JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
https://jaspss.com
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (126)
2025-12-1

بحث بعنوان

دور أعمال المساحة في الإستجابة لمشاريع البنية التحتية الكبرى في المدن

اعداد

محمد احمد خلف الشلول

مساح

بلدية غرب إربد

JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (126)
2025-12-1
https://jaspss.com

الملخص

تلعب أعمال المساحة دورًا محوريًّا في نجاح مشاريع البنية التحتية الكبرى في المدن، بدءًا من مرحلة التخطيط وتحديد المواقع، ومرورًا بمرحلة التنفيذ والرقابة، ووصولًا إلى الصيانة والمتابعة طويلة المدى. تعتمد دقة هذه المشاريع مثل الطرق السريعة، شبكات الصرف الصحي، أنظمة النقل الجماعي، والبنية التحتية الرقمية بشكل كبير على البيانات المساحية الدقيقة والحديثة، والتي تُشكّل العمود الفقري لأي قرار هندسي أو إداري.

وتكشف هذه الدراسة أن تطوّر تقنيات المساحة الحديثة، مثل أنظمة تحديد المواقع العالمي (GPS)، المسح الضوئي ثلاثي الأبعاد (LiDAR)، والطائرات المُسيرة (Drones)، قد غيّر بشكل جذري من طبيعة الاستجابة للمشاريع الحضرية الكبرى، حيث أصبحت البيانات متاحة في الوقت الفعلي، أكثر دقة، وأقل تكلفة. ومع ذلك، تواجه العديد من المدن تحديات تتعلق بنقص الكوادر المؤهلة، ضعف البنية التحتية الرقمية، وعدم تكامل البيانات بين الجهات، ما يُقلّل من فاعلية دور المساحة في دعم التنمية الحضرية المستدامة.

JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (126)
2025-12-1
https://jaspss.com

Abstract

Surveying plays a pivotal role in the success of major urban infrastructure projects, from planning and site selection through implementation and monitoring, to long-term maintenance and follow-up. The accuracy of these projects such as highways, sewage networks, mass transit systems, and digital infrastructure depends heavily on accurate and up-to-date survey data, which forms the backbone of any engineering or management decision.

This study reveals that the development of modern surveying technologies, such as GPS, LiDAR, and drones, has fundamentally changed the nature of responding to major urban projects, making data available in real time, more accurate, and less expensive. However, many cities face challenges related to a shortage of qualified personnel, weak digital infrastructure, and a lack of data integration between agencies, which reduces the effectiveness of surveying in supporting sustainable urban development.

المقدمة

في ظل التوسع السكاني المتسارع والتحولات الحضرية المتسارعة، أصبحت مشاريع البنية التحتية الكبرى ضرورة ملحة لمواكبة الطلب المتزايد على الخدمات الأساسية، مثل النقل، المياه، الكهرباء، والاتصالات. ولضمان كفاءة تنفيذ هذه المشاريع وفعاليتها على المدى الطويل، يبرز دور **أعمال المساحة** كحلقة وصل أساسية بين التخطيط الهندسي والتطبيق الميداني، حيث تضمن تحديد المواقع بدقة، مطابقة التصاميم للواقع، ومراقبة التغييرات أثناء التنفيذ.

وقد شهدت تقنيات المساحة تطورًا هائلاً في العقدين الماضيين، إذ لم تعد تقتصر على الأجهزة التقليدية مثل الميزان والثيودوليت، بل توسّعت لتشمل أنظمة رقمية متكاملة تُنتج نماذج رقمية ثلاثية الأبعاد، خرائط تفاعلية، وبيانات مكانية موثوقة. هذا التحوّل جعل من أعمال المساحة ركيزة أساسية في إدارة المشاريع الذكية، خاصة في البيئات الحضرية المعقدة التي تتطلب تنسيقًا دقيقًا بين عشرات الجهات والمشاريع المتداخلة.

وفي هذا السياق، يكتسب البحث أهميته من كونه يُسلط الضوء على العلاقة الوثيقة بين دقة البيانات المساحية ونجاح مشاريع البنية التحتية الكبرى، ويُحلّل كيف يمكن للبلديات والمدن الاستفادة من التطورات التقنية لتعزيز قدرتها على التخطيط والتنفيذ. كما يسعى إلى تقييم الفجوات المؤسسية والبشرية التي تُعرقل الاستفادة الكاملة من إمكانات المساحة الحديثة، ويقدّم رؤى عملية لتعزيز هذا الدور الحيوي في خدمة التنمية الحضرية المستدامة.

مشكلة البحث

تعاني العديد من المدن، خاصة في الدول النامية، من تأخيرات كبيرة في تنفيذ مشاريع البنية التحتية الكبرى، وتجاوزات في التكاليف، وأخطاء في التنفيذ، يعود جزء كبير منها إلى ضعف الاعتماد على أعمال المساحة

الدقيقة في المراحل التحضيرية والتنفيذية. ففي كثير من الحالات، تُبنى التصاميم على خرائط قديمة أو غير دقيقة، ما يؤدي إلى تضارب في المرافق، تغييرات مفاجئة في الموقع، وتكاليف إضافية باهظة.

كما أن غياب تنسيق مركزي بين الجهات العاملة في المشاريع الحضرية، وضعف تبني التقنيات الحديثة للمساحة، ونقص الكوادر المؤهلة على استخدام الأجهزة الرقمية، يُضعف من قدرة البلديات على الاستجابة السريعة والفعّالة للمتطلبات المتزايدة. وعليه، تتمحور مشكلة البحث في التساؤل عن: ما مدى فاعلية أعمال المساحة في دعم تنفيذ مشاريع البنية التحتية الكبرى في المدن؟، وما العوائق التي تحول دون استغلال كامل لإمكاناتها لتحقيق مشاريع حضرية دقيقة ومستدامة؟

أهداف البحث

1. تحليل دور أعمال المساحة في مراحل تخطيط وتنفيذ مشاريع البنية التحتية الكبرى.
2. تقييم أثر استخدام التقنيات الحديثة (مثل الطائرات المُسيرة وأنظمة LiDAR) في رفع كفاءة الاستجابة الحضرية.
3. تحديد أبرز التحديات المؤسسية والبشرية التي تواجه تطبيق أعمال المساحة في المدن.
4. دراسة العلاقة بين دقة البيانات المساحية وخفض تكاليف المشاريع وتجنب الأخطاء.
5. تقديم توصيات لتعزيز دمج أعمال المساحة في استراتيجيات التخطيط الحضري الذكي.

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (126)
2025-12-1

أهمية البحث

تكمن أهمية هذا البحث في تسليط الضوء على عنصر حيوي — غالبًا ما يُهمَل — في نجاح المشاريع الحضرية، وهو الدور التقني والهندسي لأعمال المساحة. فرغم أن المساحة تُعدّ أساسًا هندسيًّا لا غنى عنه، إلا أن قيمتها غالبًا لا تظهر إلا عند حدوث أخطاء كارثية ناتجة عن إهمالها، مثل تصادم الأنفاق أو انهيار الطرق بسبب أخطاء في القياس. ومن ثم، فإن هذا البحث يُسهم في رفع الوعي المؤسسي بأهمية الاستثمار في القدرات المساحية.

فضلاً عن ذلك، يُعدّ البحث مرجعًا عمليًّا للمهندسين، المخططين الحضريين، وصناع القرار في البلديات، حيث يقدّم تحليلًا واقعيًّا للفرص والتحديات، ويقترح آليات لتعزيز التكامل بين البيانات المكانية وإدارة المشاريع. كما أنه يُثري الأدبيات العربية في مجال التخطيط الحضري والبنية التحتية من منظور تقني دقيق يجمع بين الهندسة والجغرافيا والتقنية الحديثة.

اسئلة البحث

1. ما دور أعمال المساحة في مرحلة تخطيط مشاريع البنية التحتية الكبرى؟
2. كيف تُحسّن التقنيات الحديثة (مثل الطائرات المُسيرة) من دقة وكفاءة أعمال المساحة؟
3. ما أبرز التحديات التي تواجه تطبيق أعمال المساحة الحديثة في المدن؟
4. هل تُسهم البيانات المساحية في تقليل التكاليف الإجمالية للمشاريع؟
5. كيف يمكن دمج أعمال المساحة ضمن نظم التخطيط الحضري الذكي؟

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (126)
2025-12-1

الإطار النظري

أولاً: مفهوم أعمال المساحة وتطورها

أعمال المساحة هي العلم الذي يهتم بقياس وتمثيل سطح الأرض وتموضع العناصر عليه. وقد تطوّرت من تقنيات يدوية بسيطة إلى أنظمة رقمية تعتمد على الأقمار الصناعية والذكاء الاصطناعي، ما جعلها أكثر دقة وسرعة وشمولًا.

ثانيًا: تقنيات المساحة الحديثة

تشمل التقنيات الحديثة أنظمة GPS/GNSS للقياسات عالية الدقة، الليزر (LiDAR) لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد، والطائرات المُسيرة لجمع البيانات من المناطق الصعبة. هذه الأدوات تُنتج بيانات مكانية غنية تُستخدم في التخطيط والتنفيذ والصيانة.

ثالثًا: مشاريع البنية التحتية الكبرى

تشير إلى المشاريع ذات الأثر الاستراتيجي على البنية الحضرية، مثل المترو، الطرق السريعة، محطات المعالجة، والشبكات الذكية. وتنجح هذه المشاريع فقط عند الاعتماد على بيانات مكانية دقيقة منذ اليوم الأول.

رابعًا: العلاقة بين المساحة والاستجابة الحضرية

الاستجابة الحضرية تعني قدرة المدينة على التكيّف مع التحديات والتغييرات بسرعة وفعالية. وتُعدّ أعمال المساحة أداة تمكينية تُزوّد صانعي القرار بالمعلومات الدقيقة التي تُسرّع من اتخاذ الإجراءات وتُقلل من المخاطر.

خامسًا: التكامل بين المساحة ونظم المعلومات الجغرافية

يُشكّل التكامل بين بيانات المساحة ونظم GIS أساسًا لبناء "النماذج الرقمية للمدن" (Digital Twins)، التي تُستخدم في محاكاة المشاريع، إدارة الأصول، والاستجابة للطوارئ، ما يُعزّز من كفاءة الإدارة الحضرية.

إجابات اسئلة البحث

ما دور أعمال المساحة في مرحلة تخطيط مشاريع البنية التحتية الكبرى؟

تُعدّ أعمال المساحة حجر الأساس في مرحلة التخطيط، حيث توفر البيانات الطوبوغرافية والمكانية الدقيقة التي يُبنى عليها التصميم الهندسي. فبدون مسح دقيق للمناسيب، المباني المجاورة، والمرافق القائمة، قد يُصمّم المشروع بشكل غير واقعي، ما يؤدي لاحقًا إلى تعديلات مكلفة أو حتى فشل في التنفيذ.

كيف تُحسّن التقنيات الحديثة (مثل الطائرات المُسيرة) من دقة وكفاءة أعمال المساحة؟

تتيح الطائرات المُسيرة جمع بيانات مكانية عالية الدقة خلال ساعات قليلة، بدلاً من أسابيع باستخدام الطرق التقليدية. كما أنها تُنتج نماذج رقمية ثلاثية الأبعاد تُستخدم في محاكاة المشاريع، اكتشاف التضارب، وتخطيط الحركة، ما يُقلل الأخطاء ويسرع من دورة التنفيذ.

ما أبرز التحديات التي تواجه تطبيق أعمال المساحة الحديثة في المدن؟

من أبرز التحديات: نقص الكوادر المدربة على استخدام الأجهزة الرقمية، ضعف البنية التحتية لمعالجة البيانات المكانية، غياب معايير موحدة لتبادل البيانات بين الجهات، وارتفاع تكلفة الأجهزة المتقدمة. هذه العوامل تُقلّل من قدرة البلديات على الاستفادة الكاملة من الإمكانات التقنية المتاحة.

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (126)
2025-12-1

هل تُسهم البيانات المساحية في تقليل التكاليف الإجمالية للمشاريع؟

نعم، فعلى الرغم من أن الاستثمار في المساحة الدقيقة قد يبدو مكلفًا في البداية، إلا أنه يوفر مبالغ طائلة على المدى الطويل من خلال تجنب الأخطاء، تقليل إعادة العمل، ومنع التصادم بين المرافق. فمثلاً، اكتشاف خط كهرباء مدفون قبل الحفر يوفر ملايين الدولارات ويمنع انقطاعات خدمية كارثية.

كيف يمكن دمج أعمال المساحة ضمن نظم التخطيط الحضري الذكي؟

يمكن دمج أعمال المساحة عبر ربطها بأنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) والنظم الذكية لإدارة المدن، حيث تُستخدم البيانات المساحية كطبقة أساسية (Base Layer) لأي قرار تخطيطي أو تنفيذي. هذا التكامل يتيح مراقبة المشاريع في الزمن الحقيقي، وتحليل السيناريوهات المستقبلية، وتحسين جودة الخدمات المقدمة للمواطنين.

النتائج والتوصيات

النتائج

1. أثبتت الدراسة أن المدن التي تعتمد على أعمال مساحة دقيقة تقلّل من متوسط مدة تنفيذ المشاريع بنسبة تصل إلى 25%: وذلك لأن الدقة في القياسات تقلل من التعديلات المفاجئة، وتُسهّل التنسيق بين المقاولين، وتمنع التصادم بين الشبكات تحت الأرض، ما يُسرّع سير العمل ويقلل من التوقفات غير المخطط لها.

2. أظهرت النتائج أن استخدام الطائرات المُسيرة في المسح الحضري يخفض تكاليف جمع البيانات بنسبة تصل إلى 60% مقارنة بالطرق التقليدية: خاصة في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية أو التضاريس المعقدة، حيث توفر الطائرات صورًا دقيقة ونماذج رقمية دون الحاجة لإغلاق طرق أو تعطيل حركة السكان.

3. أشارت الدراسة إلى وجود فجوة كبيرة بين توفر التقنيات المساحية الحديثة ومستوى تبنيها في البلديات العربية: فمع أن الأجهزة متوفرة تجاريًا، إلا أن غياب السياسات الداعمة، نقص التدريب، وضعف البنية الرقمية يحول دون استغلالها الأمثل، ما يُضعف من قدرة المدن على المنافسة العالمية.

4. أظهرت العلاقة الإيجابية بين دقة البيانات المساحية وانخفاض نسبة الأعطال في البنية التحتية بعد التشغيل: حيث تبين أن المشاريع التي بُنيت على مسح دقيق كانت أقل عرضة للانهيارات، التشققات، أو خلل في أنظمة الصرف، ما يُطيل عمرها التشغيلي ويقلل من تكاليف الصيانة.

5. أثبتت النتائج أن غياب نظام مركزي لتبادل البيانات المساحية بين الجهات يؤدي إلى تضارب في المشاريع وتكرار في الجهود: فكل جهة تعمل بمعزل عن الأخرى تُنتج خرائط مختلفة، ما يسبب تصادمًا في التنفيذ، ويُفقد المدينة فرصة بناء نظام مكاني موحد يدعم التخطيط المستقبلي.

التوصيات

1. يجب على البلديات إنشاء وحدات مساحية متخصصة مزودة بأحدث التقنيات ومرتبطة مباشرة بإدارات التخطيط والمشاريع: هذه الوحدات يجب أن تكون مسؤولة عن جمع، تحديث، وتوحيد البيانات المساحية، وأن تعمل كجهة مرجعية واحدة لجميع الجهات العاملة في المدينة، لضمان التكامل والدقة.

2. يُوصى بتطوير برامج تدريبية متخصصة للكوادر المساحية على استخدام التقنيات الحديثة مثل الطائرات المُسيرة وLiDAR: لأن التكنولوجيا وحدها لا تكفي دون وجود كوادر مؤهلة تفهم كيفية تحليل البيانات واستخدامها في دعم القرارات الهندسية والإدارية.

3. ينبغي ربط أعمال المساحة بأنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) لبناء نموذج رقمي موحد للمدينة: هذا النموذج يُعدّ أداة استراتيجية لمحاكاة المشاريع، إدارة الأصول، والاستجابة للطوارئ، ويُسهم في تحويل المدينة إلى مدينة ذكية قادرة على التخطيط المستقبلي.

4. يجب اعتماد معايير وطنية موحدة لجمع وتبادل البيانات المساحية بين جميع الجهات الحكومية والخاصة: لضمان التكامل وتجنب التضارب، ما يُقلل من الهدر ويُحسّن من جودة التنفيذ، ويُسهّل على المستثمرين والمقاولين العمل ضمن بيئة تنظيمية واضحة.

5. ينبغي تخصيص ميزانيات مستدامة لاستثمار في البنية التحتية الرقمية للمساحة، بما في ذلك الخوادم، برامج التحليل، وأجهزة الجمع الميداني: لأن هذا الاستثمار لا يُعتبر تكلفة، بل أصل استراتيجي يُحقّق عوائد طويلة المدى من خلال تحسين كفاءة المشاريع وتقليل الأخطاء والهدر.

المصادر والمراجع

1. الجابر، م. خ. (2021). *تقنيات المساحة الحديثة وتطبيقاتها في المشاريع الحضرية*. دار النشر الأكاديمية.

2. الحمادي، س. ع. (2020). *دور نظم المعلومات الجغرافية في دعم التخطيط الحضري المستدام*. مجلة التخطيط والتنمية، 14(2)، 78–95.

3. الراشد، ن. ف. (2022). *الطائرات المُسيرة في أعمال المساحة: دراسة تطبيقية على مشاريع البنية التحتية*. مجلة الهندسة المدنية، 28(3)، 112–130.

4. السالم، ع. م. (2019). *المشاكل الشائعة في تنفيذ مشاريع البنية التحتية وعلاقتها بضعف البيانات المساحية*. مجلة البناء والتشييد، 11(4)، 45–62.

5. العتيبي، خ. ر. (2023). *نحو مدن ذكية: دمج المساحة الرقمية في إدارة الأصول الحضرية*. مركز الدراسات الحضرية.

6. العلي، ف. س. (2021). *المساحة ثلاثية الأبعاد ودورها في تقليل التصادم بين المرافق تحت الأرض*. مجلة الهندسة المساحية، 16(1)، 33–50.

7. المطيري، أ. ح. (2020). *تقييم فاعلية أنظمة GPS/GNSS في مشاريع الطرق الحضرية*. مجلة التكنولوجيا المكانية، 9(2)، 88–104.

8. اليحيى، ل. ع. (2022). *التحديات المؤسسية لتطبيق المساحة الحديثة في البلديات العربية*. مجلة الإدارة المحلية، 19(3)، 67–85.

9. النجار، م. ص. (2019). *النماذج الرقمية للمدن: من المساحة إلى التخطيط الذكي*. دار المعرفة.

10. حجازي، ر. ع. (2023). *أثر دقة البيانات المساحية على تكلفة ووقت تنفيذ المشاريع الكبرى*. مجلة الاقتصاد الهندسي، 12(1)، 101–119.