International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 38 العدد
Part 1 المجلد
http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

| | | |
|---|---|---|
| Received | 2025/12/20 | تم استلام الورقة العلمية في |
| Accepted | 2026/01/04 | تم قبول الورقة العلمية في |
| Published | 2026/01/05 | تم نشر الورقة العلمية في |


# دور الجيولوجيا في التخطيط العمراني المستدام: دراسة حالة مدينة درنة - ليبيا

**أ. صالح أمحمد أمهنى**
كلية الهندسة – جامعة أجدابيا – ليبيا
https://orcid.org/0000-0002-6711-9351
salehemhanna@uoa.edu.ly

## الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى توضيح الدور الحيوي للجيولوجيا في دعم التخطيط العمراني المستدام، وذلك من خلال دراسة حالة مدينة درنة التي شهدت كارثة الفيضانات الناجمة عن إعصار دانيال في سبتمبر 2023. لقد كشفت الكارثة تعدّد المخاطر الجيولوجية في المدينة، مثل الفيضانات والانهيارات الأرضية وتآكل السواحل، والتي تضاعفت بفعل التغيرات المناخية والممارسات العمرانية غير المستدامة، مما يؤكد أهمية دمج الجيولوجيا في خطط التنمية الحضرية. اعتمدت الدراسة على منهج وصفي– تحليلي شامل، شمل جمع البيانات المكتبية من الدراسات السابقة والتقارير الرسمية، وتحليل الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية وصور الأقمار الصناعية. كما تناولت الخصائص الجيومورفولوجية والهيدرولوجية لحوض وادي درنة، وأجرت مقارنات مع تجارب عالمية لمدن واجهت كوارث مشابهة، إلى جانب تنفيذ زيارات ميدانية وتوثيق ملاحظات حول المناطق المتضررة، والاستفادة من آراء مختصين محليين.

أظهرت النتائج أن التكوينات الكارستية، والمراوح الفيضية، والانحدارات الحادة، إضافة إلى البناء العشوائي داخل مجاري الأودية، كانت عوامل رئيسية في تضخيم آثار الكارثة. كما بيّنت النتائج أن غياب الدراسات الجيولوجية والهيدرولوجية في مراحل التخطيط العمراني أسهم في توسّع عمراني غير آمن ومخاطر متزايدة.وتشير الدروس المستفادة عالميًا إلى أن الدمج بين البيانات الجيولوجية والتخطيط الحضري، وتطبيق خرائط المخاطر، واستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي ونظم المعلومات الجغرافية، يسهم في بناء


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

مدن أكثر مرونة وقدرة على التكيف مع الكوارث. وهذا النهج يُعد ضروريًا لمدينة درنة في مرحلة إعادة الإعمار.

وعليه توصي الدراسة بضرورة تبنّي تخطيط حضري مستدام قائم على أسس جيولوجية دقيقة، يشمل إعداد خرائط جيولوجية مفصلة، وتفعيل أنظمة إنذار مبكر، وحظر البناء في مجاري الأودية، وتعزيز التعاون بين الجيولوجيين والمخططين العمرانيين، بما يضمن إعادة إعمار آمنة وتنمية حضرية مستدامة لمدينة درنة.

**الكلمات المفتاحية** :الجيولوجيا، التخطيط العمراني المستدام، درنة، المخاطر الجيولوجية، الكوارث الطبيعية.

# The Role of Geology in Sustainable Urban Planning: A Case Study of the City of Derna - Libya

**Mr. Saleh Emhanna**
Faculty of Engineering - University of Ajdabiya – Libya
salehemhanna@uoa.edu.ly

## Abstract

This study highlights the essential role of geology in promoting sustainable urban planning, using the city of Derna as a case study following the catastrophic floods caused by Storm Daniel in September 2023. The disaster revealed a convergence of geological hazards such as flash floods, landslides, and coastal erosion intensified by climate change and unregulated urban expansion. These factors underscore the urgent need to integrate geological considerations into urban planning processes. A descriptive analytical approach was adopted, involving a review of previous studies and official reports, analysis of geological, topographic, and satellite data, and assessment of the geomorphological and hydrological characteristics of Wadi Derna. The study also incorporated field investigations, expert consultations, and comparative analysis of similar international case studies.

The results indicate that karstic formations, steep slopes, alluvial fans, and construction within natural drainage channels significantly amplified the disaster's impacts. The lack of prior geological and hydrological assessments contributed to unsafe urban development


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

and heightened vulnerability to natural hazards. The study emphasizes that integrating geological data, hazard mapping, and advanced tools such as GIS and artificial intelligence is crucial for enhancing urban resilience, particularly during post-disaster reconstruction. The study concludes by recommending a geology-based sustainable planning framework, including detailed geological and hydrological mapping, early warning systems, enforcement of construction restrictions in wadi channels, and strengthened collaboration between geologists and urban planners to ensure safer and more sustainable urban development in Derna.
**Keywords:** Geology, Sustainable Urban Planning, Geological Hazards, Derna, Natural Hazards.

## 1. المقدمة

منذ نشأة الإنسان، سعى إلى التفاعل مع بيئته الطبيعية بما يضمن له البقاء والاستقرار. غير أن بعض هذه التدخلات في البيئة قد قادت أحيانًا إلى نتائج عكسية وكوارث غير مرغوب فيها. ومع تطور الحضارات واتساع النشاط البشري، ازدادت الحاجة إلى فهم العوامل الجيولوجية والطبيعية المؤثرة في استخدام الأرض وتوزيع الأنشطة الحضرية (الجميلي، 2019). ويُعد التخطيط العمراني المستدام أحد أهم الوسائل لتحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية والاجتماعية من جهة، والحفاظ على البيئة من جهة أخرى (برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية، 2023).

حيث تُعد الجيولوجيا الركيزة الأساسية التي يقوم عليها هذا التوازن، إذ إن فهم طبيعة التربة والتراكيب الجيولوجية والموارد المائية في المنطقة يُسهم في اختيار المواقع الآمنة للمشروعات العمرانية، وتصميم البنية التحتية المناسبة، وإدارة الموارد البيئية بفعالية (أمهنى، 2023: الغيثي، 2023). ومع تسارع التغيرات المناخية وازدياد النمو السكاني، أصبحت الحاجة ملحة إلى دمج المعطيات الجيولوجية ضمن استراتيجيات التخطيط الحضري لضمان استدامة المدن وتقليل المخاطر الطبيعية مثل الفيضانات والانهيارات الأرضية وغيرها (Yıldız, 2024).

ويبرز هذا الترابط بوضوح في مدينة درنة، حيث شكّل موقعها الجغرافي وتكوينها الجيولوجي نمط التنمية العمرانية فيها، كما جعلها أكثر حساسية تجاه الأخطار الطبيعية، خاصة الفيضانات والانهيارات الأرضية. ومن ثم فإن دمج الرؤية الجيولوجية في تخطيط


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

المدينة يمثل خطوة أساسية نحو وضع استراتيجيات أكثر استدامة، ويعزز قدرة المجتمع على مواجهة الكوارث والتكيف معها، مع ضمان حماية السكان ورفاهيتهم. وقد أبرزت كارثة إعصار دانيال (سبتمبر 2023) بوضوح أهمية الدمج بين العلوم الجيولوجية والتخطيط الحضري لبناء مدن أكثر أمانًا واستدامة في المستقبل (العموش، 2024).

أُجريت هذه الدراسة في مدينة درنة أعقاب الإعصار المدمر الذي ضرب مدينة درنة في سبتمبر 2023، وامتدت فترة البحث حتى سبتمبر 2025. وتقع المدينة في أقصى شمال شرق ليبيا بين البحر المتوسط والجبل الأخضر عند تقاطع دائرة العرض 54 45 ْ35 شمالا، و 29 38 ْ22 شرقا، على الساحل الشمالي الشرقي لليبيا. تبعد المدينة حوالي 100 كيلومتر شرق مدينة البيضاء، و290 كيلومتر شرق مدينة بنغازي، وحوالي 150 كيلومتر غرب مدينة طبرق (شكل 1). وتتميز بموقعها الاستراتيجي بين البحر والجبل، لكنها في الوقت نفسه تقع ضمن منطقة هيدرولوجية حساسة تتجمع فيها مياه السيول المنحدرة من الجبل نحو البحر عبر شبكة من الأودية العميقة، أبرزها وادي درنة الذي يقسم المدينة إلى شطرين، ووادي الناقة الواقع إلى الغرب منها.

شكل 1: خريطة موقع منطقة الدراسة (https://www.theguardian.com/).


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

## 2. أهداف وأهمية ومنهجية الدراسة

### 1.2 أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على دور الجيولوجيا في تحقيق التخطيط العمراني المستدام، من خلال دراسة حالة مدينة درنة التي شهدت كارثة كبرى نتيجة إعصار "دانيال" في سبتمبر 2023. وتتفرع عن هذا الهدف العام مجموعة من الأهداف الفرعية، وهي:

1. **تحليل الخصائص الجيولوجية والطبيعية لمدينة درنة** وتأثيرها في نمط التوسع العمراني وتوزيع الأنشطة السكنية والخدمية.
2. **تحديد العوامل الجيومورفولوجية والهيدرولوجية** التي ساهمت في تفاقم آثار الفيضانات.
3. **تقييم واقع التخطيط العمراني الحالي في درنة** من حيث مدى مراعاته للمعطيات الجيولوجية والبيئية. واقتراح توجهات واستراتيجيات للتخطيط العمراني المستدام تراعي الخصائص الجيولوجية وتقلل من المخاطر الطبيعية مستقبلاً.

### 2. أهمية البحث

تكتسب هذه الدراسة أهميتها من تناولها العلاقة بين الجيولوجيا والتخطيط العمراني في ظل التحديات البيئية والمناخية التي تواجه المدن الليبية، وخاصة درنة والتي تعرضت لدمار كبير (شكل 2). ويبرز البحث دور الجيولوجيا الوقائي في الحد من الكوارث الطبيعية وتحسين كفاءة البنية التحتية، كما يسهم في وضع أسس علمية لإعادة إعمار درنة وفق معايير الاستدامة والمرونة الحضرية. كذلك يُثري الجانب الأكاديمي للتخطيط العمراني المستدام في ليبيا، ويساعد في تحقيق الهدف الحادي عشر من أهداف التنمية المستدامة المتعلق بمدن ومجتمعات مستدامة.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

شكل 2: صورة تُظهر حجم الدمار الذي لحق بمدينة درنة بعد الإعصار المدمّر في سبتمبر 2023 (المصدر: https://arabic.euronews.com/).

### 3.2 منهجية البحث

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، من خلال جمع وتحليل البيانات الجيولوجية والطبيعية والعمرانية في مدينة درنة، بهدف توضيح العلاقة بين الخصائص الجيولوجية والتخطيط الحضري المستدام. تم الاعتماد على بيانات مكتبية من المراجع والدراسات السابقة والتقارير الرسمية الصادرة عن الجهات المختصة، مثل وزارة التخطيط ومصلحة التخطيط العمراني وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي.

كما شملت المنهجية تحليل الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية وصور الأقمار الصناعية لتحديد مناطق التوسع العمراني والمناطق المعرضة للمخاطر. إضافة إلى ذلك، تم استخدام المنهج المقارن من خلال دراسة تجارب مدن أخرى واجهت كوارث مشابهة، إلى جانب تحليل ميداني نوعي استند إلى الزيارات الميدانية وآراء المختصين والسكان المحليين. ويسهم هذا النهج في بناء رؤية شاملة لإعادة إعمار درنة بشكل مستدام يراعي الخصائص الجيولوجية والبيئية للمدينة.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

### 3. التخطيط العمراني المستدام

يُعرَّف التخطيط العمراني المستدام بأنه عملية تنظيم وتوجيه استخدامات الأراضي والأنشطة المجتمعية في المكان والزمان المناسبين بما يحقق المصلحة العامة وأهداف التنمية المستدامة. ويعتمد على إعداد استراتيجيات ومخططات عمرانية متكاملة تراعي الإمكانيات المتاحة والاحتياجات المستقبلية، ضمن إطار قانوني يضمن التنسيق والمشاركة المجتمعية في جميع مراحل التخطيط (المنديل، 2008; Turvey, 2019) .

في السياق الليبي، يتميز النظام التخطيطي والذي تأسس في السبعينيات بنظريته المتطورة نسبياً والتي تبدو متوافقة مع خصائص الدولة ذات الكثافة السكانية المنخفضة والمساحة الشاسعة. إلا أن التطبيق العملي لهذا النظام على الأرض لم يكن بالمستوى المطلوب، كما يشير المرابط (2019)، مما أدى إلى بروز تحديات عمرانية واضحة تمثلت في التوسع العشوائي على الأراضي الزراعية والوديان وحول المدن، وضعف البنية التحتية من شبكات طرق وصرف صحي.

تشكل مدينة درنة نموذجاً صارخاً للفجوة بين التخطيط النظري والواقع الميداني في ليبيا. فعلى الرغم من تميز موقعها الجغرافي الفريد بين مياه البحر الأبيض المتوسط وسلسلة الجبل الأخضر الذي يمنحها قيمة بيئية وسياحية فائقة، إلا أن هذا الموقع نفسه جعلها عرضة للمخاطر الطبيعية. في سبتمبر 2023، كشفت فيضانات إعصار "دانيال" المدمر عن مدى الهشاشة التي تعانيها المدينة، حيث أدت عدة عوامل إلى تضخيم حجم الكارثة، منها البناء العشوائي في مجاري الأودية كما ذكرت الضبع (2024)، وضعف وتقادم شبكات تصريف مياه الأمطار، وغياب التخطيط الوقائي، وإهمال الدراسات الجيولوجية والهيدرولوجية في عملية التخطيط العمراني كما أكد هبيل وعبدالعاطي (2024).

لتحويل درنة وغيرها من المدن الليبية إلى مدن مرنة قادرة على الصمود، يمكن تطبيق الإطار المتكامل الذي يقترحه عبد الفتاح (2021) القائم على ثلاث ركائز رئيسية: تخطيط استباقي للمناطق الجديدة والمناطق المتضررة من خلال إعداد خرائط جيولوجية تفصيلية وتصميم حضري مرن، وحماية المناطق القائمة المعرضة للخطر عبر مشاريع وقائية هندسية وطبيعية وأنظمة إنذار مبكر، وإعادة تأهيل المناطق المتضررة وفق معايير الأمان والاستدامة.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

لم يعد التخطيط العمراني المستدام خياراً ثانوياً في ليبيا، بل أصبح السبيل الوحيد لضمان أمن وسلامة المواطنين وحماية الممتلكات العامة والخاصة. إن كارثة درنة، على الرغم من فداحتها، تمثل فرصة تاريخية لإعادة التفكير في نموذج التخطيط الحضري السائد. من خلال تبني نهج متكامل يجمع بين التخطيط الحضري المستنير، والهندسة الجيوتقنية الدقيقة، والإدارة الفعالة للموارد المائية، والمشاركة المجتمعية الفاعلة، يمكن لليبيا أن تبني مدنًا قادرة على الصمود في وجه التحديات الطبيعية والمناخية، وتحقق التنمية المستدامة المنشودة التي تضمن مستقبلاً أفضل للأجيال القادمة، وهو ما يتوافق مع الهدف الحادي عشر من أهداف التنمية المستدامة (شكل 3) الخاص بجعل المدن شاملة للجميع وآمنة ومرنة ومستدامة (برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية، 2015).

شكل 3: أهداف التنمية المستدامة (الأمم المتحدة، 2015).

### 4. العلاقة بين الجيولوجيا والتخطيط العمراني المستدام

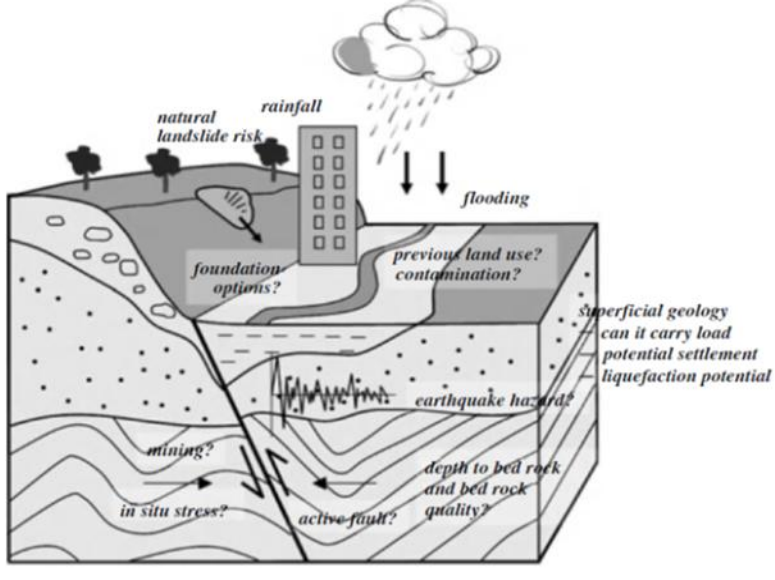
تغدو العلاقة بين الجيولوجيا والتخطيط العمراني المستدام أكثر وضوحًا في ظل التحديات البيئية والمعمارية التي تواجه المدن الحديثة؛ فلم يعد التخطيط العمراني مجرد تنظيم لطرق أو توزيع للمناطق السكنية، بل أصبح إطارًا شاملًا يهدف إلى إنشاء بيئات حضرية مرنة مستدامة وقادرة على التكيف مع المخاطر. وفي هذا السياق، تبرز الجيولوجيا بوصفها ركيزة أساسية للتخطيط الرشيد، إذ توفّر قاعدة علمية مهمة لتقييم ملاءمة الأراضي للبناء وتوجيه القرارات المتعلقة باستخدامات الأرض والحماية من المخاطر الطبيعية (González and Rangel-Buitrago, 2024).


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

ورغم أهمية المعرفة الجيولوجية، ما زال حضورها ضعيفًا في مسار التنمية الحضرية، إذ يتم غالبًا تجاهل دورها المحوري في تقليل المخاطر وتحسين جودة التخطيط. وقد أكدت دراسة Etiko (2023)، وجود فجوة واضحة في إدراك العلاقة بين جيولوجيا المدن ومرونة البنية التحتية، حيث بينت أن المرافق الحضرية ما تزال عرضة للتهديدات الجيولوجية، مما يعزز الحاجة المُلحّة لدمج الاعتبارات الجيولوجية في مراحل التخطيط كافة. كما أوصت الدراسة بتبني تقييمات جيولوجية مبكرة، وتعزيز العمل التكاملي بين التخصصات، وإجراء عملية رصد ومتابعة مستمرة، بهدف تحقيق مدن أكثر استدامة وأمانًا.

ومن هنا، فإن الدمج الواعي بين المعطيات الجيولوجية واستراتيجيات التخطيط الحضري يُعد ضرورة لضمان الأمان والاستقرار والكفاءة في البيئة العمرانية. فعند اختيار موقع لبناء جديد، يقوم الجيولوجي الهندسي بدراسة مجموعة من العوامل لضمان سلامة المنشأة واستقرارها. وتشمل هذه العوامل تقييم نوعية التربة والصخور وقدرتها على التحمل، ومستوى المياه الجوفية وتأثيره على الأساسات، إلى جانب فحص استقرار المنحدرات وإمكانية حدوث الانزلاقات الأرضية. كما يتم تحليل المخاطر الزلزالية في المنطقة، ودراسة احتمالية التعرض للفيضانات أو السيول، إضافة إلى تقييم تأثيرات التجوية والتآكل على المدى الطويل (شكل 4)، (Hencher, 2012).




شكل 4: العوامل والمخاطر الجيولوجية الواجب دراستها (Hencher, 2012).


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

كما تساهم الجيولوجيا في التخطيط الوقائي عبر توظيف نظم المعلومات الجغرافية (GIS)ونماذج الذكاء الاصطناعي (AI) للتنبؤ بالمخاطر وتحديد أولويات التنمية. وتكمن أهمية التكامل بين الجيولوجيا والتخطيط العمراني في تحقيق تنمية آمنة وصديقة للبيئة، حيث تتيح البيانات الجيولوجية بناء قاعدة معرفية متكاملة تُسهم في إعداد مخططات عمرانية مستدامة تراعي البعد البيئي والجيولوجي على المدى الطويل (العمري، 2024).

**1.4.الدراسات السابقة**

تُظهر العديد من الدراسات والتجارب الميدانية في الدول العربية والعالمية أهمية دمج المعطيات الجيولوجية والبيئية ضمن استراتيجيات التخطيط العمراني المستدام، خصوصًا في المدن المعرضة للكوارث الطبيعية كالفَيضانات والانهيارات الأرضية والزلازل. وتبرز هذه الأمثلة الدور الحيوي للعلوم الجيولوجية في الحد من المخاطر وضمان تنمية عمرانية أكثر أمانًا واستدامة.

دراسة مدخلي (2010)، تسلط الضوء على مخاطر السيول في حوض وادي بيش بمنطقة جازان، وتحليل العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة في تكرار هذه الظاهرة. أوضحت النتائج أن السيول تتكرر بمعدل خطير كل عشرين عامًا، وأن العقوم الترابية والخرسانية تزيد من حدتها بدلاً من الحد منها. كما تشير الدراسة إلى تفاوت كفاءة الأجهزة المعنية في التعامل مع السيول، وتؤكد الحاجة إلى تعزيز البنية التحتية للرصد الهيدرولوجي، وتنظيم التوسع العمراني بعيدًا عن مجاري السيول، إضافة إلى رفع مستوى الوعي المجتمعي بطرق الوقاية وتقليل الأخطار.

أظهرت دراسة (الجميلي، 2012) حول الجيولوجيا وتأثيرها على التخطيط العمراني في مدينة كربلاء أن طبيعة التكوينات الرسوبية الطينية في السهل الفيضي للفرات وارتفاع مناسيب المياه الجوفية تُعد من أبرز التحديات التي تواجه التنمية الحضرية في المدينة. كما بيّنت الدراسة أن هذه التحديات أدت إلى تدهور الأساسات وازدياد المشاكل الإنشائية، مما يتطلب حلولًا هندسية تشمل تحسين التربة وتطوير أنظمة الصرف. وأكدت النتائج ضرورة اعتماد التخطيط الحضري على المعطيات الجيولوجية لتقليل المخاطر وضمان تنمية مستدامة.

وفي مدينة عدن (اليمن)، والتي تعاني من فيضانات موسمية ناتجة عن الأمطار الغزيرة وتدفق السيول من المرتفعات المجاورة. وقد أظهرت الدراسات أن غياب التنسيق


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

بين الجهات المختصة بالتخطيط والجيولوجيا أدى إلى إقامة أحياء سكنية في مجاري الأودية مثل وادي الطويلة ووادي السيلة. واستجابةً لذلك، بدأت السلطات المحلية منذ عام 2020 بتطبيق نهج التخطيط المستدام المعتمد على التحليل الجيولوجي والهيدرولوجي لتقليل الخسائر المستقبلية (عرفات وأخرون، 2024).

تناولت دراسة سركوح (2020) عن فيضانات كليم (المغرب) دور النمو العمراني العشوائي والتغيرات المناخية في تفاقم مخاطر الكوارث الطبيعية، خاصة فيضانات 22 نوفمبر 2014. أشارت النتائج إلى أن غياب التخطيط الحضري السليم ساهم في توسع المدينة باتجاه مجاري السيول، مما أدى إلى ارتفاع مستوى الخسائر. وقسّمت الدراسة المدينة إلى ثلاث نطاقات حسب شدة تأثرها بالفيضانات: نطاق شديد الخطورة، ونطاق متأثر بدرجة متوسطة، وآخر خارج نطاق الخطر المباشر. وأكدت ضرورة اعتماد استراتيجيات فعّالة لإدارة المخاطر، وضبط التوسع العمراني، واتخاذ تدابير للحد من التأثيرات السلبية وتعزيز التنمية المستدامة

في مدينة درنة (ليبيا)، تناولت دراسة الضبع (2024) مشكلة البناء العشوائي في مجرى وادي درنة، أشارت الباحثة إلى أن التوسع العمراني غير المنظم وإهمال معايير التخطيط أدى إلى زيادة تعرض المساكن والبنية التحتية لمخاطر الفيضانات. وأوضحت الدراسة أن النمو السكاني السريع وغياب الرقابة العمرانية ساهما في تفاقم الظاهرة، وعليه أوصت بإجراء دراسات دورية لتقييم أوضاع البناء العشوائي وتحديث السياسات العمرانية بما يضمن تحقيق التنمية المستدامة.

أوضحت دراسة (González and Rangel-Buitrago, 2024)، التي تناولت تجربة كولومبيا في الإدارة الجيولوجية المحلية مبادرة "جيولوجي لكل بلدية"، والتي تُعد نموذجًا استباقيًا يربط المعرفة الجيولوجية مباشرةً بعمليات التخطيط العمراني المستدام. يقوم هذا النموذج على تعيين جيولوجي مختص داخل كل بلدية بهدف تقييم المخاطر الطبيعية وإدارة الموارد البيئية بشكل مباشر. ويسهم هذا الوجود الدائم للخبرة الجيولوجية في دعم صانعي القرار بمعلومات دقيقة حول قابلية الأراضي للتطوير، وتحديد المناطق المعرضة للمخاطر، مما ينعكس في صياغة خطط عمرانية أكثر أمانًا ومرونة. وقد أثبتت التجربة فعاليتها في الحدّ من آثار الكوارث وتعزيز استدامة البنية التحتية وحماية المجتمعات المحلية.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

وتؤكد هذه الدراسات مجتمعة أن الدمج بين الجيولوجيا والتخطيط العمراني يمثل ركيزة أساسية لتحقيق التنمية الحضرية المستدامة، من خلال الاستفادة من البيانات الجيولوجية، يمكن للمخططين اتخاذ قرارات مدروسة تضمن سلامة المنشآت وتقلل من المخاطر الطبيعية، مما يسهم في بناء مدن أكثر أمانًا واستدامة. ويساهم في تقليل المخاطر الطبيعية وتعزيز قدرة المدن على الصمود في وجه التغيرات المناخية.

### 2.4.التحديات الجيولوجية في إعادة إعمار وتحقيق التنمية العمرانية المستدامة بمدينة درنة

تواجه مدينة درنة عدة تحديات جيولوجية تعيق جهود إعادة الإعمار والتنمية المستدامة، من أهمها:

1. **نقص البيانات الجيولوجية:** تعتمد المعلومات المتوفرة على مسوحات قديمة لا تعكس التغيرات التي أحدثتها الفيضانات والتعرية، مما يؤدي إلى تخطيط غير دقيق وظهور مشكلات جيوتقنية أثناء التنفيذ. ويمكن الاستفادة من أدوات الذكاء الاصطناعي في سد هذا النقص من خلال تحليل صور الأقمار الصناعية والبيانات الميدانية آليًا، وتحديث الخرائط الجيولوجية بدقة أعلى، مما يدعم اتخاذ قرارات مبنية على بيانات حديثة وموثوقة.
2. **تعقيد الطبيعة الجيولوجية والطبوغرافية:** تقع المدينة بين الجبال والأودية والساحل، مما يزيد احتمال حدوث الانزلاقات والهبوطات الأرضية. ويجعل هذا الوضع اختيار مواقع البناء وتصميم الأساسات عملية معقدة تتطلب دراسات ميدانية دقيقة لكل موقع.
3. **تأثير التغيرات المناخية:** أسهمت التغيرات المناخية في تفاقم المخاطر عبر زيادة شدة الأمطار والفيضانات، وتسارع تآكل الساحل، ما يؤثر على استقرار التربة والبنية التحتية.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

4. **تحقيق التوازن بين التنمية والبيئة:** يشكل البناء السريع دون مراعاة الجوانب البيئية، مثل فقدان المساحات الخضراء أو سوء إدارة النفايات والمواد غير المستدامة، تحديًا إضافيًا يهدد استدامة المدينة على المدى الطويل.

ورغم هذه التحديات، تُعد مرحلة إعادة الإعمار فرصة لتعزيز التعاون بين الجامعات والجهات المختصة لإعداد خرائط جيولوجية وهيدرولوجية محدثة، وبناء قاعدة بيانات مكانية تدعم التخطيط العلمي واتخاذ القرار، بما يساهم في بناء درنة أكثر أمانًا ومرونة في المستقبل.

## 5. النتائج والمناقشة

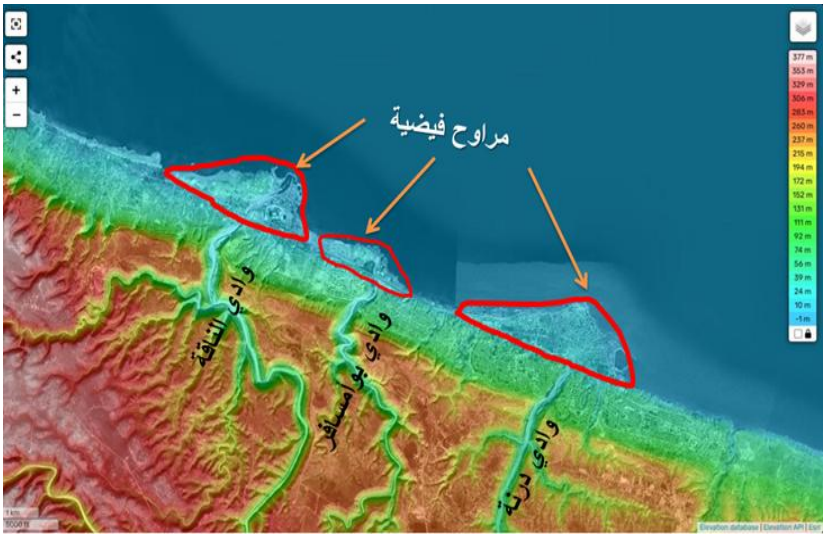
يستعرض هذا الجزء أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة حول الدور الجيولوجي في تحقيق التخطيط العمراني المستدام بمدينة درنة، مع مناقشتها في ضوء البيانات الجيولوجية والطبوغرافية والبيئية التي تم تحليلها .وقد بيّنت النتائج أن فهم الخصائص الجيولوجية للمدينة يعد خطوة أساسية لتقليل المخاطر الطبيعية وتوجيه التنمية العمرانية نحو مناطق آمنة ومستدامة.

### 1.5. الخصائص الجيولوجية والطبوغرافية لمدينة درنة

تقع مدينة درنة ضمن شريط ساحلي ضيّق للغاية بين ساحل البحر الأبيض المتوسط شمالًا وسفوح الجبل الأخضر جنوبًا، حيث ترتفع التضاريس بشكل حاد لتصل إلى نحو 300–400 متر فوق مستوى سطح البحر. ويجعل هذا الوضع الطبوغرافي المدينة داخل حوض تصريف شديد الانحدار، تتحدر عبره الأودية الرئيسية: وادي درنة، وادي الناقة، ووادي بوامسافر (شكل 5)، بميول قد تصل إلى 15–25% في بعض المقاطع (الفيتوري ولشهب الجيولوجية، 2023).


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302




شكل 5: خريطة طبوغرافية لمدينة درنة توضح أهم الاودية والمراوح الفيضية.

وقد أظهر إعصار دانيال في سبتمبر 2023 مدى خطورة هذا التركيب الجيومورفولوجي والجيولوجي، إذ أدى انهيار السدين إلى توليد موجة فيضانية عالية السرعة ذات قدرة تدميرية كبيرة، زاد من شدتها الانحدار الحاد لحوض الوادي. وقد أثر الفيضان بشكل كبير على حيّ البلاد وحيّ المغار، بوصفهما من المناطق المنخفضة طبوغرافيًا، بشكل كبير بالفيضانات، بينما كان تأثيرها محدودًا وغير مُعتبر في الأحياء الجنوبية المرتفعة طبوغرافيًا مثل شيحا وباب طبرق (شكل 6).

شكل 6: مشهد يوضح السمات الطوبوغرافية لأحياء درنة، التُقط من موقع مجاور لسد البلاد.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

جيولوجيًا، تتكون المنطقة بشكل رئيسي من صخور رسوبية كربوناتية (حجر جيري ودولوميت) تعود إلى العصر الإيوسيني وتنتمي إلى تكويني درنة وأبولونيا (شكل 7). وتمتاز هذه الصخور بقابلية عالية للذوبان والتكهف، مما أدى إلى انتشار واضح للظواهر الكارستية مثل: التكهفات السطحية والعميقة، والشقوق الواسعة، والقنوات تحت السطحية، وحفر الانهيار (Dolines) (شكل 8). كما تميّز السهل الساحلي لدرنة برواسب العصر الرباعي على شكل مراوح فيضية واسعة (Alluvial Fans) عند مصبات الأودية، تتكون من مزيج من الحصى والطين والرمال (شكل 9).

شكل 7: نوضح التركيب الجيولوجي بمدينة درنة من الصخور الجيرية لتكويني درنة وابولونيا.

شكل 8: التشققات والتكهفات في تكوين ابولونيا في حي شيحة (الشعافي والعبيدي، 2025).

للأسف، تم بناء معظم الأحياء السكنية (البلاد والمغار) فوق هذه المراوح الفيضية وداخل مجاري الأودية، مما وضعها في منطقة الخطر الأقصى أثناء الفيضانات (شكل


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

10). بناءً على الدراسات الجيولوجية وتحليل الكارثة، فإن أي إعادة إعمار آمنة لمدينة درنة يجب أن تعتمد على:

- منع البناء نهائيًا داخل مجاري الأودية.
- تُمثل المراوح الفيضية خطورة عالية على التنمية العمرانية، لأن مسارات السيول يمكن أن تتغير من موسم لآخر، والرواسب فيها هشة وغير متماسكة، ما يزيد من قابلية الانجراف والهدم. بناءً على ذلك، توصي الدراسات بضرورة استخدام تقنيات هندسية خاصة.
- توجيه التوسع العمراني نحو المرتفعات الجيرية الجنوبية الأكثر استقرارًا، وخاصة المناطق التي يزيد ارتفاعها عن 15متر فوق مستوى سطح البحر.
- إعداد خريطة مخاطر جيولوجية دقيقة، تكون مرجعًا أساسيًا لأي تخطيط عمراني أو مشاريع تنموية مستقبلية داخل المدينة.

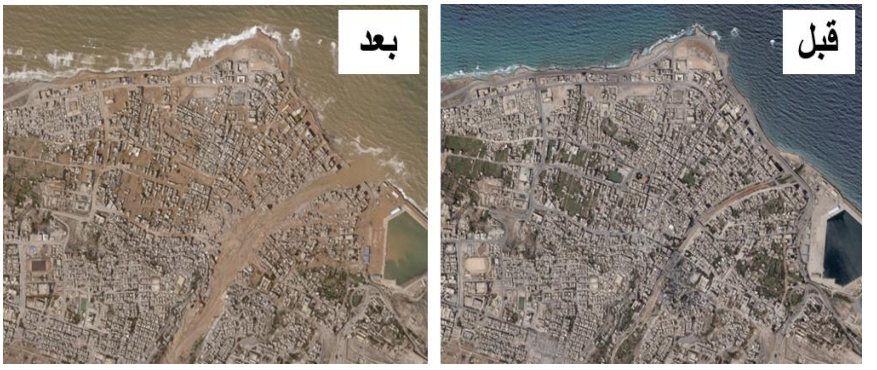
وادي درنة

وادي الناقة

شكل 9: توضح ترسبات المرواح الفيضية من الطين والحصي الغير متماسكة.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302




الشكل 10: صور الأقمار الصناعية قبل وبعد الفيضانات في درنة تُظهر المناطق الأكثر تضررًا من الإعصار، والتي تقع ضمن نطاق مروحة فيضية منخفضة طبوغرافيًا (المصدر: Plant labs PBC).

### 2.5.تآكل الساحل

يشكِّل تآكل الشواطئ في حوض البحر الأبيض المتوسط تهديدًا بيئيًا واقتصاديًا متناميًا، ينعكس سلبًا على المجتمعات الساحلية والنظم البيئية الهشة. وتُسهم مجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية مثل تغيّر المناخ، وارتفاع مستوى سطح البحر، والأنشطة البشرية المكثفة في تسريع معدلات هذا التآكل وتعميق آثاره (ذياب، 2024). يؤدي التآكل المستمر إلى فقدان أجزاء كبيرة من الأراضي الساحلية، مما يهدد الممتلكات الخاصة والعامة على حد سواء. كما أصبحت البنية التحتية، وخاصة الطرق الساحلية، في خطر داهم، حيث تقترب مياه البحر منها بشكل يهدد بانهيارها. وكان إعصار دانيال (سبتمبر 2023) مثالاً صارخاً على هذه التداعيات، حيث تسبب في تآكل سريع وكارثي وتدمير أجزاء من الطريق الساحلي في درنة، مما عزز الحاجة الملحة لوجود أنظمة حماية ساحلية فعالة (شكل 11).

يمكن التصدي لهذه المشكلة من خلال تطبيق استراتيجيات متكاملة تشمل إنشاء حواجز الأمواج البحرية ومصدات (شكل 11)، وإعادة تأهيل الغطاء النباتي الساحلي، ووضع تشريعات صارمة للحد من البناء على الشريط الساحلي. كما يمكن الاستفادة من التجارب الناجحة في المدن الساحلية المشابهة في تطوير نظام فعال لحماية السواحل.

وتعتبر هذه الإجراءات ضرورية لحماية الساحل والبنية التحتية في درنة، وضمان استدامة البيئة المحلية في مواجهة التغيرات المناخية والتحديات الطبيعية.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

شكل 11: تآكل شط البحر وجرف الطرق نتيجة أعصار دانيال (اليمين)، وحماية الشط مابعد الاعصار (اليسار).

### 3.5.مخاطر الفيضانات

تُعدّ الفيضانات من أكثر الكوارث الطبيعية تدميرًا، إذ تتسبب في خسائر بشرية كبيرة وأضرار واسعة للبنية التحتية. ومع تفاقم آثار تغيّر المناخ وازدياد شدة الظواهر الجوية المتطرفة، يُتوقع أن ترتفع وتيرة الفيضانات وحدّتها خلال العقود القادمة، مما يستوجب تبنّي نهج شامل لإدارة مخاطرها والتقليل من آثارها المحتملة (Hammond and et al., 2015).

شهد وادي درنة تاريخيًا سلسلة من الفيضانات المدمرة، من أبرزها فيضانات أعوام 1941، 1955، 1968، 1981، 1986 و2011 (عاشور، 2022). ويُعد فيضان عام 1959، المعروف محليًا باسم فيضان بوالبيضة، الأكثر حدّة، إذ أدى إلى انسداد مجرى الوادي واندفاع المياه نحو الأحياء السكنية المجاورة، مسبّبًا دمارًا واسعًا (بوالبيضة، 2011). وعلى الرغم من إنشاء سدود حماية استمر خطر الفيضانات قائمًا، وكان آخرها وأكثرها كارثية فيضان إعصار دانيال عام 2023، الذي خلّف خسائر بشرية ومادية جسيمة (شكل 12).

وفي ضوء هذا التاريخ الطويل من المخاطر التي تواجهها مدينة درنة، ومن أجل تحقيق تنمية عمرانية مستدامة، ينبغي الالتزام بعدد من المواصفات والمعايير الدولية المتعلقة بإدارة المخاطر. فقد نص معيار NFPA 1600 على ضرورة منع البناء داخل حرم الوادي بمسافة لا تقل عن 100–150 متر، مع إخلاء الأبنية المخالفة تدريجيًا (NFPA, 2019). كما تؤكد المواصفة الأوروبية على أهمية تقييم خواص التربة في


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

مجاري الأودية لضمان استقرار المنشآت القريبة منها (EN 1997, 2007). إضافة إلى ذلك، توصي معايير (ISO 2019) بدمج إدارة الفيضانات ضمن التخطيط العمراني، من خلال إنشاء ممرات مائية مرنة وشوارع قابلة لتصريف مياه الطوارئ.

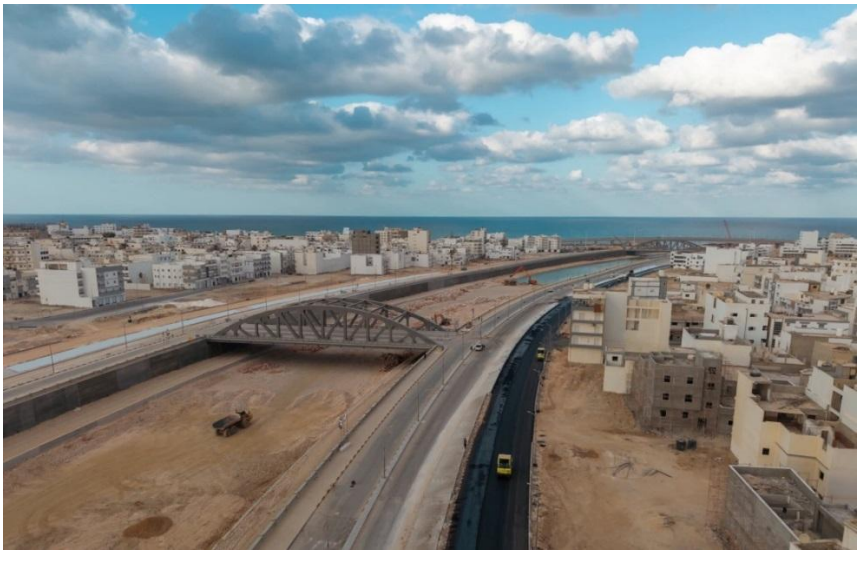
شكل 12: تظهر حجم دمار المباني والطرق والجسور في مجرى الوادي قبل وبعد اعصار دانيال.

تُظهر الصورة المرفقة (شكل 13) نموذجًا واضحًا لإحدى المشكلات الجذرية المرتبطة بمخاطر الفيضانات في مدينة درنة. إذ توثّق الصور عملية إعادة تشكيل مجرى الوادي قرب مصبّه، وهو سلوك طبيعي يعكس ديناميكية النظام النهري وحيويته، بما في ذلك قدرته على تغيير مساره وتوسيع مجراه تبعًا لشدة الجريان دون التقيد بالحدود الاصطناعية التي يفرضها الإنسان. ويبرز هنا وجود منازل مبنية على مقربة شديدة من حافة المجرى، داخل الحرم الهيدرولوجي الذي يجب أن يبقى خاليًا لتمكين النهر من التمدد الطبيعي أثناء ذروة الجريان دون أضرار. وجود هذه الأبنية يزيد من خطر الانهيار أو الانجراف أثناء الفيضانات المفاجئة، كما يعرقل جريان المياه ويضاعف قوتها التدميرية. لذلك، تُعد إزالة هذه المنشآت المخالفة إجراءً وقائيًا أساسيًا للحفاظ على الأرواح والممتلكات، مع الالتزام


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

بالمسافة الموصى بها في الحرم الهيدرولوجي (100–150 متر) لتخفيف حدة الفيضانات وتعزيز الأمن البيئي للمدينة (NFPA, 2019; ISO, 2019).



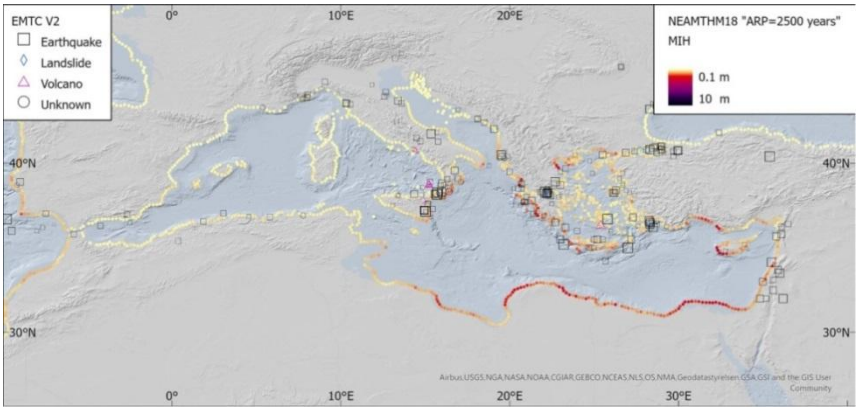
شكل 13: صور بالقرب من مصبّ الوادي توضح إعادة تشكيل مجرى الوادي، ويُلاحظ وجود منازل قريبة جدًا من المجرى، وهي مواقع يُفترض إزالتها نظرًا لمخالفتها لمناطق الحرم الهيدرولوجي.

### 4.5.مخاطر الزلازل والبراكين والتسونامي

تُعد الزلازل والبراكين وما ينتج عنها من ظواهر ثانوية مثل موجات التسونامي من أبرز الأخطار الجيولوجية التي قد تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر على مدينة درنة. فموقع المدينة الساحلي على البحر المتوسط، ووقوعها على بعد أقل من 300 كيلومتر من جزيرة كريت النشطة زلزاليًا، يجعلها عرضة لتأثيرات الزلازل البحرية وموجات التسونامي الناتجة عنها، خاصة في حال وقوع زلازل قوية في المنطقة (Amato and et al., 2021)، ويوضح الشكل 14 مدى خطورة تعرض المدينة لهذا النوع من الأخطار الجيولوجية.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302




الشكل 14: خريطة مخاطر التسونامي في البحر الأبيض المتوسط والمناطق الأكثر عرضة هي اليونان ومصر وليبيا وجنوب إيطاليا (Amato and et al., 2021).

ويُفاقم من حجم هذه التهديدات غياب أنظمة الرصد الزلزالي والإنذار المبكر، إلى جانب ضعف البنية التحتية في المدينة، مما يزيد من احتمالية تعرضها لأضرار جسيمة في حال حدوث كارثة جيولوجية من هذا النوع. لذلك، يُوصى بضرورة تحديث المخططات العمرانية بما يضمن تجنب المناطق الأكثر عرضة للمخاطر، مع تفعيل أنظمة الإنذار المبكر، وتطوير بنية تحتية مقاومة للكوارث، بالإضافة إلى إعداد خطط إخلاء وتدريب السكان على كيفية التعامل مع حالات الطوارئ.

### 5.5. الانهيارات الأرضية

تُعدّ الانهيارات الأرضية من أخطر الظواهر الجيومورفولوجية، حيث تتحرك كتل الصخور أو التربة على المنحدرات بفعل الجاذبية، سواء بالسقوط، الانزلاق أو التدفق، وتمتاز بوجود حدود واضحة للكتل المنهارة. تتأثر هذه الظاهرة بعوامل طبيعية مثل هطول الأمطار الغزيرة وتشبع التربة بالمياه والزلازل، وعوامل بشرية مثل البناء العشوائي وإزالة الغطاء النباتي (الجميلي، 2019). وقد أسهمت الانهيارات المصاحبة لإعصار دانيال في درنة بتدمير البنية التحتية وتعطّل شبكات النقل وتهديد الأحياء القريبة من السفوح (شكل 15).


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

شكل 15: صورة توضح انهيارات أرضية حدثت جراء إعصار دانيال في درنة، وتأثيرها على تعطّل شبكات النقل.

ونتيجة لما سبق، تقع مدينة درنة ضمن نطاق ضيق بين ساحل البحر وسفوح جبل الأخضر، ما دفع السكان إلى البناء بالقرب من المنحدرات الجبلية دون إجراء الدراسات الجيولوجية اللازمة أو تقييم استقرار الانحدارات (شكل 16)، مما يزيد من تعرضهم لمخاطر الانزلاقات الأرضية ويهدد سلامتهم وممتلكاتهم.

للحد من هذه المخاطر، يُوصى بإجراء دراسات جيولوجية دقيقة وتحديث خرائط المخاطر، وتنظيم استخدامات الأراضي لمنع البناء في المناطق المعرضة للانهيارات (شكل 17)، مع تحسين إدارة مياه الأمطار وصيانة مجاري الوديان. كما يعتبر إعادة تأهيل الغطاء النباتي أمرًا ضروريًا لتثبيت التربة، إلى جانب تطوير نظام مراقبة وإنذار مبكر لرصد تحركات التربة وربطه بفرق الطوارئ. ويجب تعزيز البنية التحتية بتقنيات تدعيم المنحدرات والجدران الاستنادية، مع توعية السكان بطرق الوقاية وإجراءات الإخلاء، لضمان قدرة المدينة على مواجهة المخاطر المستقبلية وتقليل آثار الانهيارات على السكان والبنية التحتية.


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

شكل 16: البناء بالقرب من المنحدرات الجبلية.

شكل 17: صورة جوية توضح موقع المدينة المحصور بين الساحل والجبل، حيث يُشير اللون الأصفر إلى المناطق الأكثر عرضة للانهيارات والانزلاقات الأرضية (المصدر: Washington Post).

### 6.5.دور الذكاء الاصطناعي في تقييم المخاطر الجيولوجية

يُشكّل الذكاء الاصطناعي (AI) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) أداة متطورة لتحليل البيانات الجيولوجية والتنبؤ بالأخطار الطبيعية مثل الفيضانات والانهيارات الأرضية. فمن خلال دمج البيانات المكانية والبيئية مع النماذج الجيولوجية، يساهم الذكاء


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

الاصطناعي في تحليل البيانات الجيومورفولوجية والتنبؤ بالمخاطر بدقة عالية. تؤكد الإحصائيات العالمية، مثل تلك الصادرة عن قاعدة الكوارث الدولية (EM-DAT)، الحاجة الملحة لهذه التقنيات، حيث تسببت الكوارث الجيولوجية الواسعة بين عامي 1990 و2022 في مقتل ملايين الأشخاص وتشريد المزيد، مما يبرز دور الذكاء الاصطناعي الحيوي في تقليل هذه الآثار (العمري، 2024).

يمكن تطبيق هذه التقنيات بشكل عملي في مدينة درنة، خاصة في أعقاب كارثة سبتمبر 2023. حيث تتيح خوارزميات التعلم الآلي دمج بيانات الأمطار والانحدارات ونوعية الصخور والتربة لتحديد المناطق المعرضة للانهيارات الأرضية والسيول بشكل دقيق. يؤدي هذا إلى تصميم خرائط مفصلة للمخاطر الجيولوجية تكون بمثابة دليل علمي للعمل. تمتد فوائد الذكاء الاصطناعي إلى ما وراء التقييم المباشر، ليدعم عمليات التخطيط الاستراتيجي وإعادة الإعمار المستدام (الخطيب، 2022).

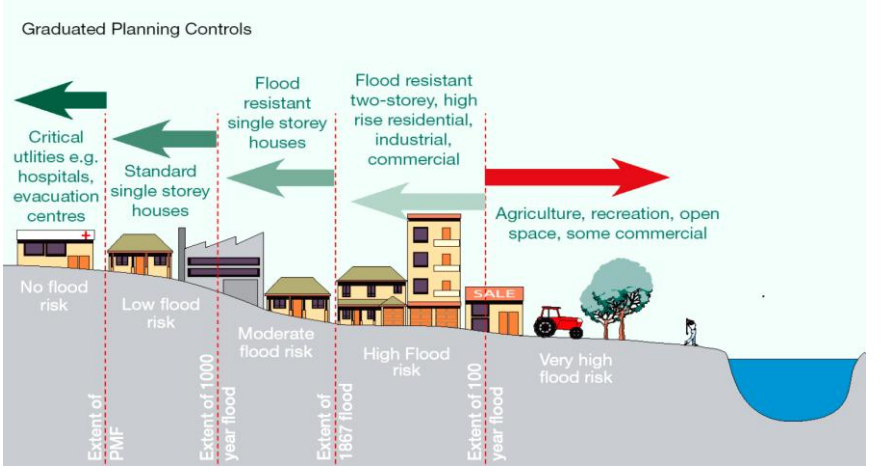
فالنماذج التنبؤية القائمة على الذكاء المكاني تساعد في توجيه التخطيط العمراني بعيدًا عن بؤر الخطر، وتخطيط البنية التحتية الآمنة، وتحسين استراتيجيات الطوارئ وإدارة الكوارث. كما يساهم في تقييم الأثر البيئي وتخطيط استخدام الأراضي بشكل يعزز المرونة والاستدامة. وبالتالي، فإن اعتماد الذكاء الاصطناعي في درنة ليس مجرد خيار تقني، بل هو ركيزة أساسية لإعادة الإعمار الآمن وتحويل التحدي إلى فرصة لبناء مدينة أكثر مرونة وقدرة على مواجهة المخاطر الطبيعية في المستقبل.

### 7.5.تخطيط استخدام الأراضي وإدارة المخاطر

يُعتبر تخطيط استخدام الأراضي حجر الزاوية في إدارة مخاطر الكوارث، لا سيما الفيضانات. فهو أداة استباقية فعّالة تهدف إلى تقليل الخسائر البشرية والمادية من خلال توجيه العمران والأنشطة البشرية بعيداً عن المناطق المعرضة للخطر، وتنظيم الكثافة البنائية بما يتناسب مع مستوى الخطورة (Smith and Ward, 1998). وتوصي الدراسة باعتماد نموذج التحكم المتدرج في التخطيط العمراني ( Graduated Planning Controls)، الذي يوزّع استخدامات الأراضي وفق مستوى الخطورة، بما يضمن تحسين القدرة على الصمود وتقليل الخسائر البشرية والمادية (Hawkesbury City Council, 2012) (شكل 18) بدلاً من الاعتماد فقط على المشاريع الهندسية كالسدود والقنوات. يُظهر النموذج تقسيم المناطق إلى خمسة مستويات:


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302




شكل 18: ضوابط تخطيط استخدام الأراضي المتدرجة للحد من مخاطر الفيضانات (Hawkesbury City Council , 2012).

- **منطقة دون خطر فيضانات (منطقة أمنة):** تقع في المرتفعات، وتُخصّص للمرافق الحيوية كالمستشفيات ومراكز الإخلاء.
- **منطقة خطر منخفض:** مناسبة للمنازل السكنية التقليدية ذات الطابق الواحد.
- **منطقة خطر متوسط:** يُسمح فيها بمبانٍ مقاومة للفيضانات وفق معايير تصميم خاصة.
- **منطقة خطر مرتفع:** يمكن أن تحتوي على مبانٍ مقاومة للفيضانات من طابقين أو منشآت تجارية وصناعية مزودة بحماية إضافية.
- **منطقة خطر عالٍ جداً:** داخل مجرى الوادي والأقرب لمجرى الوادي، ويُمنع فيها البناء السكني تمامًا، وتُخصّص للزراعة، والمساحات الخضراء، والأنشطة غير الدائمة (Hawkesbury City Council, 2012).

بالنسبة لمدينة درنة، التي تواجه مخاطر متكررة جراء طبيعتها الطبوغرافية الحادة وتداخل العمران مع مجرى الوادي، فإن تطبيق هذا النموذج سيسهم في تنظيم الاستخدامات العمرانية بشكل يحدّ من تعرّض السكان والممتلكات للخطر. ويمكن تحقيق ذلك عبر منع البناء داخل مجرى وادي درنة والمناطق المنخفضة المحيطة به، وإنشاء مناطق خضراء


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

عازلة تعمل كأحواض امتصاص طبيعية، إضافةً إلى إعادة توجيه الأنشطة الحيوية والأبنية الخدمية نحو المناطق المرتفعة الأكثر أمانًا. ويساعد دمج خرائط المخاطر ودراسات الهيدرولوجيا في خطط الإعمار المستقبلية على تعزيز مبدأ "إعادة البناء بشكل أفضل" وضمان استدامة التنمية في المدينة.

### 8.5.المناقشة

تكشف نتائج هذه الدراسة أن كارثة درنة لم تكن حدثاً طبيعياً منفصلاً، بل ثمرة تفاعل معقّد بين خصائص جيولوجية وطبوغرافية حسّاسة من جهة، وممارسات تخطيط عمراني غير مستندة إلى معايير السلامة من جهة أخرى. فقد أدى التوسع العمراني داخل مجاري الأودية والمراوح الفيضية، وتجاهل هشاشة التكوينات الكارستية والانحدارات الشديدة في حوض الوادي، إلى تضخيم تأثير الفيضانات بشكل لافت. وتتوافق هذه النتائج مع ما أكدته العديد من الدراسات السابقة الإقليمية والدولية، مثل دراسة الضبع (2024) حول البناء العشوائي في مجرى وادي درنة، ودراسة سركوح (2020) حول فيضانات كلميم في المغرب، والتي أشارت إلى أن غياب التخطيط الحضري السليم يزيد من مخاطر الكوارث الطبيعية.

وتشير المعطيات الميدانية والتحليل الجيومورفولوجي إلى أن الأخطار الطبيعية في درنة ومنها الفيضانات والانهيارات الأرضية وتآكل السواحل هي أخطار مترابطة وليست مستقلة، ويغذي بعضها البعض ضمن بيئة جيولوجية بالغة الحساسية. وهو ما يعزز الحاجة إلى دمج الخرائط الجيولوجية والهيدرولوجية التفصيلية في مراحل التخطيط الحضري كافة، بما في ذلك تحديد استعمالات الأراضي، وتصميم البنية التحتية، وإدارة موارد المياه. وتدعم التجارب الدولية، على غرار مبادرة جيولوجي لكل بلدية التي أوصت بها دراسة González and Rangel-Buitrago (2024)، جدوى اعتماد إطار مؤسسي يضمن حضور الخبرة الجيولوجية في عملية صنع القرار العمراني.

كما توضح الدراسة أن الخلل لم يكن تقنياً فحسب، بل مؤسسياً أيضاً. فقد أدى غياب التنسيق بين الجهات الفنية وخاصة المخططين العمرانيين والجيولوجيين والمهندسين إلى نشوء فجوة معرفية وتطبيقية انعكست في اتخاذ قرارات عمرانية غير آمنة كما أشارت بذلك دراسة Etiko (2023). وهذا يبرز ضرورة تبني مقاربات تخطيط تشاركية متعددة


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

التخصصات، ترتكز على بيانات ميدانية دقيقة ونماذج مخاطر علمية محدثة، بدلاً من الاعتماد على ممارسات تقليدية أو تقديرية.

وتؤكد النتائج أهمية الانتقال من نموذج إدارة الكوارث إلى نموذج "المرونة الحضرية" الذي يدعو إليه الهدف الحادي عشر من أهداف التنمية المستدامة. ويشمل ذلك اعتماد نظام للتحكم المتدرج في استخدامات الأراضي، يمنع البناء في المناطق عالية الخطورة، ويوجه التنمية نحو مناطق أكثر استقراراً جيولوجياً. كما تشمل الإجراءات الجوهرية استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والنمذجة العددية والذكاء الاصطناعي لإنتاج خرائط مخاطر عالية الدقة وتفعيل أنظمة إنذار مبكر قادرة على دعم اتخاذ القرار في الوقت المناسب.

وتقدم الدراسة إضافة نوعية من خلال إبراز العلاقة الوثيقة بين الجيولوجيا والهيدرولوجيا والتخطيط العمراني، وتأكيد أن فاعلية إعادة الإعمار لا تكمن في إعادة بناء ما كان، بل في إعادة تصميم المدينة على أسس استباقية تراعي خصائصها الطبيعية وتحدياتها المستقبلية. ويتطلب تحقيق ذلك إرادة سياسية واضحة، وتشريعات حضرية ملزمة، وآليات رقابية فعّالة، إلى جانب توعية المجتمع بأهمية احترام النظم البيئية الطبيعية. وبناءً على ما تقدم، فإن تبني نهج "التخطيط العمراني المستنير بالجيولوجيا" يمثل ضرورة ملحة لبناء مدينة درنة أكثر أماناً ومرونة وصموداً، وللحيلولة دون تكرار الكوارث في المدن الليبية والساحلية والجبلية المشابهة.

## 6. الخلاصة

أظهرت نتائج الدراسة أن التوسع العمراني داخل مجاري الأودية والمراوح الفيضية، إلى جانب تجاهل هشاشة التكوينات الكارستية والانحدارات الحادة في حوض وادي درنة، كان عاملاً رئيسًا في تضخيم حجم الفيضانات وآثارها التدميرية. وتؤكد هذه النتائج أن دمج المعطيات الجيولوجية والهيدرولوجية ضمن سياسات التخطيط العمراني المستدام يمثل ضرورة أساسية لبناء مدن أكثر أمانًا ومرونة في مواجهة الأخطار الطبيعية.

لقد برهنت تجربة درنة أن التخطيط الحضري لا يمكن أن يكون فعالًا أو مستدامًا دون فهم عميق لطبيعة الأرض وخصائصها الجيومورفولوجية. كما أظهرت الكارثة أن


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

تبنّي نهج علمي متكامل يجمع بين الجيولوجيا والهندسة والتخطيط الحضري هو السبيل الأمثل لضمان تنمية عمرانية قادرة على الحد من المخاطر الطبيعية وتقليل آثارها.

وتشير الدروس المستفادة إلى أن التدخل غير المدروس في البيئة الطبيعية مثل إزالة الغطاء النباتي، والبناء العشوائي في مجاري الأودية، وإهمال البنية التحتية الحيوية يمكن أن يؤدي إلى عواقب بشرية واقتصادية كارثية، كما حدث خلال إعصار دانيال. وبالتالي، يصبح تحقيق التنمية العمرانية المستدامة ضرورة ملحّة، خصوصًا في المدن ذات الحساسية البيئية والجيومورفولوجية العالية.

وتؤكد الدراسة أن الدراسات الجيولوجية الدقيقة تمثل عنصرًا محوريًا في نجاح المشاريع الحضرية، إذ تساهم في اتخاذ قرارات مكانية رشيدة تراعي السلامة والاستدامة. كما تتطلب الطوبوغرافيا المعقدة لمدينة درنة تبني حلول هندسية ووقائية متخصصة تتناسب مع طبيعة التضاريس وشبكات التصريف، بما يضمن حماية السكان، ويدعم تخطيطًا حضريًا آمنًا قادرًا على الصمود أمام التغيرات المناخية والمخاطر المستقبلية.

## 7. التوصيات

- إعداد خرائط جيولوجية وهيدرولوجية دقيقة لمدينة درنة.
- حظر البناء بشكل كامل داخل مجاري الأودية والمناطق عالية الخطورة.
- إنشاء نظام إنذار مبكر للفيضانات والانهيارات الأرضية واستخدام الذكاء الاصطناعي و GIS في توقع المخاطر.
- تكامل العمل بين الجيولوجيين والمخططين العمرانيين في جميع مراحل إعادة الإعمار و وضع ضوابط عمرانية تراعي الطبيعة الجيولوجية للمنطقة.

**المراجع:**

أمهني، صالح (2023). الجيولوجيا والتنمية المستدامة في ليبيا. International Journal of Sustainable Development and Science, 6(3), 60–77. https://doi:10.21608/ijsrsd.2023.315556


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

الجميلي، رياض (2012). مدينة كربلاء (دراسة في النشأة في التطور العمراني). دار الكتب، بيروت.

الجميلي، محمود (2019). مقدمة في الجيولوجيا البيئية والهندسية. [بغداد]: المؤلف. 465 صفحة.

الأمم المتحدة. (2015). أهداف التنمية المستدامة: مدن ومجتمعات مستدامة. نيويورك: الأمم المتحدة.

الخطيب، محمد. (2022). استخدام الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالكوارث الطبيعية. مجلة البحوث البيئية، جامعة القاهرة.

الشعافي، عبدالسلام والعبيدي، سعد (2025). التكهفات في الطبقات الجيرية بمدينة درنة (تقرير داخلي غير منشور).

الضبع، حنان (2024). مخاطر البناء العشوائي وإهمال معايير التخطيط العمراني (مجرى وادي درنة أنموذجا). المؤتمر الأول لأقسام الجغرافيا بجامعة الزاوية بالتعاون مع المركز الليبي للدراسات الجيومرفولوجية (التخطيط لاستثمار العشوائيات في البلديات) 2024 م بالزاوية.

العمري، عبدالله (2024). تطبيقات الذكاء الاصطناعي في علوم الأرض. منشورات جامعة الملك سعود. ص: 376. ردمك: 1- 0454 - 05 - 603 - 978: رقم الإيداع 22264 / 1445.

العموش، أحمد (2024). دور مهندس جيولوجي في تقييم وإدارة المخاطر الجيولوجية في البلديات. مجلة المجتمع العربي لنشر الد ا رسات العلمية. الإصدار رقم (50)، ISSN: 2958-679.

الغيثي، مسعود (2023). دراسة مورفومترية وهيدرولوجية لحوض وادي درنة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS). مجلة العلوم الإنسانية والتطبيقية، 8(16)، 221-235. https://doi.org/10.65137/jhas.v8i16.449

الفيتوري، علي وسعد لشهب (2023). الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوضي وادي درنة ووادي مرقص (شمال شرق ليبيا). مجلة جامعة سرت للعلوم الإنسانية، العدد 11. https://DOI:10.37375/sujh.v11i2.248


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

المرابط، حسنة (2019). النظام التخطيطي المستدام في ليبيا. المؤتمر الهندسي الثاني لنقابة المهن الهندسية بالزاوية 2019. ص 253.

المنديل، ع. (2008). التخطيط العمراني المستدام: مفاهيم واستراتيجيات. القاهرة: دار الفكر العربي.

برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (2023) . مستقبل حضري مستدام من خالل تعددية شاملة للجميع وفعالة: تحقيق أهداف التنمية المستدامة في أوقات أألزمات العالمية. (تقرير المديرة التنفيذية عن الموضوع الخاص للدورة الثانية لجمعية موئل أألمم المتحدة).

بوبيضة، عبدالجواد أبوبكر (2011). تقرير حول الأخطار المحتملة لفيضانات وادي درنه وسبل تفاديها. الجمعية الليبية للتخطيط والتنمية المستدامة، نشر بموقع https://lapsd.wordpress.com/.

ذياب، ناصر (2024). تآكل الشواطئ في ليبيا ودول البحر الأبيض المتوسط: استجابات بيئية وحلول مبتكر ة. مجلة الحكمة للدراسات والأبحاث. المجلد 4، العدد 6 (20). ISSN online/ 2769-1934.

سركوح، مفيدة (2020). النمو العمراني بين هاجس التغيرات المناخية ومتطلبات استراتيجيات إدارة المخاطر، حالة فيضانات كلميم، المغرب. مجلة الرسالة للدراسات والبحوث الإنسانية، 5(3)، 61-75. https://asjp.cerist.dz/en/article/133859

عاشور، عبدالونيس عبدالعزيز رمضان (2022). تقدير عمق الجريان السطحي لحوض وادي درنة بالتكامل بين تقنيات نظم المعلومات الجغر افية و نموذج SCS-CN. مجلة جامعة سبها للعلوم البحثة والتطبيقية. العدد 12 المجلد 2. https://doi:10.51984/JOPAS.V21I2.2137

عبد الفتاح، أ. (2021). إدارة مخاطر الكوارث في التخطيط العمراني. القاهرة: دار المعارف الجامعية.

عرفات، محمد – الصبيحي، مطيع – الحميدي، عبد الجليل – الطيب، بشار. (2024). النمذجة الهيدرولوجية لتقييم مخاطر السيول وتخفيف حدتها باستخدام الاستشعار


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية (دراسة حالة محافظة عدن). [دراسة غير منشورة / تقرير].

مدخلي، رقية (2010). مخاطر السيول بحوض وادي بيش بمنطقة جازان. رسالة ماجستير (غير منشورة). جامعة أم القرى، السعودية.

هبيل، اميرة وعبد العاطي، بلال (2024). استراتيجيات التنمية العمرانية المستدامة في مدينة درنة: التخطيط الحضري كأداة للتقليل من تأثير الفيضانات. مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية.

HNSJ, 2024, 5(8); https://doi.org/10.53796/hnsj58/18

Amato, A.; Avallone, A.; Basili, R.; Bernardi, F.; Brizuela, B.; Graziani, L.; Herrero, A.; Lorenzino, M.C.; Lorito, S.; Mele, F.M.; et al. (2021). From Seismic Monitoring to Tsunami Warning in the Mediterranean Sea. Seismol. Res. Lett. 2021, 92, 1796–1816. doi: https://doi.org/10.1785/0220200437.

EN 1997-2 (2007). Eurocode 7: Geotechnical design Part 2: Ground investigation and testing.

Etiko, Anne (2023). Urban Geology and Infrastructure Resilience. Journal of Physical Sciences. Vol.5, Issue No.1, pp 26 – 38, 2023. ISSN: 2791-2485.

González, C and Rangel-Buitrago, N., (2024). A geologist per municipality initiative: Bridging geology and governance for sustainable development in Colombia. Environmental Science & Policy, Volume 153, 2024, 103675, ISSN 1462-9011, https://doi.org/10.1016/j.envsci.2024.103675

Hammond, M. J., Chen, A. S., Djordjević, S., Butler, D., & Mark, O. (2013). Urban flood impact assessment: A state-of-the-art review. Centre for Water Systems, University of Exeter, Exeter, UK.

Hawkesbury City Council, Floodplain Risk Management Advisory Committee. (2012). Main Report. Vol. 1 of Hawkesbury Floodplain Risk Management Study and Plan. Epping, NSW, Australia: Bewsher. http://www.hawkesbury.nsw.gov. au/__


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/asjk2302

data/assets/pdf_ file/0010/58546/Hawkesbury_FRMS-and-P_Volume1.pdf.

Hencher, Steve (2012). Practical Engineering Geology (1st ed). CRC Press. https://doi.org/10.1201/b12836

ISO. (2019). ISO 37123: Sustainable cities and communities - Indicators for resilient cities. ISO 37123:2019 (E)

NFPA (2019). NFPA 1600: Standard on Continuity, Emergency, and Crisis Management. ISBN: 978-145592210-9.

Smith, K., and Ward, R. (1998). Floods: Physical Processes and Human Impacts (337 p). New York: John Wiley.

Turvey, Rosario (2019). Urban planning and sustainable cities. Int. J. Sustainable Society, Vol. 11, No. 3, 2019. DOI: 10.1504/IJSSOC.2019.103700.

Yıldız, Ümit (2024). Urban planning and development in harmony with the geosciences. Journal of Scientific Reports-A, 56, 145-154. E-ISSN: 2687-6167.

**Websites:**

https://arabic.euronews.com/

https://www.theguardian.com/


Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية