

Urban Planning and Design of the Road Network in Derna City after Reconstruction

Fairouz Abdesalam Elsawainhe *

Master of Architectural Engineering, Department of Architecture, University of Derna –
College of Arts and Architecture, Derna City, Libya

*Corresponding author: fairouz.a.s.80@gmail.com

Received: 15-06-2025	Accepted: 08-08-2025	Published: 07-09-2025
	Copyright: © 2025 by the authors. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).	

Abstract:

This research aims to analyze the extent to which the new reconstruction projects in Derna comply with international standards and global case studies, as well as to evaluate the efficiency of connectivity between the two banks of Wadi Derna in terms of traffic flow and safety. The study also seeks to enhance the design and planning of roads and bridges in post-disaster contexts, with a focus on urban resilience, environmental sustainability, and the integration of smart technologies. The core research question centers on: How can smart technologies be utilized in the planning and design of roads and bridges after a disaster to ensure sustainable and resilient infrastructure against future floods, while integrating the watercourse within urban planning? The study adopts the descriptive approach to scientifically describe the studied phenomenon in line with the research objectives, and the analytical approach to assess the recently implemented road and bridge plans along the valley. The research concludes with a set of findings and recommendations.

Keywords: Urban planning, Urban design, Road and bridge network, Resilient and sustainable design, Smart technology, Wadi Derna watercourse.

التخطيط والتصميم العمراني لشبكة الطرق بمدينة درنة بعد الإعمار

فيروز عبدالسلام الصويني *

ماجستير في هندسة العمارة، قسم العمارة، جامعة درنة، كلية الفنون والعمارة، مدينة درنة، ليبيا.

الملخص

يهدف هذا البحث إلى تحليل مدى تشوافق مشاريع درنة الجديدة مع المعايير الدولية وأمثلة دراسات الحالة العالمية، وتقييم كفاءة الربط بين ضفتي (وادي درنة) من حيث الانسيابية المرورية والأمان، وتحسين تصميم وتخطيط الطرق والجسور بعد الكوارث، مع مراعاة المرونة الحضرية والاستدامة البيئية والتكنولوجيا الذكية. وتتمحور إشكالية البحث حول الإجابة على السؤال التالي: كيف يمكن الاستفادة من التكنولوجيا الذكية في تخطيط وتصميم الطرق والجسور بعد الكارثة لضمان استدامة ومرونة البنية التحتية أمام الفيضانات المستقبلية، مع دمج المجرى المائي في التخطيط العمراني؟ واعتمد البحث على المنهج الوصفي لغرض وصف الظاهرة المدروسة بأسلوب علمي بما يتوافق مع أهداف البحث، والمنهج التحليلي من أجل تحليل المخططات للطرق والجسور المنفذة حديثاً على مجرى الوادي. وخرج البحث بعدد من النتائج والتوصيات.

الكلمات المفتاحية: التخطيط، والتصميم العمراني، شبكة الطرق والجسور، التصميم المرن والمستدام، التكنولوجيا الذكية، المجرى المائي لوادي درنة.

المبحث الأول: الإطار العام للبحث:

المقدمة:

تعرضت مدينة درنة الليبية لكارثة طبيعية في عام 2023 نتيجة لانهايار السدود، مما أسفر عن دمار واسع في البنية التحتية، بما في ذلك انهيار معظم الجسور التي تربط ضفتي المجرى المائي للمدينة، وتضرر جزء كبير من شبكة الطرق، لاسيما في مركز المدينة. وقد بُذلت جهود كبيرة في إعادة الإعمار من خلال فتح مسارات جديدة وبناء جسور بديلة في المناطق التي تعرضت للكوارث، ولكن بظل التساؤل مطروحاً: هل التزمت هذه المشاريع بالمعايير العالمية لتخطيط الطرق والجسور في المناطق المعرضة للكوارث بشكل كافٍ؟

من هنا تبرز الحاجة إلى دراسة متكاملة لتخطيط وتصميم شبكة الطرق الجديدة بعد الكارثة، مع التركيز على إمكانيات دمج التكنولوجيا الذكية، نظراً لدورها الفعال في محاكاة حركة النقل وربطها بأنظمة الطوارئ، بما يساهم في الحد من المخاطر المحتملة مستقبلاً.

تلجأ المدن حول العالم إلى تبني التقنيات الرقمية لمواجهة التحديات المستقبلية، مما يعزز الممارسات الحضرية المستندة إلى التكنولوجيا، إذ تتيح البيانات والتقنيات الحديثة أدوات ومعلومات تُسهم في تحسين أداء المدن، لتصبح أكثر مرونة وذكاءً في مواجهة الكوارث. وبناءً على ذلك، سيقارن البحث بتجارب مشابهة بهدف الاستفادة منها وإمكانية تطبيقها في مدينة درنة.

يركز هذا البحث على ثلاثة محاور رئيسة لفهم ومعالجة الكوارث المتعلقة بالفيضانات:

1. **تقييم شبكة الطرق:** من خلال تحديد مناطق شبكة الطرق على المجاري المائية وتحليل نقاط الضعف القابلة للتأثر بالفيضانات.

2. **دمج التخطيط المرن في النقل الحضري:** عبر تطوير استراتيجيات تُمكن أنظمة النقل من التكيف والاستمرار في الأداء أثناء الظروف الجوية القاسية.

3. **دور التقنيات الذكية في تعزيز مرونة الطرق:** من خلال استعراض كيفية إسهام أنظمة إدارة الحركة الذكية وتحليل البيانات في تحسين تدفق الحركة ومواجهة الفيضانات.

من خلال هذه المحاور الرئيسية، يتناول هذا البحث التحديات والصعوبات التي تواجه مدينة درنة في ليبيا نتيجة التداعيات الجسيمة التي خلفتها فيضانات عاصفة دانيال عام 2023، والتي أدت إلى إلحاق أضرار مدمرة بمدينة درنة أثرت بصورة كبيرة على العمران، وخاصة الجسور والطرق التي تربط المدينة بالمناطق العمرانية المجاورة.

وفي الختام، يسعى هذا البحث إلى تقديم توصيات هادفة ومحددة بناءً على نتائج الدراسة، مع التركيز على تحقيق التخطيط العمراني المستدام، وتعزيز القدرة على التعامل مع الكوارث الطبيعية في المستقبل، وبذلك تسعى هذه الدراسة إلى سد الفجوة البحثية المتعلقة بضرورة تعميق الفهم للتحديات البيئية وطرح مجموعة من الحلول المبتكرة لتخطيط وتصميم شبكة الطرق في إطار مواجهة الكوارث الطبيعية.

مشكلة البحث:

في الحادي عشر من سبتمبر لعام 2023، تعرضت مدينة درنة إلى فيضان مروع، وذلك عندما اجتاحتها عاصفة عاتية جاءت إليها قادمة من البحر المتوسط، محملة بأمطار غزيرة بلغت مستويات قياسية كبيرة، لم تشهدها المدينة منذ قرابة أربعة عقود، حيث تجاوزت الـ 400 ملليمتر. ولقد أسهم الضغط الكبير للمياه التي تراكمت خلف سدي وادي درنة الكبير وبو منصور إلى انهيارهما، مما أدى إلى قدوم سيل جارفة نحو المدينة، مخلفة دماراً كبيراً في ربعها الوسطي، ومحواً لأحياء بكاملها. هذه الكارثة أسفرت عن حدوث خسائر بشرية ومادية هائلة، وذهب ضحيتها آلاف السكان، وتدمرت البنية التحتية بشكل شبه كامل، وقد أدت الأمطار المحملة بالطين إلى زيادة حدة الدمار، مما أجبر الآلاف من السكان على النزوح إلى المدن المجاورة، وأصبحت مدينة درنة منكوبة. والواقع، إن هذه النكبة التي تعرضت لها المدينة لم تكن الأولى من نوعها، التي عانت منها المدينة، فقد تعرضت على مدى القرن الماضي لعدة موجات فيضانية عنيفة، أبرزها التي حدثت خلال الأعوام 1941، 1955، 1968، 1986، و2011، وتكمن المشكلة في تأثير الفيضانات على مختلف الأصعدة، وذلك بما تسببه من خسائر بشرية ومادية فادحة، ومنها الطرق والجسور.

تتمحور مشكلة البحث في التساؤل حول تخطيط وتصميم الطرق والجسور الجديدة التي أنشئت على المجرى المائي لإعادة ربط أجزاء المدينة والتزامها بمعايير التخطيط العمراني، والمرونة الحضرية لمواجهة الكوارث المستقبلية. لذا يطرح البحث هذا السؤال محالاً الإجابة عليه: **كيف يمكن الاستفادة من التكنولوجيا الذكية في تخطيط وتصميم الطرق والجسور بعد الكارثة لضمان استدامة ومرونة البنية التحتية أمام الفيضانات المستقبلية، مع دمج المجرى المائي في التخطيط العمراني؟**

أهمية البحث:

1. تتمثل أهمية هذا البحث في تحقيق ما يأتي:
2. تسهم هذه الدراسة في توجيه الجهود نحو العمل على تطوير مدينة درنة بشكل يساهم في تحقيق الاستدامة والمرونة في مواجهة التحديات والكوارث الطبيعية، مما يعود بالنفع العام على السكان والبيئة والاقتصاد المحلي.

3. وضع إجراءات ومعايير مبتكرة تسهم في التقليل من مخاطر الفيضانات المفاجئة، مع التركيز على الظروف الخاصة بليبيا وخصوصاً مدينة درنة.
4. التشجيع على النقل المستدام وبناء بنى تحتية لديها القدرة على مقاومة الكوارث لتسهيل الإخلاء والتعافي السريع للمدينة إذا ما تعرضت لفيضان مفاجئ.
5. تسليط الضوء على الجوانب التخطيطية والعمرانية في إعادة إعمار شبكة الطرق والجسور على المجرى المائي في مدينة درنة.
6. تحليل مشاريع تخطيط شبكة الطرق من منظور المعايير الدولية للطرق والجسور ضمن سياق حضري مرن ومستدام.
7. دراسات نحو دمج التكنولوجيا الذكية في التخطيط العمراني بما يضمن مرونة واستدامة الشبكة.

أهداف البحث:

1. يتوخى هذا البحث تحقيق الأهداف الآتية:
2. تحليل مدى توافق مشاريع درنة الجديدة مع المعايير الدولية وأمثلة دراسات الحالة العالمية.
3. تقييم كفاءة الربط بين ضفتي (وادي درنة) من حيث الانسيابية المرورية والأمان.
4. تحسين تصميم وتخطيط الطرق والجسور بعد الكوارث، مع مراعاة المرونة الحضرية والاستدامة البيئية والتكنولوجيا الذكية.

منهج البحث:

- يعد هذا البحث دراسة وصفية تحليلية تعتمد على جمع وتحليل البيانات المتعلقة بمشاريع الطرق والجسور على المجرى المائي لمدينة درنة بعد كارثة الفيضان، وقد اعتمد على المناهج الآتية:
- المنهج الوصفي: لغرض وصف الظاهرة المدروسة بأسلوب علمي بما يتوافق مع أهداف البحث.
 - المنهج التحليلي: لغرض تحليل المخططات للطرق والجسور المنفذة حديثاً على مجرى الوادي.

أدوات جمع البيانات:

1. **الخرائط:** التخطيط الجديد بعد الكارثة (فتح مسارات جديدة، إزالة كتل، تحويل اتجاهات).
2. **الصور الجوية:** صور أو بيانات رسمية لتوضيح التغيرات الحضرية.
3. **البيانات الرسمية:** من مكتب صندوق الاعمار أو مكتب التخطيط الحضري.

الموقع:

تقع مدينة درنة على الساحل الشمالي الشرقي لليبيا، وتتمتع بموقع جغرافي استراتيجي فريد، مما يوفر لها واجهة بحرية مباشرة على البحر المتوسط. أما موقعها الفلكي فتقع المدينة عند التقاطع بين دائرة العرض التي تقدر بحوالي 32.5313 شمالاً، وخط الطول الذي يقدر بحوالي 22.7807 شرقاً [3]. وهذا الموقع الجغرافي جعلها تقع ضمن إطار منطقة تتعرض لتفاعلات معقدة وصعبة مع الكوارث الطبيعية مثل الفيضانات والسيول، والتي يطغى تأثيرها على مناطق متعددة حول العالم، وخصوصاً المناطق ذات الطبيعة الساحلية.

مجال البحث:

- المجال الموضوعي: يركز البحث على الكوارث وتأثيراتها على التخطيط العمراني وتصميم الطرق، وذلك عقب تعرض المدينة لإعصار دانيال نتيجة قوة المياه التي اندفعت نتيجة انهيار السدين في درنة، حيث قسمت المدينة إلى جبهتين ودمرت الطرق والجسور الرئيسية، بالإضافة إلى دراسة استراتيجيات التنمية العمرانية، ودورها في التقليل من الأضرار الناجمة عن الكوارث الطبيعية، والحفاظ على البنية التحتية عقب الإعمار.



صورة (1) تبين حجم الدمار الذي تعرضت له المدينة من جراء إعصار دانيال [4].

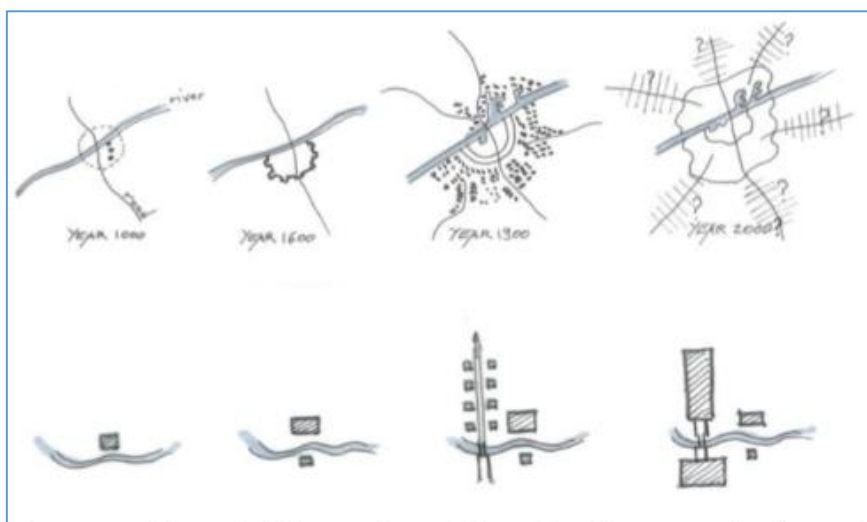
- المجال المكاني: شبكة الطرق والجسور التي تم إنشاؤها بعد الفيضان، مع التركيز على مواقع انهيار الجسور وإعادة توزيع الطرق بين ضفتي وادي درنة.
- المجال الزمني: شبكة الطرق والجسور التي أنشئت عام 2025م بمدينة درنة، مع الإشارة إلى نموذج عربي ناجح حول التخطيط العمراني لمواجهة الكوارث الطبيعية والفيضانات.

المبحث الثاني: الإطار النظري والميداني للبحث:

الدراسة النظرية:

شبكة الطرق والمجرى المائي:

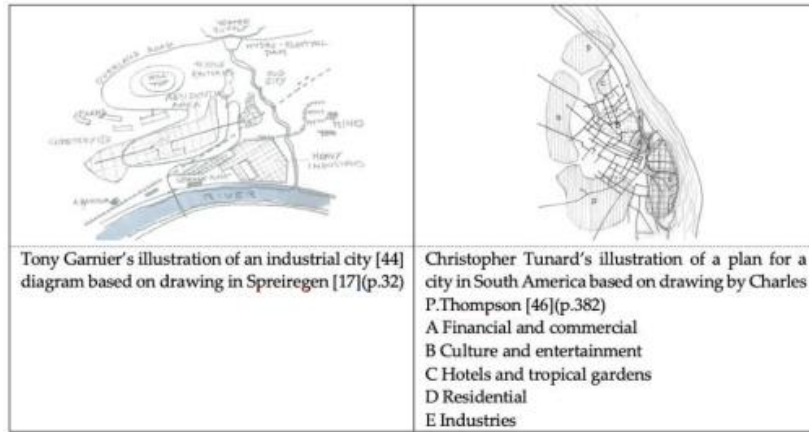
شبكة الطرق الحضرية هي البنية التحتية الأساسية لتنظيم حركة النقل وربط الأحياء والمراكز الحيوية، وتُعد ركيزة للتخطيط العمراني المستدام عبر تعزيز الكفاءة والسلامة والاستدامة والمرونة، خصوصًا لمواجهة التحديات المناخية مثل الفيضانات. تشمل مستوياتها الشوارع والجسور والأرصفة ومسارات النقل العام. تزداد أهمية الطرق في المدن التي تتخللها المجاري المائية، إذ تجمع بين النقل والبيئة والجماليات الحضرية، من خلال ربط الضفتين بالجسور والممرات ومسارات المشاة والدراجات. كما يراعي تصميمها التحديات المناخية عبر حلول مرنة مثل الأرصفة المرتفعة والحواف الإسفنجية والبنية التحتية الزرقاء والخضراء، لتعزيز التكامل الوظيفي والمرونة العمرانية. كما شكّلت المجاري المائية عبر التاريخ عنصرًا جوهريًا في نشأة المدن وتطورها، كما يظهر في النماذج التاريخية مثل بابل وروما ومدن الصين القديمة، إذ كانت مصدرًا للمياه والطاقة، ووسيلة للنقل، وأداة للدفاع. ومع الثورة الصناعية، تراجع دور الأنهار في التخطيط الحضري، واهملت في كثير من الحالات. إلا أن النشاط الصناعي أعاد للنهر جاذبيته، ففتح المجال لإعادة استخدامه في مشاريع التجديد الحضري، ليصبح موقعًا مثاليًا للتنمية متعددة الاستخدامات. ومع التحديات المناخية المعاصرة، لا سيما الفيضانات، برزت إدارة المياه في هذه المناطق كأولوية حضرية لضمان استدامة المدن ومرونتها [5].



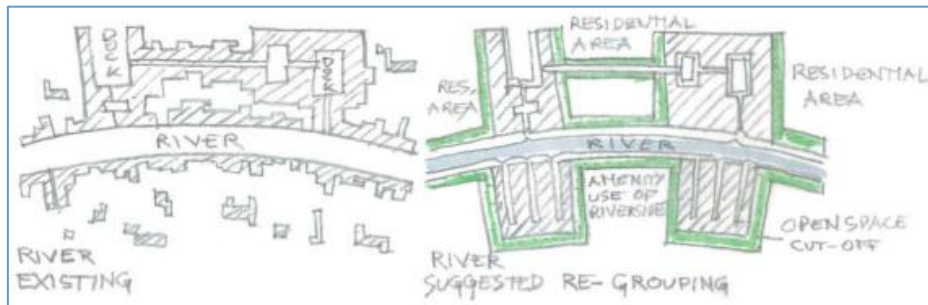
الشكل (1): رسم توضيحي عام لتطوير المدينة في علاقة وثيقة مع نهر

Yanshi Xian, Henan, China; Shang Dynasty; 16 th Century BC Based on Fig. 2.2.1.2 p.39 in Schinz A. [32]	Babylon, Hilah, Iraq; 2300 BC Based on Fig.60, p.32 in Benevolo L. [33]	Treviri (Trier) Germany; 4 th Century Based on Fig. 361, p.228 in Benevolo L. [33]	Barcelona, Venezuela, 1671 Based on Fig. 1, p.52 in Rodriguez R. [34]

الشكل (2): تم التخطيط للمستوطنات المبكرة وفقا لمبادئ التخطيط التنظيمي في موقع ضفاف النهر



الشكل(3): رسوم توضيحية للصناعات المقترحة على طول الأنهار في بداية القرن العشرين.



الشكل(4): إعادة تجميع الأنشطة الصناعية على ضفاف النهر لإنشاء مساحات مفتوحة والمناطق السكنية

تنوع شبكة الطرق على ضفاف المجاري المائية:

تتنوع شبكة الطرق على ضفاف المجاري المائية بحسب الوظيفة، السياق العمراني، وطبيعة المجرى نفسه، ويمكن تصنيفها إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

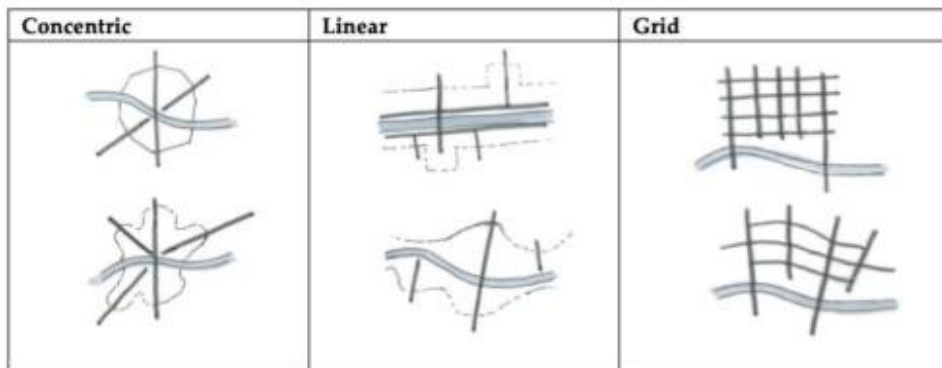
1. طرق خدمة محلية: تمتد بمحاذاة الضفة وتستخدم للوصول إلى المباني المجاورة، وغالبًا ما تكون منخفضة السرعة ومتكاملة مع ممرات المشاة ومسارات الدراجات.
2. محاور ربط عرضية: تشمل الجسور والممرات التي تربط بين الضفتين، وتُعد عناصر حيوية في فك العزلة وتعزيز التكامل الحضري.
3. ممرات ترفيهية وتنقل غير آلي: مثل الكورنيش والمسارات البيئية، وتُصمّم لتوفير تجربة حضرية مستدامة تجمع بين التنقل، الترفيه، والتفاعل مع البيئة المائية.

استراتيجيات التخطيط الحضري:

تقدّم دراسة (2021) Pattacini [6] إطارًا نظريًا يحدّد العلاقة بين المجرى المائي والتخطيط العمراني، ويشمل:

الأنماط العمرانية المرتبطة بالمجرى المائي:

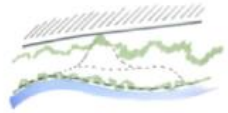
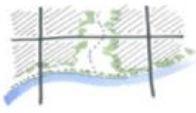
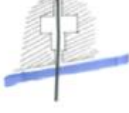
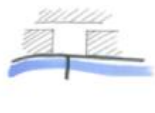
- تخطيط خطي بمحاذاة المجرى المائي
- تخطيط شعاعي حول نقطة عبور
- تخطيط شبكي أو دائري حسب تضاريس الموقع



الشكل (4): أنواع الأنماط الحضرية المتعلقة بالأنهار

البنية التحتية الزرقاء والخضراء:

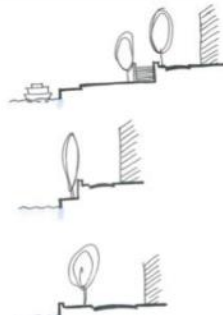
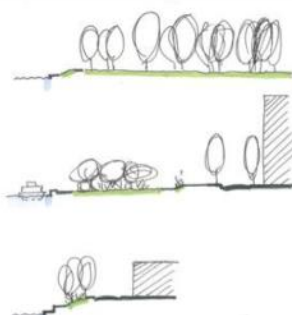
- تخصيص الأراضي المنخفضة للحدائق والمساحات المفتوحة
- إنشاء "حدائق نهرية" أو "حدائق جيبيّة"
- الربط بين المساحات المفتوحة والممرات المائية

Parks		Squares	
			
Linear river park	Pocket park	Axis	Threshold

الشكل (5): أمثلة على خيارات المساحات المفتوحة في مواقع ضفاف النهر.

الفراغ العام المشترك:

- الحفاظ على "أرض مشتركة" على طول المجرى المائي
- منع التطوير المتصل على طول الضفة
- توفير نقاط وصول متعددة للنهر من داخل النسيج العمراني.

Examples of hard urban edges	Example of soft river edges
	

الشكل (6): رسم توضيحي للحافة الناعمة ونوع الحافة الصلبة لحواف النهر.

معايير تصميم النقل على المجاري المائية والجسور:

- تركّز شبكات الطرق على ضفاف المجاري المائية على عدة اعتبارات تصميمية رئيسية، منها: [7]
- المرونة المناخية: عبر استخدام مواد نفاذة، أرصفة قابلة للغمر، وتصريف ذكي للمياه.
- السلامة والتنقل الشامل: من خلال توفير إنارة مناسبة، إشارات واضحة، ومسارات مخصّصة لذوي الاحتياجات الخاصة.
- التكامل البصري والبيئي: باستخدام عناصر طبيعية مثل الأشجار، الحواف النباتية، والمقاعد المدمجة ضمن التصميم الحضري.
- وفقاً لدليل **Flexibility in Highway Design**، تهدف معايير تصميم النقل على المجاري المائية إلى الدمج بين الوظيفة المرورية، الاستدامة، والجوانب البيئية والجمالية [8].

1- دمج الطريق مع المنظر الطبيعي:

- التصميم يجب أن يكون مندمجاً مع البيئة الطبيعية عند عبور الطرق فوق الأنهار أو الأودية.
- يُوصى بتجنب تغيير مسار المجرى إلا للضرورة القصوى.

2- المحاذاة الأفقية والرأسية

- تتبّع الطرق المحاذاة الطبيعية للوادي لتقليل الحاجة إلى جسور عالية أو ردميات كبيرة.
- الانحناءات اللطيفة أفضل من الخطوط المستقيمة لتقليل الأثر البصري.
- ميل طولي لا يزيد عن 5-7% في مناطق العبور ذات الانحدار الكبير.

3- تصميم الجسور والمعايير المائية:

- الجسور قصيرة قدر الإمكان من حيث الأثر البصري، واسعة وظيفياً لعبور النقل والمياه.
- السماح بدفق المياه الطبيعي وتصريف الفيضان.
- استخدام مواد معمارية متناسبة مع البيئة المحيطة (حجر محلي، تشجير).

4- ممرات المشاة والدراجات:

- عرض $2.0 \leq$ م للمشاة، وإضافة 1.5 م لمسار الدراجات.
- دمجها مع شبكة النقل العام لتسهيل التنقل متعدد الوسائط.

5- المناطق الخالية:

- ترك مناطق آمنة من العوائق بين الطريق والمجرى المائي (3-9 م حسب السرعة وحجم الحركة).
- تعمل كحاجز أمان للسيارات ومنطقة امتصاص للفيضانات.

6- الحماية البيئية والتصدي للتعرية:

- الحفاظ على الغطاء النباتي حول الأودية كعازل بصري وبيئي.
- إعادة التشجير بعد أعمال البناء عند الضرورة.
- استخدام الحجارة، جدران استنادية صغيرة، أو نباتات محلية

7- المرونة في عرض الطريق:

- تعديل عرض الطريق لتقليل الأضرار البيئية دون التأثير على السلامة والكفاءة.
- تقليل عدد الحارات أو الأكتاف العرضية في المواقع الحساسة مع توثيق القرار.

8- الارتفاع فوق منسوب الفيضان:

- رفع الجسور والطرق فوق مستوى فيضان متكرر (عادة 50 أو 100 سنة).

9- الدمج البصري والجمالي:

- تصميم إنشائي وجمالي يعكس هوية المكان: شكل الجسر، الإنارة، ودمج مواد محلية.

التقنيات الذكية في النقل المستدام على المجاري المائية[9]:

1. أجهزة الاستشعار البيئية: رصد منسوب المياه وسرعة الجريان، وربطها بأنظمة النقل:
 - تُستخدم لرصد منسوب المياه، سرعة الجريان، ونسبة الأمطار.
 - تُدمج مع أنظمة النقل العام لتنبيه السائقين أو تحويل المسارات في حال حدوث فيضانات.
2. نظم المعلومات الجغرافية (GIS): تحليل المناطق المعرضة للفيضانات وتحديد أفضل مواقع الطرق والجسور[10]:
 - تُستخدم لتحليل المناطق المعرضة للفيضانات وتحديد أفضل مواقع الطرق والجسور والممرات.
 - تساعد في تخطيط النقل العام لتجنب المناطق المنخفضة أو المغمورة.



الشكل (7): استخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS)

3. الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات المناخية:

- توقع الفيضانات وتوجيه الحافلات بعيداً عن المناطق الخطرة[11]:
- يُستخدم لتوقع الفيضانات بناءً على بيانات الطقس والتاريخ الهيدرولوجي.
- يُدمج مع أنظمة النقل الذكية لتوجيه النقل العام بعيداً عن مناطق الخطر.

4. النقل النهري الذكي:

عبارات كهربائية وقوارب ذاتية القيادة مدمجة مع شبكات النقل الأرضية [12]:

- يشمل العبارات الكهربائية والقوارب ذاتية القيادة.
- يُدار عبر تطبيقات ذكية ويُدمج مع شبكات النقل الأرضية.

5. التصميم الرقمي التفاعلي:

تصميم جسور وممرات قابلة للتكيف مع تغير منسوب المياه [13]:

- باستخدام برامج معمارية مثل Grasshopper و Rhin لتصميم جسور وممرات قابلة للتكيف مع تغير منسوب المياه.
- يُستخدم في إنشاء نماذج حضرية مرنة على ضفاف الأنهار.



الشكل (8): أول عبّرة كهربائية ذاتية القيادة تنطلق في خور دبي تجريبياً [14]

6. البنية التحتية الزرقاء والخضراء [15]:

حدائق مائية وممرات نباتية لتقليل الغمر وتحسين تصريف مياه الأمطار:

- مثل الحدائق المائية، الممرات النباتية، والأراضي الرطبة.
- لتقليل تدفق المياه السطحية وتحسين تصريف مياه الأمطار، ليحمي الطرق من ارتفاع الماء.



الشكل (9): البنية التحتية الزرقاء والخضراء [16]

معايير تخطيط النقل على المجاري المائية والجسور: دراسة مرنة ومستدامة

1.4.1. تخطيط النقل التقليدي والمرن

التخطيط التقليدي: المفهوم ونقاط الضعف

يركز التخطيط التقليدي على الكفاءة التشغيلية، أي تقليل زمن الرحلة، تخفيف الازدحام، وتحسين التدفق المروري في الظروف العادية. غالبًا ما تُبنى الشبكات على نماذج شعاعية أو مركزية، حيث تتركز الحركة في عدد محدود من المحاور الحيوية [17].

خصائص التخطيط التقليدي:

- شبكات شعاعية أو خطية، توجه الحركة نحو عدد محدود من المحاور أو التقاطعات.
- تصميم موحد للشوارع، حواف صلبة، وغياب التنوع البيئي أو الوظيفي.
- إغفال عناصر مثل التهوية، تصريف مياه الأمطار، وتوفير الظل، مما يزيد من هشاشة البيئة العمرانية أمام التغيرات المناخية [18].

نقاط الضعف [19]:

- المركزية المفرطة تجعل الشبكة عرضة للانهايار عند تعطل النقاط الحيوية.
- ضعف التكرار الوظيفي وغياب المسارات البديلة.
- انعدام المرونة في الاستجابة للكوارث.
- تفاوت الوصول المكاني، ما يؤدي إلى تهميش بعض الأحياء.

التخطيط المرن ضد المخاطر:

يهدف التخطيط المرن إلى قدرة شبكة النقل على التكيف والصمود أمام الصدمات، مع الحفاظ على مستوى الخدمة أو استعادته بسرعة بعد التعطل.

آليات التخطيط المرن [20]:

1. تصميم شبكات متعددة المسارات لتقليل الاعتماد على نقاط حرجية.
2. استخدام أدوات تحليل شبكي لتحديد نقاط الضعف مسبقًا.
3. دمج البنية الزرقاء والخضراء لتصريف المياه والأرصقة القابلة للغمر.
4. نمذجة سيناريوهات الفيضانات لتحديد الأحياء الأكثر هشاشة.
5. تحسين العدالة المكانية لضمان وصول جميع السكان للخدمات أثناء الكوارث.

عناصر المرونة في شبكات النقل [21]:

- التكرار الوظيفي: مسارات بديلة لتقليل تأثير التعطل.
- القدرة على إعادة التوجيه الفورية.
- التصميم الشبكي المتنوع لتوزيع الضغط المروري.
- الاستعداد للكوارث المختلفة (فيضانات، ثلوج، هجمات).

مواجهة الفيضانات والمرونة في أنظمة النقل:

أهمية مواجهة الفيضانات:

- تقدير منسوب الفيضان المرجعي (100 سنة أو أكثر).
- استخدام جسور عائمة أو مرتفعة لضمان استمرار حركة المرور.
- تصميم محطات النقل المائي بمواد مقاومة للماء مع إمكانيات الإخلاء السريع.
- اعتماد التصميم العمراني المرن.

مرونة أنظمة النقل:

المرونة هي قدرة النظام على:

- التحمل أمام الصدمات (فيضانات، زلازل، أعاصير).
- الاستجابة السريعة للأزمات.
- التعافي واستعادة الوظائف بأقل خسائر ممكنة.

تشمل المرونة أيضًا:

- التخطيط الحضري.
- السياسات التنظيمية.
- التنسيق بين الجهات المختلفة.
- تنوع أنماط النقل.

النقل عبر المجاري المائية [22]:

- المرونة التشغيلية للمجاري المائية لا تتأثر بانهايار الطرق أو ازدحامها.
- تُستخدم لنقل الأشخاص والمواد أثناء الكوارث.

التصميم التكميلي للمراسي:

- الأرصفة قابلة للتعديل حسب منسوب المياه.
- استخدام الأرصفة العائمة أو المراسي الذكية.

الربط متعدد الوسائط:

- نقاط انتقال بين النقل النهري والبري لتعزيز التكامل وتقليل الاعتماد على نمط نقل واحد.

أمثلة تطبيقية على النقل الذكي والمرن واستعادة المجاري المائية [23]:

مشروع Cheonggyecheon في سيول:

في عام 2003، قامت مدينة سيول بإزالة طريق سريع مرتفع كان يمر فوق مجرى نهر Cheonggyecheon، ليتم تحويله إلى مجرى مائي مفتوح يمتد لمسافة 6 كيلومترات عبر وسط المدينة. هذا التحول لم يكن فقط لتحسين الجمالية، بل كان جزءاً من استراتيجية شاملة لإدارة الفيضانات، تعزيز التنقل المستدام، وتحسين جودة الهواء. قبل التحويل: كان المجرى مغطى بطريق سريع مزدحم، مما كان يسبب تلوثاً بيئياً للمدينة. بعد التحويل:

- أصبح المجرى مساراً للمشاة والدراجات،
- مزوداً بتقنيات ذكية لمراقبة مستوى المياه، مما يساهم في إدارة الفيضانات بشكل فعال.
- إعادة تنشيط مجرى كان مغطى بجسر علوي للطريق السريع.
- تعزيز البيئة الحضرية والمساحات الخضراء.

نتائج المشروع:

- زيادة 15.1% في ركاب الحافلات و 3.3% في ركاب مترو الأنفاق.
- جذب 64,000 زائر يوميًا.
- انخفاض 45% في حجم السيارات و 10.3 طن في تلوث الهواء.
- تعزيز مشاركة المشاة بنسبة 76% وتقليل تأثير جزيرة الحرارة بنسبة 4.5%.

المخرجات الرئيسية:

- حماية من الفيضانات عبر رفع الجسور والطرق وإنشاء مناطق امتصاص مائية.
- استيعاب حركة المركبات والدراجات والمشاة عبر مسارات منفصلة.
- معالجة تلوث الهواء وجزر الحرارة الحضرية.
- دعم الأنشطة التجارية متعددة الاستخدامات مع تحسين المشهد الحضري



الشكل (4): يوضح شكل نهر قبل وبعد التحويل وتصميم شبكة الطرق

2. الدراسة الميدانية لشبكة النقل في مدينة درنة بعد الفيضان

فهم السياق المحلي لدرنة:

تتميز درنة بتضاريسها المعقدة، حيث يقسمها وادي عميق إلى شطرين، ما يجعل الجسور عنصراً حاسماً في الربط الحضري. أدت الفيضانات إلى تدمير جزء كبير من شبكة الطرق والجسور، وتعطيل حركة النقل داخل المدينة وبين الأحياء والمناطق المحيطة، وانكشاف محدودية التكرار الوظيفي في الشبكة. كما أن غياب البنية الزرقاء والخضراء ساهم في تفاقم آثار الفيضان.

- المدينة مقسومة فعليًا بوادي درنة، مما يجعل الربط بين الضفتين أمرًا حيويًا.
- تعرضت البنية التحتية لانهيارات، خاصة الجسور والطرق المحاذية للوادي.
- غياب البنية الزرقاء والخضراء ساهم في تفاقم آثار الفيضان.
- هناك حاجة لإعادة بناء الشبكة بطريقة لا تُكرر هشاشة التخطيط السابق.
- يركز مفهوم النقل المرن على قدرة الشبكة على امتصاص الصدمات، والحفاظ على الوظائف الحيوية أثناء الكوارث، والتعافي دون انهيار كامل.

تهدف الدراسة الميدانية إلى:

- تقييم الوضع الحالي لشبكة النقل، تحديد الأضرار والبنى التحتية المتضررة
- تقييم حالة شبكة النقل بعد الفيضان، بما يشمل الطرق، الجسور، والممرات.
- تحديد نقاط الاختناق المروري والمناطق الأكثر عرضة للفيضانات.
- دراسة التأثير البيئي والبنية التحتية الزرقاء والخضراء.
- استكشاف الحلول الهندسية والعمرانية المستدامة والمرنة لضمان سلامة الحركة.
- وضع توصيات عملية لتطوير شبكة نقل مرنة ومستدامة.

الدراسة الميدانية

قام صندوق التنمية والإعمار بإنشاء عدد من الطرق والجسور على المجرى المائي لوادي درنة وهي كالتالي:
الجسور: تم إنشاء عدد ريع جسور البحر، جسر وادي درنة 1، جسر وادي درنة 2، جسر الصحابة.
الطرق: بناء طرق من عدة مسارات على ضفتي وادي درنة تتفرع منها طرق إلى باقي أحياء المدينة شرق وغرب الوادي.



الشكل (5): مخطط شبكة الطرق الجديد على ضفتي وادي درنة

الجدول (1) يوضح الجسور المقترحة على ضفتي وادي درنة

كوبرى البحر (الميناء)	
الهدف من المشروع:	الربط بين المنطقة الشرقية (طريق الميناء) والمنطقة الغربية (طريق درنة سوسه)
عدد الحارات	3 حارات لكل اتجاه بإجمالي 6 حارات
طول الكوبرى	700 متر طولي
عرض الكوبرى	25 متر
	
كوبرى وادي درنة 1	

الهدف من المشروع	الربط بين المنطقة الشرقية (شارع الديباني) والمنطقة الغربية (شارع الفتح)
عدد الحارات	2 حارة لكل اتجاه باجمالي 4 حارات للكوبري
طول الكوبري	91 متر طولي
عرض الكوبري	24 متر
	

كوبرى الصحابة	
الهدف من المشروع	الربط بين المنطقة الشرقية والمنطقة الغربية (امتداد شارع الجيش)
عدد الحارات	3 حارات لكل اتجاه باجمالي 6 حارات للكوبري
طول الكوبري	350 متر طولي
عرض الكوبري	22 متر
	

من خلال دراسات المسح الميداني وتحليل الخرائط تم تلخيص النتائج في الجدول:
الجدول(2): يوضح نتائج الدراسة الميدانية لشبكة الطرق على ضفتي وادي درنة.

المعيار	الوضع الحالي (حسب المخطط)	الملاحظات / المشاكل	التوصيات (التصميم المرين المستدام)
الأرصفة والممرات	أرصفة رئيسية على ضفتي النهر (تحت الانشاء) بعرض 5 م، وبارتفاع متر من مستوى الماء ممرات داخلية ضيقة بين الطرق 1.5-2م.	عدم وجود تصميم ممرات للمشاة والدراجات مريحه وامنه. شبكة النقل مصممه للمركبات دون مراعاة للمشاة ضعف في الحماية قرب المجرى	تحتاج إلى إعادة تدعيم بمواد خرسانية مسلحة أو حجر محلي مقاوم للماء. إنشاء ممرات مشاة مرتفعة ومسارات دراجات وفق المعايير العالمية لشبكة النقل.
نقاط الاتصال	الطرق الرئيسية على ضفاف الوادي وتوزع لمناطق المدينة بجسور ومنحنيات من جهة البحر والطرق الداخلية الفرعية المحاذية للرئيسية متصلة بأحياء داخلية بالمدينة.	ضعف الترابط الشبكي بين الطرق الرئيسية والداخلية للمدينة بعض الطرق الداخلية (باللون الأخضر على المخطط) لا تملك امتداد مباشر نحو الشارع الرئيسي.	إنشاء طرق خدمة وجسور مشاة/مركبات صغيرة لربطها بالأحياء إضافة طرق موازية بديلة على جانبي الطريق الرئيسي لتوزيع الحركة في حالة الطوارئ.
المرونة والسلامة	الشوارع شعاعية أكثر من كونها شبكية شوارع طوله على ضفتي الوادي ومتراسة جنباً إلى جنب	ضعف في بدائل الحركة عند التقاطعات في المناطق ذات الكثافة العالية لا توجد مرونة في الانتقال بين المسارات	اعتماد شبكة طرق مرنة بدلاً من شوارع شعاعية فقط. مواد مرنة في الشوارع الداخلية أو رصف نفاذة لتصريف مياه الأمطار وتقليل تجمع البرك. توفير مناطق إخلاء سريعة على امتداد الأرصفة المرتفعة.
دمج الجسور	الجسور حالياً نقاط عبور منفردة وتربط بين ضفتي الوادي	ازدحام عند مداخل الجسور مع الطرق المتفرع منها	دمج الجسور في شبكة متعددة المستويات (مشاة، سيارات، دراجات) إدماج جسور بديلة لزيادة استمرارية الحركة في حالات الطوارئ بدلاً من أن تكون نقاط عبور منفردة. استخدام ركائز مرنة تتحمل تغيرات منسوب المياه.

نقاط الاختناق المروري	كثرة التقاطعات والمنحنيات الضيقة	الاختناقات الحالية المتوقعة: عند التقاطعات الكبرى قرب مداخل الجسور. في المنحنيات الضيقة داخل المنطقة الجنوبية من المخطط (الطرق باللون الأخضر). عند التقاء الطرق الرئيسية بالفرعية (خاصة شمال شرق المخطط).	تخصيص كل مسار باتجاه واحد إشارات مرور ذكية للتقاطعات تنظيم الدخول والخروج من الشوارع الفرعية.
التكنولوجيا الذكية	غير مدمجة حالياً	غياب أنظمة الإنذار المروري	استخدام حساسات مياه مرتبطة بلوحات إرشادية ذكية لتنبيه السائقين عند ارتفاع منسوب الوادي. تركيب أنظمة إشارات مرورية ذكية للتحكم في التدفق وتخفيف الاختناقات. دمج تطبيقات GIS + IoT لمتابعة حالة الطرق.
الاستدامة	المواد التقليدية فقط عدم وجود تصميم للنقل المستدام كالدرجات والمشاة والنقل العام	عرضة للتلف عند الفيضانات ازدياد التلوث البيئي لعوامد المركبات والتلوث البصري بسبب الازدحام والذي ينعكس سلباً على البيئة الطبيعية للوادي	استخدام مواد رصف مستدامة (معاد تدويرها) لتقليل التكلفة وزيادة المقاومة. تشجيع النقل الصديق للبيئة والغير الملوث: مسارات دراجات، والحافلات الكهربائية.
البيئة الطبيعية	دمج مياه البحر بالوادي وربطها بالأرصعة (أماكن مفتوحة للأنشطة) المبنية ضفتي الوادي.	احتمالية تعرض البنية التحتية والبنية الخضراء للتلف بسبب مياه البحر	معالجة المياه المالحة بمحطات التحلية، زيادة المساحات الخضراء حول الأرصعة كمناطق امتصاص مياه (المدن الإسفنجية) لتخزينها

دراسات حالة من المدن العربية:

تُظهر المدن العربية نماذج مثيرة للاهتمام باستراتيجيات مواجهة الفيضانات الساحلية وتطويرها، وذلك بما يتكيف مع التغيرات المناخية وارتفاع مستوى سطح البحر، وتتضح استجابة هذه الاستراتيجيات الفريدة في دراسات حالة متنوعة تظهر تجارب بعض المدن العربية إزاء الكوارث الطبيعية، مما يعزز التكيف والاستدامة ويسمح بتبادل المعرفة بين المدن للتصدي لهذه الظاهرة البيئية بصورة فعالة، ومن أمثلة ذلك **مدينة جدة**، التي نفذت مجموعة من المشاريع الهندسية لغرض تحسين نظام صرف مياه الأمطار، والمحافظة على البنية التحتية بما فيها الطرق والجسور التي تربط بين الأحياء السكنية في المدينة، وقد تضمنت تلك المشاريع [24]:

1. تقسيم المدينة إلى 17 منطقة لتصريف مياه الأمطار.
 2. إنشاء بحيرات اصطناعية وسدود على طول السواحل على البحر الأحمر، مما يساعد على تجميع المياه الزائدة وتوجيهها نحو المناطق غير المأهولة.
 3. تطوير نظام متقدم لغرض رصد الظروف البيئية الجوية وتوقع الفيضانات، حتى تتمكن السلطات المحلية من اتخاذ إجراءاتها الوقائية في الوقت المناسب، الأمر الذي يساهم في التقليل من الأضرار المحتملة.
- وبالإضافة إلى هذه التجربة، تعتمد المدن العربية بصورة متزايدة على الابتكار التكنولوجي، وذلك كاستراتيجية لمواجهة الفيضانات، من خلال استخدام أجهزة استشعار ذكية لغرض جمع بيانات ضرورية عن مستويات منسوب المياه، وتحسين فرص الاستجابة الحكومية، كما تعمل المدن على إقامة شراكات مع مؤسسات بحثية أكاديمية من أجل بحث الظواهر المائية من جهة، ودراسة تغير المناخ لتعزيز قدرة التنبؤ بالفيضانات وكيفية التخطيط للتعامل معها من جهة أخرى. هذه الجهود بطبيعة الحال تعكس مدى نجاح المدن العربية في هذا المجال وتوفر نموذجاً فريداً قابلاً للتكرار في مناطق أخرى من العالم.

المبحث الثالث: الدراسات السابقة:

من خلال استعراض العديد من الأبحاث السابقة التي تتناول موضوعات ذات صلة بمحور الدراسة الحالية، هذه بعض تلك الدراسات كإجراء عملي يساعد على خلق إطار ذا قيمة علمية تطبيقية لصانعي القرار والمخططين الحضريين في التخطيط العمراني وتصميم الطرق، وتتمثل أبرز تلك الدراسات فيما يأتي:

تشير دراسة بيومي والسوداني (2017)، [25] إلى أن النزاعات والحروب والفيضانات يمكن أن تسهم في تسبب اضطرابات كبيرة في المدن، وخصوصاً المدن الساحلية، مع تأثيرات كبيرة على الناس والاقتصاد والبيئة. وهذه الآثار قد تتفاقم بصورة كبيرة نتيجة للتغيرات المناخية والاجتماعية والاقتصادية. وتشدّد الدراسة على ضرورة الحاجة إلى إدارة مخاطر الحروب والفيضانات، وفهم آثارها لبناء مدن مقاومة للفيضانات، وتسهم في الحفاظ على البنية التحتية، ولأسيما الطرق والجسور.

وأكدت دراسة التاورغي (2024) [26]، على أن التغيرات المناخية الشديدة قد تؤدي إلى زيادة احتمالية حدوث فيضانات مفاجئة قد تتجاوز القدرات التكيفية للمجتمعات المتضررة، وهذا يتوافق مع ما حصل في مدينة درنة عام 2023م. وشددت الدراسة على الحاجة إلى دراسة إجراءات تسهم في الحد من مخاطر الفيضانات المفاجئة. وتناولت دراسة عياد (2022) [27]، الفيضانات المفاجئة التي تنجم عن السيول كواحدة من أكثر الكوارث الطبيعية التي تهدد مصر وسواحل البحر المتوسط الجنوبية بما فيها السواحل الليبية. وتشير الدراسة إلى أن التغيرات المناخية الشديدة تزيد من احتمالية حدوث هذه الفيضانات بصورة مفاجئة، والتي قد تتجاوز القدرات التكيفية الحالية للمجتمعات المتضررة. وركزت الدراسة على تحديد إجراءات لغرض الحد من مخاطر الفيضانات التي تحدث بشكل مفاجئ (الإنشائية والتخطيطية) للمدن القادرة على التكيف والصمود التي يمكن الاعتماد عليها في إدارة مياه الأمطار وتقليل مخاطر الفيضانات المفاجئة.

الدروس المستفادة من الدراسات السابقة:

1. التأكيد على دور المشاركة الشعبية وأهميتها في تعزيز دور التخطيط والتصميم العمراني.
2. أن يأخذ التخطيط المكاني للطرق والجسور في الاعتبار، وذلك كأداة تسهم في الحد من مخاطر الكوارث، الأمر الذي يسهم في توفير فرصة لتنظيم الاستخدام طويل المدى للمساحة التي يمكن بواسطتها تقليل المخاطر الطبيعية.
3. وضع مجموعة من الاستراتيجيات والتدابير المبتكرة والقابلة للتكيف والمرونة، وذلك من أجل تقليل التأثيرات التي تحدث، جراء السيول والفيضانات، واتباع استراتيجيات تصميم شاملة تساعد على التعامل مع الفيضانات، مع ضرورة التركيز على البنية التحتية الحضرية والمرونة المناخية، وذلك من خلال العمل على توفير مساحة واسعة لإجراء العمليات الفيزيائية الحيوية من جهة، وإنشاء مناطق عازلة تمثل منطقة مشتركة بين النسيج الحضري وديناميكيات المياه من جهة أخرى.
4. دراسة النظام البيئي والأيكولوجي للمناطق الساحلية والتعرف عليه بصورة مفصلة، وذلك لكون المدن الساحلية ومنها مدينة درنة من أكثر المدن أولوية لتحقيق تنمية عمرانية مستدامة ومرنة وذلك في مواجهة التحديات المناخية والمخاطر البيئية.
5. العمل على وضع تقنيات تسهم في تقييم تأثير الفيضانات المساحية والتخطيطية، وتنتج تقديرات للأضرار المتوقعة.

الخاتمة

تناول هذا البحث إعادة تصميم شبكة النقل في مدينة درنة الليبية بعد كارثة الفيضان، مع التركيز على تبني مبادئ النقل المرن والمستدام القابلة للتطبيق في المدن المتأثرة بالكوارث المناخية. وقدمت الورقة مقترحات عملية تشمل تنظيم شبكة الطرق وتوزيع الجسور، وتعزيز السلامة والأمن المروري، ودمج التكنولوجيا الذكية والمرونة والاستدامة في تصميم وتخطيط النقل العام قيد الإنشاء والتنفيذ.

وقد خرج البحث بعدد من النتائج والتوصيات والحلول المقترحة، وذلك على النحو الآتي:

أولاً: النتائج:

4. تعد مدينة درنة نموذجاً حيويًا لتطبيق مبادئ النقل المرن والمستدام في سياق ما بعد الكارثة.
5. تشير النتائج إلى أن إعادة بناء شبكة النقل لا يجب أن تقتصر على استعادة الوضع السابق، بل يجب أن تتجه نحو تصميم حضري قادر على التكيف مع تغيرات المناخ، ويكون مقاوماً للكوارث المستقبلية المحتملة من خلال استخدام التقنيات الذكية مثل حساسات منسوب المياه لتوجيه حركة النقل وتحسين إدارة الأزمات.
6. بشكل عام، الشبكة المقترحة لشبكة طرق وادي درنة جيدة ومتوافقة مع دليل Flexibility in Highway Design، خاصة فيما يتعلق بالمرونة والسلامة والاستدامة، لكن بعض التحسينات التطبيقية على الطرق الداخلية والجسور ستعزز التوافق العملي مع المعايير العالمية.

ثانياً: التوصيات والحلول المقترحة:

يمكن أن تشكل شبكة الطرق المصممة على وادي درنة أساساً قوياً لإعادة الإعمار بشرط مراعاة ما يلي:

1. رفع مستوى الأمان ضد الفيضانات عبر رفع الطرق وتوفير أنظمة تصريف فعالة للمياه.
2. معالجة نقاط التقاطع وربط الأحياء بجسور وطرق بديلة لضمان استمرارية الحركة.
3. تصميم شوارع مرنة تسمح باستمرار الحركة المرورية حتى أثناء الكوارث.
4. دمج الجسور في شبكة نقل شاملة تشمل السيارات والمشاة والنقل العام.
5. معالجة نقاط الاختناق المروري من خلال تحسين الربط بين الأحياء والشوارع.
6. إنشاء بنية تحتية مرنة قادرة على التكيف مع تغير المناخ والمخاطر المستقبلية.

7. تحقيق مدينة أكثر استدامة من خلال دمج النقل الذكي والحلول الصديقة للبيئة.
 8. اعتماد التكنولوجيا الذكية والتصميم المستدام كأدوات رئيسية لمواجهة الفيضانات المستقبلية.
 9. الحث على الاعتماد على الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لغرض تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية.
- وبالتالي، تُسهم هذه الدراسة في فهم عالمي جديد لتصميم الشبكات ومدى ضعفها في الأدبيات. ونحن نؤكد أن هذه الخصائص التصميمية توفر نقاط قوة عالية لمرونة شبكة الشوارع وقوتها والتي ينبغي للمخططين التأكيد عليها عند تصميم أو إعادة تأهيل الشبكات الحضرية.

المصادر والمراجع:

1. Anwar, O. A. H. M. M., & Toasin, A. (2023). Smart transportation systems in smart cities: Practices, challenges, and opportunities for Saudi cities. In F. Belaïd & A. Arora (Eds.), *Smart cities: Social and environmental challenges and opportunities for local authorities* (p. 315). Springer.
2. Salvo, G., Karakikes, I., Papaioannou, G., Polydoropoulou, A., Sanfilippo, L., & Brignone, A. (2025). Enhancing urban resilience: Managing flood-induced disruptions in road networks. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 20, 100xxxx. <https://www.sciencedirect.com/journal/transportation-research-interdisciplinary-perspectives>.
3. اميرة رمضان هبيل، وبلال رافع عبد العاطي. (2024م). استراتيجيات التنمية العمرانية المستدامة في مدينة درنة: التخطيط الحضري كأداة للتقليل من تأثير الفيضانات، مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية، اتحاد الجامعات العربية، القاهرة، مجلد (5)، عدد (8).
4. المصدر نفسه.
5. Laurence Pattacini. Urban Design and Rivers: A Critical Review of Theories Devising Planning and Design Concepts to Define Riverside Urbanity. Department of Landscape Architecture, University of Sheffield, Sheffield S7 1HN, UK. 2021. Urban Design and Rivers: A Critical Review of Theories Devising Planning and Design Concepts to Define Riverside Urbanity
6. Pattacini, L. (2021). Urban design and rivers: A critical review of theories devising planning and design concepts to define riverside urbanity. *Urban Design and Rivers*. University of Sheffield, Department of Landscape Architecture.
7. Morelli, A. B., & Cunha, A. L. (2019). *Measuring urban road network resilience to extreme events: An application for urban floods*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/337756714_Measuring_urban_road_network_resilience_to_extreme_events_an_application_for_urban_floods.
8. Anwar, A. H. M. M., & Oakil, A. T. (2023). Smart transportation systems in smart cities: Practices, challenges, and opportunities for Saudi cities. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/374366948_Smart_Transportation_Systems_in_Smart_Cities_Practices_Challenges_and_Opportunities_for_Saudi_Cities.
9. Pattacini, L. (2021). Urban design and rivers: A critical review of theories devising planning and design concepts to define riverside urbanity. *Urban Design and Rivers*. University of Sheffield, Department of Landscape Architecture. Urban Design and Rivers: A Critical Review of Theories Devising Planning and Design Concepts to Define Riverside Urbanity.
10. Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation. (1997). *Flexibility in highway design*. <https://rosap.nhtl.bts.gov/view/dot/41873>
11. Pattacini, L. (2021). Urban design and rivers: A critical review of theories devising planning and design concepts to define riverside urbanity. *Sustainability*, 13(13), 7039.. https://www.mdpi.com/2071-1050/13/13/7039?utm_source=chatgpt.com.
12. Anwar, A. H. M. M., & Oakil, A. T. (2023). Smart transportation systems in smart cities: Practices, challenges, and opportunities for Saudi cities. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/374366948_Smart_Transportation_Systems_in_Smart_Cities_Practices_Challenges_and_Opportunities_for_Saudi_Cities.
13. Liu, N., & Zhang, F. (2025). Urban green spaces and flood disaster management: Toward sustainable urban design. *Frontiers in Public Health*, 13, 1583978. <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2025.1583978/full>
14. Calcagni, L., Ruggiero, A., & Battisti, A. (2024). Resilient waterfront futures: Mapping vulnerabilities and designing floating urban models for flood adaptation on the Tiber Delta. *Land*, 14(1), 87. <https://www.mdpi.com/2073-445X/14/1/87>

15. Xu, K., Wang, Y., Lin, M., & Zhao, R. (2023). *Urban and architectural design from the perspective of flood resilience: Framework development and case study of a Chinese university campus* [PDF]. https://pure.tudelft.nl/ws/portalfiles/portal/51452941/9789463661096_WEB.pdf. (PDF) *Urban and Architectural Design from the Perspective of Flood Resilience: Framework Development and Case Study of a Chinese University Campus*.
16. عبود، ب. (2025). من أسطح خضراء إلى ممرات مائية: كيف تعيد الطبيعة تشكيل مدننا؟ *Solarabic*.
17. Ganin, A. A., Kitsak, M., Marchese, D., Keisler, J. M., Seager, T., & Linkov, I. (2017). Resilience and efficiency in transportation networks. *Science Advances*, 3(12), Article e1701079. [arXiv:1701.01079](https://arxiv.org/abs/1701.01079) University of Massachusetts Boston+3Science+3 أرشيف.
18. Sharifi, A. (2019). Resilient urban forms: A review of literature on streets and street networks. *Building and Environment*, 147, 171-187. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.040> *ResearchGate*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132318305985>
19. Boeing, G., & Ha, J. (2024). Resilient by design: Simulating street network disruptions across every urban area in the world. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 182, 104016. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2024.104016> *ArXiv* [arXiv:2401.04016](https://arxiv.org/abs/2401.04016) *ideas.repec.org* [3ScienceDirect+3](https://ideas.repec.org/p/3ScienceDirect/3). <https://www.researchgate.net/publication/379068462> *Resilient by Design Simulating Street Network Disruptions across Every Urban Area in the World*
20. Morelli, A. B., & Cunha, A. L. (2019). *Measuring urban road network resilience to extreme events: An application for urban floods*. *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/337756714> *Measuring urban road network resilience to extreme events an application for urban floods*.
21. Ganin, A. A., Kitsak, M., Marchese, D., Keisler, J. M., Seager, T., & Linkov, I. (2017). *Resilience and efficiency in transportation networks*. *Science Advances*, 3(12), e1701079. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5744464/>.
22. International Transport Forum. (2024). *Transport system resilience: Summary and conclusions* (ITF Roundtable Reports, No. 194). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/d90b86ac-en>.
23. Regional Plan Association. (2021, October 22). *Re-Envisioning the right-of-way*. RPA. <https://rpa.org/work/reports/re-envisioning-right-of-way>.
24. إنجاز 6 مشاريع لتصريف مياه الأمطار ودرء مخاطر السيول، صحيفة البلد، مكة المكرمة، 1 ديسمبر 2020.
25. أحمد، بكر هاشم بيومي والسويداني، علي محمد. 2017. سياسات إعادة إعمار المدن في فترة ما بعد النزاعات والحروب. مجلة قطاع الهندسة بجامعة الأزهر، مجلد (12)، عدد (44).
26. التاورغي، (2024). كارثة مدينة درنة وضواحيها (الأسباب، الأضرار، المعالجات). مجلة علوم التربية، كلية التربية، جامعة طرابلس، عدد(18).
27. عياد، كريم أحمد فؤاد علي. (2020). الإجراءات التخطيطية العالمية في مواجهة مخاطر السيول في البيئة المبنية ومدي موائمتها للحالة المصرية. قسم التخطيط العمراني كلية التخطيط الإقليمي والعمراني جامعة القاهرة، مصر.

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of ALBAHIT and/or the editor(s). ALBAHIT and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content