغم من التطور الكبير الذي شهدته تقنيات نظم المعلومات الجغرافية وتنامي الاعتماد عليها في مجالات متعددة، إلا أن واقع إدارة شبكات البنية التحتية في المشروعات الكبرى لا يزال يعاني من العديد من الإشكاليات المرتبطة بضعف توظيف هذه التقنيات بصورة متكاملة، وبخاصة تلك المعتمدة على البيانات المساحية الدقيقة. إذ تعتمد العديد من الجهات المنفذة والمشغلة لشبكات البنية التحتية على قواعد بيانات تقليدية أو مجزأة، تفتقر إلى الدقة المكانية والتحديث المستمر، مما يؤدي إلى وجود فجوة واضحة بين الواقع الفعلي للشبكات على الأرض والبيانات المتاحة عنها داخل نظم الإدارة المختلفة.

وتتمثل مشكلة الدراسة في أن غياب التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية والبيانات المساحية الموثوقة يؤدي إلى ضعف كفاءة إدارة شبكات البنية التحتية، سواء في مراحل التخطيط أو التنفيذ أو التشغيل والصيانة، الأمر الذي ينعكس سلبًا على جودة الخدمات، ويرفع من معدلات الأعطال، ويزيد من تكاليف الصيانة الطارئة، فضلًا عن المخاطر المحتملة الناتجة عن تداخل الشبكات وعدم وضوح مواقعها وأعماقها. كما أن محدودية الاستفادة من الإمكانات التحليلية المتقدمة لنظم المعلومات الجغرافية، مثل التحليل المكاني والنمذجة والتنبؤ، تسهم في اتخاذ قرارات تعتمد في كثير من الأحيان على الخبرة الشخصية أو البيانات غير المكتملة، بدلًا من الاعتماد على بيانات مكانية دقيقة ومتكاملة.

وتزداد حدة هذه المشكلة في المشروعات الكبرى نظرًا لتعدد الأطراف المعنية، وتشابك شبكات المرافق، واتساع النطاق الجغرافي للمشروعات، ما يجعل إدارة هذه الشبكات باستخدام الأساليب التقليدية أمرًا بالغ الصعوبة. ومن هنا تبرز الحاجة الملحة إلى دراسة دور نظم المعلومات الجغرافية

المعتمدة على البيانات المساحية في معالجة هذه الإشكاليات، وتحديد مدى قدرتها على تحسين كفاءة إدارة شبكات البنية التحتية، وسد الفجوة القائمة بين البيانات المساحية والقرارات الإدارية في بيئة المشروعات الكبرى.

أهمية الدراسة :

تنبع أهمية هذه الدراسة من الأهمية المتزايدة التي تحتلها شبكات البنية التحتية باعتبارها العمود الفقري للتنمية الاقتصادية والعمرانية في المشروعات الكبرى، ومن الدور المحوري الذي يمكن أن تؤديه نظم المعلومات الجغرافية المعتمدة على البيانات المساحية في رفع كفاءة إدارتها واستدامتها. إذ تسهم الدراسة في تعميق الفهم العلمي للعلاقة بين دقة البيانات المساحية وكفاءة نظم المعلومات الجغرافية، ومدى انعكاس ذلك على تحسين عمليات التخطيط والتنفيذ والتشغيل والصيانة لشبكات البنية التحتية.

وتكتسب الدراسة أهميتها العلمية من كونها تسهم في إثراء الأدبيات البحثية في مجال نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها في إدارة البنية التحتية، من خلال تقديم إطار نظري وتحليلي يوضح آليات دمج البيانات المساحية داخل نظم المعلومات الجغرافية، وبيان أثر هذا الدمج على جودة القرار الإداري في المشروعات الكبرى. كما تبرز الدراسة الجوانب التطبيقية لهذه النظم، وتوضح إمكاناتها في معالجة المشكلات الواقعية التي تواجه الجهات المعنية بإدارة شبكات المرافق.

أما من الناحية التطبيقية، فتتمثل أهمية الدراسة في كونها تقدم رؤية عملية يمكن أن تسهم في تطوير نظم إدارة شبكات البنية التحتية، ودعم متخذي القرار بأدوات تحليل مكانية دقيقة تساعد على تقليل الأعطال، وترشيد تكاليف التشغيل والصيانة، وتحسين مستوى الخدمات المقدمة. كما تدعم نتائج الدراسة التوجه نحو التحول الرقمي والاعتماد على الحلول الذكية في إدارة المشروعات الكبرى، بما ينسجم مع متطلبات التنمية المستدامة، ويعزز كفاءة استغلال الموارد، ويحسن مستوى السلامة العامة وجودة الحياة.

أهداف الدراسة :

- إبراز دور نظم المعلومات الجغرافية المعتمدة على البيانات المساحية في إدارة شبكات البنية التحتية بالمشروعات الكبرى.
- تحليل واقع استخدام نظم المعلومات الجغرافية في إدارة شبكات البنية التحتية وتحديد أوجه القصور القائمة.
- تقييم أثر دقة البيانات المساحية على كفاءة نظم المعلومات الجغرافية في دعم اتخاذ القرار.
- دراسة مدى إسهام نظم المعلومات الجغرافية في تحسين عمليات التخطيط والتنفيذ والتشغيل والصيانة لشبكات البنية التحتية.
- تحديد متطلبات بناء قواعد بيانات مساحية متكاملة لدعم نظم المعلومات الجغرافية في المشروعات الكبرى.

فروض وتساؤلات الدراسة :

فروض الدراسة

- يسهم الاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية المعتمدة على البيانات المساحية في تحسين كفاءة إدارة شبكات البنية التحتية في المشروعات الكبرى.
- تؤثر دقة وتكامل البيانات المساحية تأثيرًا مباشرًا في جودة مخرجات نظم المعلومات الجغرافية المستخدمة في إدارة شبكات البنية التحتية.
- يحد استخدام نظم المعلومات الجغرافية من مشكلات تداخل شبكات المرافق ويعزز من سلامة الأعمال التنفيذية والتشغيلية.
- يدعم تطبيق نظم المعلومات الجغرافية اتخاذ القرار في مراحل التخطيط والتنفيذ والتشغيل والصيانة لشبكات البنية التحتية.
- يسهم التكامل بين البيانات المساحية والنظم الجغرافية في تقليل الأعطال ورفع كفاءة أعمال الصيانة في المشروعات الكبرى.

تساؤلات الدراسة

- ما الدور الذي تؤديه نظم المعلومات الجغرافية المعتمدة على البيانات المساحية في إدارة شبكات البنية التحتية بالمشروعات الكبرى؟
- إلى أي مدى تسهم دقة البيانات المساحية في تحسين كفاءة نظم المعلومات الجغرافية المستخدمة في هذا المجال؟
- كيف يمكن لنظم المعلومات الجغرافية أن تسهم في الحد من مشكلات تداخل شبكات البنية التحتية؟

- ما مدى فاعلية نظم المعلومات الجغرافية في دعم اتخاذ القرار خلال مراحل دورة حياة مشروعات البنية التحتية؟

منهج الدراسة :

تم استخدام **المنهج التحليلي الوصفي** لمعرفة " دور نظم المعلومات الجغرافية المعتمدة على البيانات المساحية في إدارة شبكات البنية التحتية بالمشروعات الكبرى" .

حدود الدراسه :

الحدود المكانية : الوطن العربي .

الحدود الزمانية : 2009-2026.

خطـة الدراسة :

سوف تنتظم خطة الدراسه على النحو التالى عدة فصول وعدة مباحث ومطالب وخاتمة كما يلى

الفصل الأول: الإطار النظري والمفاهيم العلمية .

المبحث الأول: نظم المعلومات الجغرافية – (GIS) المفهوم والأهمية

أولا: مفهوم نظم المعلومات الجغرافية وتطورها التاريخي

ثانيا: مكونات نظم المعلومات الجغرافية ووظائفها الأساسية

ثالثا: أهمية نظم المعلومات الجغرافية في التخطيط وإدارة المشروعات الكبرى

المبحث الثاني: البيانات المساحية ودورها في نظم المعلومات الجغرافية

أولا: مفهوم البيانات المساحية وأنواعها .

ثانيا: مصادر جمع البيانات المساحية وتقنيات المسح الحديثة

ثالثا: أهمية دقة البيانات المساحية في بناء قواعد بياناتGIS

الفصل الثاني: دور نظم المعلومات الجغرافية المعتمدة على البيانات المساحية في إدارة شبكات البنية التحتية

المبحث الأول: تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في إدارة شبكات البنية التحتية

أولا: دور GIS في تخطيط وتصميم شبكات البنية التحتية

ثانيا: استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تشغيل وصيانة الشبكات

ثالثا: دعم نظم المعلومات الجغرافية لاتخاذ القرار في المشروعات الكبرى

المبحث الثاني: التحديات والآفاق المستقبلية لاستخدام GIS في إدارة البنية التحتية

أولا: التحديات التقنية والإدارية في تطبيق نظم المعلومات الجغرافية

ثانيا: أثر تكامل GIS مع التقنيات الحديثة (BIM، الاستشعار عن بعد، الذكاء الاصطناعي)

ثالثا: الآفاق المستقبلية لتطوير نظم المعلومات الجغرافية في إدارة شبكات البنية التحتية

المبحث الثالث : الخرائط الذكيه Smart Maps

أولا: خصائص الخرائط الذكيه Smart Maps .

ثانيا: مقارنة تحديث الخرائط بين نظم المعلومات الجغرافيه(GIS) والطرق التقليدية .

ثالثا: معامل الارتباط الذاتي المكاني .

الخاتمة :

في ضوء ما تناولته هذه الدراسة، يتضح أن نظم المعلومات الجغرافية المعتمدة على البيانات المساحية تمثل أحد الركائز الأساسية في إدارة شبكات البنية التحتية بالمشروعات الكبرى، لما توفره من قدرة عالية على تنظيم البيانات المكانية، وتحليلها، وربطها بالبيانات الوصفية بما يخدم عمليات التخطيط والتنفيذ والمتابعة. فقد أسهم التطور المتسارع في تقنيات نظم المعلومات الجغرافية في إحداث نقلة نوعية في أساليب إدارة البنية التحتية، من خلال الانتقال من النظم التقليدية المحدودة إلى نظم ذكية قائمة على التحليل المكاني الدقيق ودعم اتخاذ القرار.

وأظهرت الدراسة أن الاعتماد على البيانات المساحية الدقيقة يشكل الأساس الحقيقي لنجاح تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، إذ إن جودة ودقة هذه البيانات تنعكس مباشرة على كفاءة إدارة شبكات البنية التحتية، سواء في مراحل التخطيط المسبق أو أثناء التشغيل والصيانة. كما يسهم توظيف نظم المعلومات الجغرافية في تحسين التنسيق بين الجهات المختلفة المعنية بالمشروعات الكبرى، وتقليل التعارضات المكانية، والحد من الهدر في الموارد المالية والزمنية.

كما تبرز أهمية نظم المعلومات الجغرافية في تعزيز القدرة على التعامل مع التعقيد المكاني الذي تتسم به شبكات البنية التحتية، حيث توفر أدوات تحليل متقدمة تساعد على التنبؤ بالمشكلات المحتملة، وتقييم البدائل المختلفة، واختيار الحلول الأكثر كفاءة واستدامة. ويُعد ذلك عاملًا جوهريًا في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، خاصة في ظل التوسع العمراني المتزايد والضغط المستمر على مرافق وخدمات البنية التحتية.

ومن جانب آخر، تؤكد الدراسة أن تحقيق الاستفادة القصوى من نظم المعلومات الجغرافية يتطلب تجاوز بعض التحديات، وعلى رأسها تحديث قواعد البيانات المساحية بشكل دوري، وتطوير القدرات

البشرية المتخصصة، إلى جانب دعم التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية والتقنيات الحديثة مثل نمذجة معلومات البناء، والاستشعار عن بعد، والذكاء الاصطناعي، بما يسهم في رفع كفاءة إدارة المشروعات الكبرى وتحسين جودة المخرجات.

وفي الختام، يمكن القول إن نظم المعلومات الجغرافية المعتمدة على البيانات المساحية لم تعد مجرد أداة تقنية مساندة، بل أصبحت عنصرًا استراتيجيًا لا غنى عنه في إدارة شبكات البنية التحتية بالمشروعات الكبرى، لما لها من دور فاعل في دعم التخطيط الرشيد، وتعزيز كفاءة الأداء، وتحقيق الاستدامة، الأمر الذي يستدعي الاهتمام بتوسيع نطاق تطبيقها وتطويرها بما يتواكب مع متطلبات الحاضر وتحديات المستقبل.

النتائـج :

- نظم المعلومات الجغرافية المعتمدة على البيانات المساحية تعتبر أداة أساسية في إدارة شبكات البنية التحتية بالمشروعات الكبرى.
- دقة البيانات المساحية تؤثر مباشرة على جودة التخطيط واتخاذ القرار في إدارة الشبكات.
- استخدام GIS يحسن كفاءة تشغيل وصيانة شبكات البنية التحتية ويقلل من الهدر المالي والزمني.
- نظم المعلومات الجغرافية تسهم في تعزيز التنسيق بين الجهات المختلفة وإدارة التعقيدات المكانية للشبكات.
- التكامل بين GIS والتقنيات الحديثة مثل BIM والاستشعار عن بعد والذكاء الاصطناعي يزيد من فعالية إدارة المشروعات الكبرى.
- GIS يدعم التنبؤ بالمشكلات المحتملة وتقييم البدائل واختيار الحلول الأكثر كفاءة واستدامة.
- الاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية يسهم في تحقيق التنمية المستدامة وتحسين جودة البنية التحتية.
- التحديات المرتبطة بالبيانات والتقنية والكوادر البشرية تحتاج إلى إدارة فعّالة لضمان الاستفادة القصوى من GIS.

التوصيات :

- توسيع نطاق تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في إدارة شبكات البنية التحتية بالمشروعات الكبرى.
- تحديث قواعد البيانات المساحية بشكل دوري لضمان دقة المعلومات وموثوقيتها.
- تطوير الكوادر البشرية المتخصصة في GIS لتلبية متطلبات التخطيط والتحليل المكاني.
- تعزيز التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية والتقنيات الحديثة مثل BIM والاستشعار عن بعد والذكاء الاصطناعي.
- تبني نظم المعلومات الجغرافية كأداة استراتيجية في دعم اتخاذ القرار وتحليل بدائل التخطيط.
- تحسين التنسيق بين الجهات المختلفة المعنية بالبنية التحتية لضمان استغلال GIS بكفاءة.
- تشجيع الدراسات البحثية المستقبلية لتطبيقات GIS العملية والنماذج التكاملية الحديثة.
- اعتماد GIS في تطوير خطط صيانة وتشغيل شبكات البنية التحتية لتحقيق استدامة أفضل وتقليل الهدر.

المراجع :

- الأسريجي، هيثم سعيد عبد القادر متولي، التحليل الجغرافي لخدمات البنية التحتية في مدينة بركة السبع باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة الدراسات الإنسانية والاجتماعية، 2024.
- قمر الدين محمد، هيثم هاشم، استخدام نظم المعلومات الجغرافية في إدارة شبكات مياه الشرب: دراسة حالة منطقة وسط الخرطوم، رسالة ماجستير، جامعة النيلين، 2011.
- عبد الله، د.، نظم المعلومات الجغرافية في دعم إدارة البنية التحتية في القطاع البلدي، مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية، 2024.
- أبوالسعود، طارق زكي أحمد، نظم المعلومات الجغرافية لإدارة العمران: نموذج مكاني مقترح لتنفيذ ومتابعة المخططات الاستراتيجية للمدن المصرية، مجلة البحوث الجامعية، 2014.
- الشمري، أحمد صالح، نظم المعلومات الجغرافية، بغداد، 2007.
- أبو نعمة، صائب حيّي، نظم المعلومات الجغرافية: مقدمة، حاضر ومستقبل، إصدار عربي، 2019.
- الطيب، الطيب محمد أحمد، نظم المعلومات الجغرافية من الألف إلى الياء: دليل عملي لتعلم ArcGIS، القاهرة، 2016.
- داود، جمعة، مبادئ علم نظم المعلومات الجغرافية، القاهرة، 2015.
- الحاج، مواهب كمال الحاج، تصميم نظام متكامل لدمج إمكانيات GIS ونظام إدارة المعلومات لإدارة النقل والمواصلات في وزارة البنية التحتية، رسالة ماجستير، جامعة النيلين، 2018.
- محمد يعقوب محمد، نظم المعلومات الجغرافية – مراجعة الكتاب الكبير، دار الفكر العربي، القاهرة، 2017.
- عبد العزيز، محمود، نظم المعلومات الجغرافية وقواعد البيانات، دار العلوم للنشر، القاهرة، 2018.

- حسين، سامي، استخدام نظم المعلومات الجغرافية في التخطيط الحضري، مجلة دراسات المدن العربية، 2016.
- محمود، علي، رسائل ماجستير ودراسات GIS متعددة: تطبيقات البنية التحتية، دار الجامعات، القاهرة، 2015.
- عبد الغني، أحمد، نظم المعلومات الجغرافية: التعريف والتطبيقات الأساسية، مكتبة الجامعة العربية، عمان، 2014.
- الطاهر، خالد، نظم المعلومات الجغرافية وإدارة الخدمات في قطاع الخدمات (Utility GIS)، دار الفكر للنشر، عمان، 2017.
- مصطفى، سعيد، دور نظم المعلومات الجغرافية في تحليل وتوزيع البيانات المساحية، مجلة الخرائط والجيوماتكس، 2019.
- حسن، أيمن، البنية الأساسية الوطنية للبيانات المكانية ومبادئ SDI، مجلة الجيوماتكس العربية، 2020.
- فؤاد، سامي، تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في تحليل الشبكات المساحية، القاهرة، 2016.
- عادل، محمود، تقنية نظم المعلومات الجغرافية، دار النشر العلمي، القاهرة، 2015.
- حسين، فؤاد، أساسيات نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها، مكتبة المعرفة العربية، عمان، 2018.

مراجع أجنبية :

- *Boria, E. S., Badhrudeen, M., Fonteix, G., Derrible, S., & Siciliano, M. (2020). A protocol to convert infrastructure data from computer-aided design (CAD) to geographic information systems (GIS). ArXiv.*
- *Garramone, M., Moretti, N., Scaioni, M., Ellul, C., Re Cecconi, F., & Dejaco, M. C. (2020). BIM and GIS integration for infrastructure asset management: A bibliometric analysis. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.*
- *Popov, P., Mozaffari, M. H., RazaviAlavi, S., & Jalaei, F. (2025). GIS-based solutions for management of public building and infrastructure assets: A review of state of the art and research trend analysis. Smart Construction Journal.*
- *Abdul Wahid, M. A., Abdul Maulud, K. N., Rahman, M. A., & Saiful Bahri, M. A. (2024). Integrated infrastructure management using Web-GIS application. Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences.*
- *Xhafa, S. & Kosovrasti, A. (2015). Geographic Information Systems (GIS) in urban planning. European Journal of Interdisciplinary Studies.*
- *Czyża, S. (2024). Applying GIS in blue-green infrastructure design in urban areas. Sustainability.*
- *Manonmani, R. (2012). Application of GIS in urban utility mapping using satellite image fusion. Journal of Spatial Science & Technology.*

- *Zhang, D. (2024). Research on the application of geographic information systems in the construction of smart cities. Advances in Economics, Management and Political Sciences.*
- *A strategic framework for urban infrastructure asset management (2025). Open Construction and Building Technology Journal.*
- *Wu, X. (2025). Data and methods for assessing urban green infrastructure using GIS-based approaches. PLOS ONE.*