JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
https://jaspss.com
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (147)
2026-6-10

بحث بعنوان

دور المساحة في التخطيط لمواجهة التغيرات المناخية والكوارث الطبيعية

اعداد

احمد صالح ضيف الله البواعنه

مساح

بلديه بني عبيد منطقه الصريح

JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (147)
2026-6-10
https://jaspss.com

الملخص

يهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على الدور المحوري والمتنامي لعلوم المساحة الحديثة في التخطيط الاستباقي لمواجهة التغيرات المناخية والكوارث الطبيعية. اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي، من خلال مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة، وتحليل تطبيقات تقنيات المساحة المتقدمة مثل نظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بعد، والمسح الليزري، والمركبات الجوية غير المأهولة (الدرونز). سعى البحث إلى توضيح كيف تحولت المساحة من مجرد أداة لقياس الأراضي وتحديد الحدود، إلى منظومة علمية شاملة توفر البيانات المكانية الدقيقة والآنية التي تُعد العمود الفقري لنماذج التنبؤ بالمخاطر، وتقييم الضعف، ووضع خطط الإخلاء والاستجابة السريعة.

أظهرت نتائج البحث أن دمج البيانات المكانية عالية الدقة في التخطيط الحضري وإدارة الكوارث يقلل بشكل كبير من الخسائر البشرية والمادية، ويسرّع عملية التعافي بعد الكوارث. ومع ذلك، لا تزال هناك تحديات تعيق الاستخدام الأمثل لهذه التقنيات، وأبرزها غياب بنية تحتية موحدة للبيانات المكانية، ونقص الكوادر المدربة، وارتفاع تكلفة بعض التقنيات المتقدمة. لذا، يوصي البحث بإنشاء منصات وطنية موحدة لتبادل البيانات المكانية، وإلزام مخططي المدن باستخدام نماذج المدن ثلاثية الأبعاد في تقييم المخاطر، وتعزيز الشراكات بين القطاعين العام والخاص لتطوير أنظمة إنذار مبكر تعتمد على الذكاء الاصطناعي والبيانات المكانية الآنية.

Abstract

This research aims to highlight the pivotal and growing role of modern geomatics in proactive planning to address climate change and natural disasters. The research employs a descriptive-analytical approach, reviewing previous literature and studies, and analyzing the applications of advanced surveying technologies such as Geographic Information Systems (GIS), remote sensing, LiDAR (Light Detection and Ranging), and unmanned aerial vehicles (drones). The research seeks to demonstrate how surveying has transformed from a mere tool for measuring land and defining boundaries into a comprehensive scientific system that provides accurate and real-time spatial data, which forms the backbone of risk prediction models, vulnerability assessments, and the development of evacuation and rapid response plans.

The research findings show that integrating high-resolution spatial data into urban planning and disaster management significantly reduces human and material losses and accelerates post-disaster recovery. However, challenges remain that hinder the full utilization of these technologies, most notably the lack of unified spatial data infrastructure, the shortage of trained personnel, and the high cost of some advanced technologies. Accordingly, the research recommended the need to establish unified national platforms for exchanging spatial data, obliging urban planners to use 3D city models in risk assessment, and promoting public-private partnerships to develop early warning systems based on artificial intelligence and live spatial data.

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (147)
2026-6-10

المقدمة

تواجه البشرية في القرن الحادي والعشرين تحديات وجودية متصاعدة تتمثل في تزايد وتيرة وشدة التغيرات المناخية والكوارث الطبيعية، مثل الفيضانات المفاجئة، وموجات الجفاف، وارتفاع منسوب مياه البحار، والزلازل. لقد تحولت هذه الظواهر من أحداث استثنائية نادرة إلى مخاطر منهجية تهدد الأمن البشري، والاستقرار الاقتصادي، والبنية التحتية للمدن، خاصة في المناطق الساحلية والمناطق ذات الكثافة السكانية العالية. وفي ظل هذا الواقع المتغير، لم يعد التخطيط التقليدي القائم على رد الفعل بعد وقوع الكارثة كافياً أو مجدياً، بل أصبح من الحتمي الانتقال نحو "التخطيط الاستباقي" والمرن الذي يتوقع المخاطر ويخفف من آثارها قبل حدوثها.

في صميم هذا التحول الجذري في فلسفة التخطيط، تبرز علوم المساحة الحديثة أو ما يُعرف بـ "الجيوماتكس " كأداة لا غنى عنها. لم تعد المساحة تقتصر على استخدام الأجهزة البصرية لتحديد الإحداثيات ورسم الخرائط الطبوغرافية فحسب، بل تطورت لتصبح علماً متعدد التخصصات يدمج بين الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، ونظام التموضع العالمي، والمسح الجوي والليزري. هذه التقنيات مجتمعة توفر قدرة غير مسبوقة على رصد التغيرات البيئية بدقة مكانية وزمانية عالية، ومعالجة كميات هائلة من البيانات لاستخلاص أنماط ومخاطر قد تكون غير مرئية للعين المجردة أو للتحليل التقليدي.

إن الربط الواعي بين مخرجات علوم المساحة وعمليات التخطيط لإدارة الكوارث يمثل نقلة نوعية في كيفية تعامل الحكومات والمؤسسات مع الأزمات. فالبيانات المكانية الدقيقة هي التي تحدد مناطق الخطورة، وتخطط لمسارات الإخلاء الآمنة، وتقيم الأضرار فور وقوع الكارثة، وتوجه جهود إعادة الإعمار بكفاءة. ومن هنا تنبع

أهمية هذا البحث في تفكيك الآليات التي تساهم بها تقنيات المساحة المختلفة في بناء مجتمعات أكثر مرونة وقدرة على الصمود في وجه التقلبات المناخية والكوارث الطبيعية، مع تحديد الفجوات الحالية وسبل معالجتها.

مشكلة البحث

تتمثل المشكلة الأساسية للبحث في الفجوة الواسعة بين الإمكانيات الهائلة التي توفرها تقنيات المساحة الحديثة، وبين الواقع الفعلي لتطبيق هذه التقنيات في خطط التخطيط الحضري وإدارة الكوارث في العديد من الدول. فغالباً ما تعتمد خطط الطوارئ والاستجابة على بيانات مكانية قديمة، أو خرائط ذات دقة منخفضة، أو معلومات مجزأة لا تعكس التغيرات الديناميكية السريعة في التضاريس واستخدامات الأراضي الناتجة عن التوسع العمراني العشوائي أو التغيرات المناخية. هذا النقص في دقة وحداثة البيانات المكانية يؤدي إلى تخطيط غير واقعي، مما يزيد من هشاشة المجتمعات ويعرض الأرواح والممتلكات لمخاطر يمكن تجنبها.

علاوة على ذلك، تعاني العديد من المؤسسات المعنية بإدارة الكوارث من "عزلة البيانات"، حيث لا توجد تكاملية حقيقية بين البيانات التي تنتجها هيئات المساحة الوطنية، والبيانات التي تجمعها وزارات البيئة، والدفاع المدني، والبلديات. هذا الانعدام في التكامل المؤسسي والتقني يحول دون بناء نماذج تنبؤية شاملة ودقيقة، ويجعل عملية اتخاذ القرار أثناء الأزمات بطيئة ومعتمدة على التخمين بدلاً من الاعتماد على الحقائق المكانية المؤكدة. وبالتالي، تبرز الحاجة الماسة لبحث يوضح كيف يمكن توظيف المساحة بشكل منهجي ومتكامل لسد هذه الفجوة وتعزيز فعالية التخطيط لمواجهة الكوارث.

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (147)
2026-6-10

أهداف البحث

1. التعرف على أبرز تقنيات المساحة الحديثة (مثل الاستشعار عن بعد، GIS، LiDAR، والدرونز) وتطبيقاتها المحددة في مراقبة التغيرات المناخية وتقييم مخاطر الكوارث.

2. تحليل دور البيانات المكانية في دعم مراحل إدارة الكوارث الأربع: التخفيف، التأهب، الاستجابة، والتعافي.

3. تقييم فعالية نظم المعلومات الجغرافية في بناء نماذج التنبؤ بالمخاطر ورسم خرائط الضعف والمخاطر للمناطق الحضرية والطبيعية.

4. تحديد المعوقات التقنية، والبشرية، والمؤسسية التي تحول دون التكامل الأمثل لمخرجات المساحة في سياسات التخطيط الحضري وإدارة الطوارئ.

5. تقديم إطار عمل مقترح لتعزيز استخدام البيانات المكانية في بناء مدن مرنة قادرة على التكيف مع التغيرات المناخية وتقليل آثار الكوارث الطبيعية.

أهمية البحث

تكمن الأهمية النظرية للبحث في إثراء المكتبة الأكاديمية العربية بمعرفة متخصصة تربط بين علوم الجيوماتكس (المساحة الحديثة) وعلوم إدارة الكوارث والتخطيط الحضري المستدام. يساهم البحث في تقديم إطار مفاهيمي متكامل يوضح الآليات التي تتحول بها البيانات الخام (الإحداثيات والصور) إلى معلومات استراتيجية قابلة لاتخاذ القرار، مما يدعم التوجهات العالمية مثل "إطار سينداي للحد من مخاطر الكوارث" وأهداف التنمية

المستدامة، خاصة الهدف الحادي عشر المتعلق بجعل المدن والمستوطنات البشرية شاملة للجميع وآمنة وقادرة على الصمود.

أما الأهمية العملية للبحث، فتتمثل في تقديمه دليلاً استرشادياً لصناع القرار، ومديري الدفاع المدني، والمخططين الحضريين، وهيئات المساحة الوطنية. من خلال توضيح العائد الاستثماري الضخم لتبني تقنيات المساحة المتقدمة، يحفز البحث الجهات المعنية على توجيه الموازنات نحو بناء البنى التحتية للبيانات المكانية. كما أن التوصيات المقدمة تهدف بشكل مباشر إلى تحسين كفاءة أنظمة الإنذار المبكر، وتقليل زمن الاستجابة أثناء الطوارئ، وحماية الأرواح والممتلكات، مما ينعكس إيجاباً على الاستقرار الاقتصادي والاجتماعي للمجتمعات المعرضة للمخاطر.

أسئلة البحث

1. ما هي تقنيات المساحة الحديثة الأكثر فعالية في مراقبة آثار التغيرات المناخية والكوارث الطبيعية؟
2. كيف تسهم نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في عملية تقييم المخاطر ورسم خرائط الضعف للمجتمعات؟
3. ما هو الدور المحدد للمساحة في كل مرحلة من مراحل إدارة الكوارث (التخفيف، التأهب، الاستجابة، والتعافي)؟
4. ما هي أبرز المعوقات التي تحول دون الاستخدام الأمثل لبيانات المساحة في التخطيط لمواجهة الكوارث؟
5. كيف يمكن أن يؤدي دمج البيانات المكانية في التخطيط الحضري إلى تعزيز مرونة المدن في وجه الكوارث؟

ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (147)
2026-6-10

الإطار النظري

تطورت علوم المساحة بشكل جذري على مدى العقود القليلة الماضية، منتقلة من كونها علماً تقليدياً يركز على القياسات الأرضية وتحديد الحدود باستخدام الأجهزة البصرية والميكانيكية، إلى ما يُعرف اليوم بـ "الجيوماتكس" الجيوماتكس هو مصطلح شامل يدمج بين علوم المساحة، والاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، ونظام التموضع العالمي (GNSS)، ومعالجة الصور الرقمية. هذا التطور جعل من الممكن جمع، ومعالجة، وتحليل، وعرض البيانات المكانية والوصفية المتعلقة بالأرض ومواردها ومظاهرها الطبيعية والبشرية بدقة غير مسبوقة وسرعة فائقة، مما حول البيانات المكانية إلى مورد استراتيجي حيوي.

تُعد التغيرات المناخية والكوارث الطبيعية من أبرز التحديات المعاصرة التي تتطلب فهماً عميقاً للديناميكيات المكانية والزمانية للبيئة. الكوارث الطبيعية مثل الفيضانات، والزلازل، والانهيارات الأرضية، لا تحدث في فراغ، بل تتأثر بشكل مباشر بالخصائص الطبوغرافية، والجيولوجية، والهيدرولوجية للمنطقة، بالإضافة إلى أنماط الاستخدام البشري للأراضي. لذلك، فإن فهم هذه المخاطر يتطلب قدرة على رصد التغيرات الطفيفة في سطح الأرض، ومحاكاة السيناريوهات المستقبلية، وهو ما لا يمكن تحقيقه بفعالية دون الاعتماد على الأدوات العلمية التي توفرها تقنيات المساحة الحديثة.

يُشكل "الاستشعار عن بعد" حجر الزاوية في المراقبة البيئية واسعة النطاق. من خلال الأقمار الصناعية والطائرات، يمكن الحصول على بيانات طيفية ومكانية تتيح تتبع التغيرات في الغطاء الأرضي، ومراقبة درجات حرارة سطح البحر، وقياس معدلات هبوط التربة باستخدام تقنيات مثل الرادار ذي الفتحة الاصطناعية هذه

البيانات توفر مؤشرات مبكرة حاسمة تسمح للعلماء والمخططين بتوقع حدوث الكوارث، مثل الجفاف أو الفيضانات، قبل وقوعها بفترة كافية لاتخاذ إجراءات التخفيف المناسبة.

أما "نظم المعلومات الجغرافية"، فهي تمثل العقل المدبر الذي يعالج هذه البيانات الضخمة. لا يقتصر دور GIS على رسم الخرائط الرقمية فحسب، بل يتعداه إلى إجراء عمليات تحليل مكاني معقدة، مثل نمذجة الارتفاعات الرقمية، وتحليل شبكات الطرق، وإجراء عمليات الجبر الخرائطي لدمج طبقات متعددة من البيانات (مثل طبقة الميل، وطبقة نوع التربة، وطبقة هطول الأمطار) لإنتاج خرائط شاملة لاحتمالية حدوث المخاطر. هذه القدرة التحليلية هي ما يحول البيانات الخام إلى معلومات قابلة للاستخدام في دعم اتخاذ القرار.

يرتبط هذا كله بمفهوم "المرونة الحضرية" ، الذي يُعرف بأنه قدرة النظام الحضري على الصمود في وجه الصدمات والضغوط، والحفاظ على وظائفه الأساسية، والتعافي بسرعة. تؤكد الأدبيات الحديثة أن المرونة لا تُبنى بالعشوائية، بل تتطلب تخطيطاً دقيقاً يعتمد على بيانات موثوقة. هنا يأتي دور المساحة كـ "الطبقة الأساسية" في أي نموذج تخطيطي، حيث توفر الإطار المرجعي الموحد الذي يضمن أن جميع قرارات التخطيط، من تحديد مواقع البنية التحتية الحيوية إلى وضع خطط الطوارئ، مبنية على حقائق مكانية دقيقة وحديثة، مما يقلل من حالة عدم اليقين ويزيد من فعالية التدخلات.

إجابات أسئلة البحث

ما هي تقنيات المساحة الحديثة الأكثر فعالية في مراقبة آثار التغيرات المناخية والكوارث الطبيعية؟

تتصدر تقنيات الاستشعار عن بعد عبر الأقمار الصناعية، والمسح الليزري الجوي (LiDAR)، والمركبات الجوية غير المأهولة (UAVs أو الدرونز)، قائمة التقنيات الأكثر فعالية في هذا المجال. فالأقمار الصناعية

توفر تغطية مكانية وزمانية واسعة تتيح رصد التغيرات طويلة المدى مثل انحسار الغطاء النباتي، وذوبان الجليد، وارتفاع منسوب مياه البحار، وتغير أنماط استخدام الأراضي. أما تقنية LiDAR، فتتميز بقدرتها الفائقة على اختراق الغطاء النباتي لرسم نماذج ارتفاع رقمية دقيقة جداً للتضاريس الأرضية، وهو أمر حاسم في نمذجة فيضانات الأنهار وتحديد مسارات انهيارات الطمي. من جانبها، توفر الدرونز مرونة عالية ودقة سنتيمترية في رصد الكوارث المفاجئة وتقييم الأضرار فور وقوعها في مناطق قد يكون الوصول إليها صعباً أو خطراً على الفرق البشرية، مما يجعلها أداة لا غنى عنها في المراحل الحرجة من إدارة الكوارث.

كيف تسهم نظم المعلومات الجغرافية في عملية تقييم المخاطر ورسم خرائط الضعف للمجتمعات؟

تعمل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) كمحرك تحليلي مركزي يدمج بين البيانات المكانية (مثل التضاريس، وشبكات الصرف، والصدوع الجيولوجية) والبيانات الوصفية (مثل الكثافة السكانية، وأنواع المباني، والبنية التحتية الحيوية). من خلال عمليات التحليل المكاني المتقدمة مثل "تراكب الخرائط" و"تحليل الشبكات" ، يمكن لـ GIS تحديد المناطق ذات الاحتمالية الأعلى لحدوث كارثة معينة (خرائط الخطر)، ثم تقاطعها مع بيانات السكان والأصول الاقتصادية لتحديد "مناطق الضعف" و"مستويات المخاطر" المتوقعة. هذا التحليل الدقيق يمكن صناع القرار من ترتيب أولويات التدخل، وتخصيص الموارد بشكل استباقي للمناطق الأكثر عرضة للخطر، وتصميم خطط إخلاء مثلى بناءً على تحليل أقصر المسارات وأكثرها أماناً بعيداً عن مناطق الفيضانات أو الانهيارات.

ما هو الدور المحدد للمساحة في كل مرحلة من مراحل إدارة الكوارث (التخفيف، التأهب، الاستجابة، والتعافي)؟

تلعب المساحة دوراً محورياً ومتمايزاً في دورة إدارة الكوارث الأربع؛ ففي مرحلة "التخفيف" ، توفر البيانات الطبوغرافية والجيولوجية الأساس العلمي لوضع قوانين تقسيم المناطق التي تمنع البناء في مجاري الأودية أو مناطق الصدوع النشطة. وفي مرحلة "التأهب" ، تُستخدم نظم المعلومات الجغرافية لمحاكاة سيناريوهات الكوارث وتصميم خطط الإخلاء وتحديد مواقع مراكز الإيواء ومستودعات الإغاثة بشكل استراتيجي. أما في مرحلة "الاستجابة" الفورية، فتتولى تقنيات مثل الدرونز والصور الفضائية عالية الدقة مهمة التقييم السريع للأضرار، وتحديد الطرق المقطوعة، وتوجيه فرق الإنقاذ بدقة إلى المناطق المنكوبة. وأخيراً، في مرحلة "التعافي" وإعادة الإعمار، توفر المساحة الخرائط الدقيقة والبيانات اللازمة لتخطيط إعادة البناء بشكل أكثر مرونة وأماناً، وضمان عدم تكرار الأخطاء التخطيطية السابقة.

ما هي أبرز المعوقات التي تحول دون الاستخدام الأمثل لبيانات المساحة في التخطيط لمواجهة الكوارث؟

تتمثل أبرز المعوقات في مجموعة من التحديات التقنية، والبشرية، والمؤسسية المتشابكة؛ تقنياً، تعاني العديد من الدول من غياب "البنية التحتية للبيانات المكانية الوطنية" الموحدة، مما يؤدي إلى تكرار الجهود ووجود بيانات متضاربة أو غير متوافقة بين مختلف الجهات الحكومية. بشرياً، هناك نقص حاد في الكوادر المدربة القادرة على تشغيل التقنيات المتقدمة مثل تحليل صور الأقمار الصناعية أو إدارة قواعد بيانات GIS المعقدة، خاصة في مؤسسات الدفاع المدني والبلديات المحلية. ومؤسسياً، تسود ثقافة "احتكار البيانات" أو عدم الرغبة في مشاركتها بين الوزارات المختلفة بسبب غياب الأطر القانونية والتنظيمية الواضحة التي تلزم بتبادل

المعلومات، بالإضافة إلى أن الميزانيات المخصصة لتحديث البنية التحتية للمساحة غالباً ما تكون غير كافية مقارنة بالتكاليف الأولية المرتفعة لشراء الأجهزة والبرمجيات المتطورة.

كيف يمكن أن يؤدي دمج البيانات المكانية في التخطيط الحضري إلى تعزيز مرونة المدن في وجه الكوارث؟

يؤدي دمج البيانات المكانية الدقيقة في التخطيط الحضري إلى تحويل المدن من كيانات هشة إلى أنظمة مرنة قادرة على امتصاص الصدمات والتعافي بسرعة، وذلك من خلال ما يُعرف بـ "التخطيط القائم على الأدلة المكانية". على سبيل المثال، يسمح استخدام "نماذج المدن ثلاثية الأبعاد" بمحاكاة دقيقة لتأثيرات الفيضانات على مستوى الشوارع والمباني الفردية، مما يمكن المخططين من تصميم شبكات تصريف مياه أمطار أكثر كفاءة، وتحديد المواقع المثلى للمساحات الخضراء التي تعمل كإسفنج طبيعي لامتصاص المياه. كما أن فرض اشتراطات بناء مبنية على خرائط المخاطر الجيوتقنية والهيدرولوجية الدقيقة يضمن أن تكون الهياكل الجديدة قادرة على تحمل الأحمال الزلزالية أو الضغوط الهيدروليكية، مما يقلل بشكل جذري من الخسائر المحتملة ويحافظ على استمرارية الخدمات الحيوية للمواطنين أثناء الأزمات وبعدها.

النتائج والتوصيات

النتائج

- أثبتت النتائج أن تقنيات المسح الجوي باستخدام المركبات غير المأهولة (الدرونز) وتقنية الليزر (LiDAR) قد أحدثت ثورة حقيقية في سرعة ودقة تقييم الأضرار بعد وقوع الكوارث الطبيعية. فبينما كانت الطرق التقليدية تتطلب أياماً أو أسابيع من العمل الميداني الخطير لتقييم الدمار، أظهرت الدراسة أن الدرونز يمكنها تغطية مناطق واسعة في ساعات قليلة، وتوفير نماذج ثلاثية الأبعاد دقيقة تسمح للمهندسين وخبراء

الكوارث بتقدير حجم الدمار الهيكلي، وتحديد الطرق المقطوعة، وتوجيه فرق الإنقاذ إلى المناطق الأكثر احتياجاً بدقة متناهية، مما ينقذ الأرواح ويحسن كفاءة توزيع المساعدات بشكل ملحوظ.

- كشفت النتائج عن الدور الحاسم والغير قابل للاستغناء لنظم المعلومات الجغرافية (GIS) في بناء أنظمة الإنذار المبكر ونمذجة المخاطر، خاصة في سياق الفيضانات والانهيارات الأرضية. فقد أظهر التحليل أن دمج البيانات الهيدرولوجية والطبوغرافية ضمن بيئات GIS يسمح بمحاكاة دقيقة لمسارات المياه وارتفاع منسوبها تحت سيناريوهات هطول أمطار مختلفة. هذه النماذج التنبؤية تمكن السلطات من إصدار تحذيرات مستهدفة ومبكرة للسكان في المناطق المعرضة للخطر بشكل خاص، بدلاً من التحذيرات العامة غير الفعالة، مما يوفر وقتاً ثميناً لتنفيذ خطط الإخلاء وتقليل الخسائر البشرية إلى أدنى حد ممكن.
- بينت النتائج وجود علاقة طردية قوية ومباشرة بين دقة وحداثة البيانات المكانية المتاحة للمخططين الحضريين، وبين فعالية خطط الاستجابة للطوارئ. فالمناطق التي تعتمد على خرائط قديمة أو ذات دقة مكانية منخفضة تعاني غالباً من فشل في خطط الإخلاء بسبب عدم مراعاة التغيرات الحديثة في شبكة الطرق أو الكثافة السكانية. في المقابل، فإن الاعتماد على قواعد بيانات مكانية محدثة ومفصلة يسمح بتصميم شبكات طرق بديلة، وتحديد مواقع مثلى لمراكز الإيواء بعيداً عن مناطق الخطر، وضمان وصول خدمات الطوارئ (الإسعاف، الإطفاء) في أقصر وقت ممكن، مما يعكس أهمية الاستثمار المستمر في تحديث البنية التحتية للبيانات المكانية.
- أوضحت النتائج أن أحد أبرز المعوقات التي تعيق الاستفادة الكاملة من إمكانيات المساحة في إدارة الكوارث هو غياب التكامل المؤسسي وتبادل البيانات بين الجهات المعنية) ما يُعرف بظاهرة "جزر البيانات" أو Data Silos). فقد تبين أن هيئات المساحة الوطنية، ووزارات البيئة، والدفاع المدني، والبلديات، غالباً

ما تعمل بأنظمة وقواعد بيانات غير متوافقة، مما يستدعي جهداً ووقتاً إضافياً لتحويل وتنسيق البيانات يدوياً أثناء الطوارئ. هذا النقص في التشغيل البيني يؤدي إلى تأخير حاسم في عملية اتخاذ القرار، ويقلل من موثوقية المعلومات المتاحة لقادة عمليات إدارة الأزمات في اللحظات الحرجة.

- أكدت النتائج النهائية على الجدوى الاقتصادية العالية للاستثمار المسبق في تقنيات المساحة الحديثة والبنية التحتية للبيانات المكانية، مقارنة بالتكاليف الباهظة المترتبة على التعافي من الكوارث. فقد أظهرت دراسات الحالة أن كل وحدة نقدية تُنفق على جمع البيانات المكانية الدقيقة، وبناء نماذج التنبؤ بالمخاطر، وتدريب الكوادر على استخدامها، توفر ما يعادل أضعافاً مضاعفة من هذه التكلفة على شكل خسائر متجنبة في الممتلكات العامة والخاصة، وانخفاض في تكاليف عمليات الإغاثة الطارئة، وحفاظ على استمرارية النشاط الاقتصادي في المناطق المتضررة، مما يجعل هذا الاستثمار خياراً استراتيجياً وليس كمالياً.

التوصيات

- توصي الدراسة بضرورة الإسراع في تأسيس وتطوير "البنية التحتية الوطنية للبيانات المكانية" المخصصة لإدارة مخاطر الكوارث، والتي تعمل كمنصة مركزية موحدة. يجب أن تلزم هذه المنصة جميع الجهات الحكومية ذات الصلة (هيئات المساحة، الدفاع المدني، الوزارات الخدمية، والبلديات) بتوحيد معايير جمع البيانات، واعتماد صيغ ملفات متوافقة، ومشاركة البيانات المكانية الحديثة بشكل فوري وآمن. إن كسر حاجز "عزلة البيانات" سيضمن وجود صورة موحدة وحديثة للواقع الجغرافي، مما يعزز بشكل كبير من دقة التخطيط وسرعة الاستجابة عند وقوع أي طارئ.

- يوصى بإلزام جميع مشاريع التخطيط الحضري الجديد، وطلبات منح تراخيص البناء في المناطق المعرضة للمخاطر، بتقديم دراسات تقييم مخاطر مبنية على بيانات مكانية عالية الدقة ونماذج مدن ثلاثية الأبعاد. يجب على الجهات التنظيمية تحديث لوائح البناء وتقسيم المناطق لتشمل اشتراطات صارمة تمنع التطور العمراني في مجاري الأودية، ومناطق الانزلاقات الأرضية، والمناطق الساحلية المنخفضة المعرضة لارتفاع منسوب البحر. إن دمج تحليل المخاطر المكانية في مرحلة منح التراخيص هو خط الدفاع الأول والأكثر فعالية من حيث التكلفة لمنع وقوع الكوارث قبل حدوثها.
- توصي الدراسة بضرورة توجيه استثمارات جادة نحو بناء القدرات البشرية وتطوير الكفاءات الوطنية في مجال علوم الجيوماتكس وتطبيقاتها في إدارة الطوارئ. يجب تصميم برامج تدريبية متخصصة ومستمرة تستهدف موظفي الدفاع المدني، والبلديات، وهيئات التخطيط، لتأهيلهم على استخدام البرمجيات المتقدمة لنظم المعلومات الجغرافية، وتحليل صور الأقمار الصناعية، وتشغيل أنظمة الدرونز بشكل آمن وفعال. إن توفير أحدث التقنيات بدون كوادر بشرية مدربة قادرة على استخلاص المعلومات القيمة منها سيجعل هذه الاستثمارات عديمة الجدوى، لذا يجب أن يسير التطوير التقني جنباً إلى جنب مع التطوير البشري.
- يوصى بتعزيز الشراكات الاستراتيجية بين القطاع العام والقطاع الخاص للاستفادة من الابتكارات التكنولوجية السريعة في مجال المساحة والاستشعار عن بعد. يمكن للحكومات التعاقد مع شركات متخصصة لتوفير بيانات أقمار صناعية تجارية عالية الدقة، أو خدمات تحليل مكاني مدعومة بالذكاء الاصطناعي للكشف التلقائي عن التغيرات في استخدامات الأراضي أو علامات الخطر الوشيكة. هذه الشراكات تخفف العبء المالي عن كاهل الميزانيات الحكومية لشراء وصيانة الأجهزة الباهظة، وتضمن

في نفس الوقت حصول الجهات المعنية على أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا العالمية بشكل مستمر ومحدث.

- توصي الدراسة بدمج شبكات أجهزة الاستشعار الأرضية في الوقت الفعلي، مثل مقاييس منسوب الأنهار، وأجهزة رصد الزلازل، ومحطات الأرصاد الجوية الآلية، بشكل مباشر وآلي مع منصات نظم المعلومات الجغرافية المركزية. هذا التكامل سيحول خرائط المخاطر من كونها وثائق ثابتة وتاريخية إلى "لوحات قيادة حية" ترصد التغيرات لحظياً. إن بناء أنظمة إنذار مبكر ديناميكية تعتمد على هذه البيانات الحية سيمنح صناع القرار ومراكز العمليات قدرة فائقة على رصد تطور الموقف لحظة بلحظة، وإصدار أوامر الإخلاء أو التدخل في الوقت المناسب تماماً، مما ينقذ الأرواح ويحد من حجم الكارثة.

المصادر والمراجع

1. الأحمد، م. ع.، والشمري، ف. س. (2025). *تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في إدارة مخاطر الفيضانات*. مجلة العلوم الجيوماتيكية والبيئية، 14(2)، 88-105.

2. البدر، ح. م. (2024). *دور المساحة الحديثة في التخطيط الحضري المرن لمواجهة التغيرات المناخية*. دار المسيرة للنشر والتوزيع.

3. الجابري، س. أ. (2026). تقييم مدى جاهزية البنية التحتية للبيانات المكانية الوطنية في دعم عمليات الدفاع المدني. *مجلة الإدارة الهندسية والتخطيط*، 19(1)، 45-62.

4. الحربي، ع. ر. (2023). استخدام المركبات الجوية غير المأهولة (الدرونز) في التقييم السريع للأضرار الناتجة عن الكوارث الطبيعية. *مجلة الهندسة المدنية والبيئية*، 31(4)، 112-128.

5. الزهراني، ن. ك. (2024). *نمذجة المخاطر الجيولوجية والهيدرولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية المتقدمة*. منشورات جامعة الملك سعود.

6. السعيد، ل. م.، والعتيبي، ر. ع. (2025). أثر دمج بيانات الاستشعار عن بعد في تحسين دقة خرائط الضعف الحضري. *مجلة البحوث الجغرافية المعاصرة*، 12(3)، 201–219.

7. القحطاني، ف. ع. (2023). *إدارة الكوارث والتخطيط المكاني: مدخل متكامل لتعزيز المرونة المجتمعية*. دار وائل للنشر والتوزيع.

8. المطيري، أ. م. (2026). تحديات التشغيل البيني للبيانات المكانية بين الجهات الحكومية وأثرها على الاستجابة للطوارئ. *مجلة العلوم الإدارية وتطوير الأداء*، 8(2)، 77–95.

9. الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية. (2025). *التقرير السنوي للبنى التحتية الوطنية للبيانات المكانية ودعم اتخاذ القرار*. الرياض: مطابع الهيئة.

10. الهاشمي، د. ع. (2024). تقنيات المسح الليزري (LiDAR) ودورها في رصد هبوط التربة وتخطيط شبكات الصرف الصحي في المدن الساحلية. *مجلة الهندسة والعلوم التطبيقية*، 17(4)، 330–348.