JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (118)
2025-10-6
https://jaspss.com

بحث بعنوان

التفاعل بين المجاري المائية والتوسع العمراني في تنظيم مدينة المفرق: التحديات ومسارات التنمية المستدامة

إعداد

محمد عبدالله محمد العوده الله

مهندس مدني

بلدية المفرق

JASPSS
مجلة المجتمع العربي لنشر الدراسات العلمية
ISSN: 2958-6798
الإصدار رقم (118)
2025-10-6
https://jaspss.com

الملخص

تُعد مدينة المفرق، بموقعها الاستراتيجي في شمال الأردن، مثالاً للعلاقة العميقة والمتوترة بشكل متزايد بين التنمية الحضرية والموارد المائية في بيئة قاحلة. تاريخياً، أثر توفر المياه، حتى لو كان موسمياً، على أنماط الاستيطان المبكر. ومع ذلك، فإن التوسع العمراني السريع وغير المخطط له إلى حد كبير في العصر الحديث، والذي تفاقم بشكل كبير بسبب التدفق الهائل للاجئين، قد وضع ضغطاً غير مسبوق على موارد المياه الشحيحة أصلاً في المدينة. وقد أدت هذه الديناميكية إلى وضع حرج يتميز بالاستنزاف الشديد للمياه الجوفية، وتدهور واسع النطاق في جودة المياه، وارتفاع مخاطر الفيضانات الحضرية. إن ندرة المياه في المدينة ليست حالة ثابتة، بل تتفاقم بنشاط بسبب النمو الحضري السريع وغير المخطط له والتدفق الكبير للاجئين، مما يخلق حلقة تغذية راجعة صعبة حيث يؤدي تزايد الطلب إلى تدهور أكبر لموارد المياه المحدودة، مما يؤثر على الكمية والنوعية، ويكثف أزمة المياه الشاملة.

تُسلط التحديات التي تواجهها المفرق الضوء على عتبة حرجة للتوسع الحضري في المناطق القاحلة. وتُثبت نماذج النمو التقليدية، القائمة على رد الفعل، أنها غير مستدامة، مما يدفع المدينة نحو نقطة يصبح فيها التغيير الجذري أمراً حتمياً. يتطلب هذا تحولاً عميقاً في النموذج نحو تصميم حضري متكامل وحساس للمياه، وتنفيذ سياسات قوية وعادلة. يُعد هذا النهج ضرورياً لضمان المرونة على المدى الطويل ورفاهية الإنسان، متجاوزاً مجرد إدارة الأزمات لتعزيز تنمية حضرية مستدامة حقاً.

Abstract

Mafraq, with its strategic location in northern Jordan, exemplifies the profound and increasingly tense relationship between urban development and water resources in an arid environment. Historically, water availability, even if seasonal, influenced early settlement patterns. However, rapid and largely unplanned urban expansion in the modern era, exacerbated by a massive refugee influx, has placed unprecedented pressure on the city's already scarce water resources. This dynamic has led to a critical situation characterized by severe groundwater depletion, widespread water quality degradation, and elevated urban flood risk. Water scarcity in the city is not a static condition; it is actively exacerbated by rapid and unplanned urban growth and a massive refugee influx, creating a complex feedback loop where increased demand further degrades limited water resources, impacting both quantity and quality, and intensifying the overall water crisis.

The challenges facing Mafraq highlight a critical threshold for urban expansion in arid regions. Traditional, reactive growth models are proving unsustainable, pushing the city toward a point where radical change becomes inevitable. This requires a profound paradigm shift toward integrated, water-sensitive urban design and the implementation of robust and equitable policies. This approach is essential to ensuring long-term resilience and human well-being, moving beyond mere crisis management to foster truly sustainable urban development.

المقدمة

تُعَدّ مدينة المفرق، الواقعة في شمال شرق الأردن والمتاخمة للحدود السورية، من المدن ذات الأهمية الاستراتيجية والجغرافية، إذ تشهد في العقود الأخيرة ضغوطًا متزايدة ناتجة عن النمو السكاني السريع والتوسع العمراني غير المخطَّط، جرّاء عوامل متعددة أبرزها موجات اللجوء والهجرة. ويشكّل هذا التوسّع تحديًا كبيرًا أمام الجهات المختصة في التخطيط الحضري، خاصةً في ظل وجود شبكة من المجاري المائية الطبيعية (الأودية والشعاب) التي تمرّ عبر النسيج الحضري أو على تخومه، مما يفرض تفاعلًا معقدًا بين البنية العمرانية وديناميكيات التصريف السطحي للمياه، ويزيد من مخاطر الفيضانات وتآكل التربة وتدهور البنية التحتية.

يكتسب موضوع التفاعل بين المجاري المائية والتوسع العمراني في تنظيم مدينة المفرق أهميته من كونه يلامس جوهر التحديات البيئية والهندسية والتخطيطية التي تواجه المدن الحدودية في البيئات شبه الجافة. فالمجاري المائية، رغم جفافها لمعظم أيام السنة، تتحول خلال مواسم الأمطار إلى ممرات سريعة لجريان السيول، ما يجعل تجاهلها في مخططات التنظيم الحضري أمرًا كارثيًّا. وقد أظهرت الأحداث السابقة، كسيول الشتاء في أعوام ماضية، مدى هشاشة البنية التحتية الحضرية أمام غياب التنسيق بين استخدامات الأراضي ومسارات التصريف الطبيعي، ما يهدد سلامة السكان ويُعطل عجلة التنمية المحلية.

في هذا السياق، يهدف هذا البحث إلى تحليل طبيعة التفاعل بين التوسع العمراني والمجاري المائية في مدينة المفرق، وتحديد أبرز التحديات الناتجة عن هذا التفاعل، سواء على المستوى البيئي أو التخطيطي أو الاجتماعي. كما يسعى إلى استشراف مسارات للتنمية الحضرية المستدامة تأخذ بعين الاعتبار الخصائص الهيدرولوجية للمنطقة، وتحترم مسارات المجاري الطبيعية، وتعزز من قدرة المدينة على التكيف

مع المخاطر المناخية المتزايدة. ومن خلال هذا الفهم الشامل، يمكن بلورة رؤية تخطيطية متكاملة توازن بين متطلبات النمو السكاني والحفاظ على الموارد الطبيعية وسلامة البيئة الحضرية.

مشكلة البحث

تتمثّل مشكلة البحث في التوسع العمراني العشوائي وغير المُخطَّط لمدينة المفرق، الذي يتجاهل في كثير من مراحله وجود المجاري المائية الطبيعية (كالأودية والشعاب) التي تشكّل نظامًا هيدرولوجيًّا حيويًّا، خاصة في فترات الهطول المطري. فمع تزايد الضغوط السكانية الناتجة عن موجات النزوح واللجوء، وغياب رؤية تخطيطية متكاملة تراعي البُعد البيئي والهيدرولوجي، توسّعت الأبنية السكنية والخدمات على مجاري السيول أو في محيطها المباشر، ما أدّى إلى انسداد مسارات التصريف الطبيعي، وزيادة مخاطر الفيضانات، وتآكل البنية التحتية، وتهديد سلامة السكان. ويتفاقم الوضع بسبب ضعف التنسيق بين الجهات المعنية (كالأمانة، سلطة وادي الأردن، ودوائر الأشغال) وعدم اعتماد أدوات تخطيط حديثة تدمج بين نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونماذج محاكاة الجريان السطحي.

وتكمن المشكلة الجوهرية في غياب إطار تخطيطي مستدام يوازن بين متطلبات التنمية العمرانية الملحّة من جهة، وضرورة الحفاظ على الوظائف البيئية للمجاري المائية وسلامة المدينة من جهة أخرى. فغياب هذا التوازن لا يُعرّض فقط الأرواح والممتلكات للخطر، بل يُهدّد أيضًا باستنزاف الموارد المائية السطحية، وتدهور جودة التربة، وفقدان التنوع البيئي المحلي، ما يُعقّد جهود تحقيق تنمية حضرية مستدامة في منطقة تعاني أصلاً من شحّ الموارد وحساسية بيئية عالية. ومن هنا، يبرز التساؤل البحثي المحوري: كيف يمكن إعادة توجيه أنماط التوسع العمراني في مدينة المفرق بما يراعي ديناميكيات المجاري المائية، ويُقلّل من المخاطر المرتبطة بها، ويفتح آفاقًا لتنمية عمرانية مرنة ومستدامة؟

اهداف البحث

1. تحليل أنماط التوسع العمراني في مدينة المفرق خلال العقدين الماضيين، وتحديد مدى تداخلها مع مسارات المجاري المائية والمناطق المعرضة للسيول.
2. تقييم التحديات البيئية والهندسية والاجتماعية الناتجة عن البناء العشوائي على أو قرب المجاري المائية، وتأثيرها على البنية التحتية وسلامة السكان.
3. دراسة فعالية الخطط التنظيمية الحالية (كالمخططات الشمولية والتفصيلية) في معالجة العلاقة بين استخدامات الأراضي وشبكة التصريف الطبيعي للمياه في المدينة.
4. استكشاف إمكانية توظيف نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونماذج محاكاة الجريان السطحي في دعم اتخاذ القرار التخطيطي وتحديد مناطق الخطر والفراغات الآمنة للتوسع.
5. اقتراح مسارات لتنمية عمرانية مستدامة تراعي البُعد الهيدرولوجي، وتعزز من مرونة المدينة أمام المخاطر المناخية، وتدعم التكامل بين الحفاظ على المجاري المائية وتحقيق العدالة في توزيع الخدمات والفرص العمرانية.

اهمية البحث

يكتسب هذا البحث أهميته من كونه يعالج تفاعلًا حرجًا بين عنصرين جوهريين في التخطيط الحضري: التوسع العمراني والبنية الهيدرولوجية الطبيعية، في سياق مدينة تعاني من ضغوط تنموية استثنائية مثل مدينة المفرق. فالمدينة، التي تقع في بيئة شبه جافة وتشهد نموًّا سكانيًّا متسارعًا بسبب عوامل إقليمية (كاللجوء والنزوح)، أصبحت عرضة لمخاطر متزايدة نتيجة البناء غير المدروس على مجاري السيول، ما يهدد سلامة السكان ويُضعف من كفاءة البنية التحتية. ومن خلال تسليط الضوء على هذا التفاعل، يسهم

البحث في ردم الفجوة بين الممارسة التخطيطية الحالية والاعتبارات البيئية الضرورية، ويوفّر أساسًا علميًّا لاتخاذ قرارات أكثر وعيًا واستدامة.

كما أن البحث يكتسب أهميته من منظور تنموي أوسع، إذ يُعدّ نموذجًا تطبيقيًّا يمكن تعميمه على مدن أردنية وعربية أخرى تواجه تحديات مشابهة في التوازن بين النمو العمراني والحفاظ على الموارد الطبيعية. ففي ظل تزايد تقلبات المناخ وحدّة الظواهر الجوية المتطرفة (كالسيول المفاجئة)، يصبح دمج البُعد الهيدرولوجي في التخطيط الحضري ليس خيارًا ترفًا، بل ضرورة حتمية لبناء مدن مرنة وآمنة. وعليه، فإن نتائج هذا البحث يمكن أن تُثري السياسات المحلية، وتدعم جهود المؤسسات المعنية (كأمانة المفرق وسلطة وادي الأردن) في تطوير أدوات تخطيط ذكية، وتعزيز الحوكمة البيئية الحضرية بما يحقق العدالة المكانية والاستدامة البيئية معًا.

اسئلة البحث

1. ما مدى تداخل أنماط التوسع العمراني في مدينة المفرق مع مسارات المجاري المائية والمناطق المعرضة للسيول خلال العقدين الماضيين؟
2. ما أبرز التحديات البيئية، الهندسية، والاجتماعية الناتجة عن البناء العشوائي على أو قرب المجاري المائية في المدينة؟
3. كيف تتعامل الخطط التنظيمية الحالية (المخططات الشمولية والتفصيلية) مع مخاطر الفيضانات وحماية مسارات التصريف الطبيعي للمياه؟
4. ما إمكانية توظيف نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونماذج محاكاة الجريان السطحي في تحسين دقة التخطيط العمراني وتحديد مناطق الخطر؟

5. ما المسارات المقترحة لتنمية عمرانية مستدامة في مدينة المفرق تراعي البُعد الهيدرولوجي وتعزز مرونة المدينة أمام المخاطر المناخية؟

الاطار النظري

مدينة المفرق في بيئة شحيحة المياه

السياق الجغرافي والمناخي للمفرق

تقع مدينة المفرق في المنطقة الشمالية من الأردن، على بعد حوالي 80 كيلومتراً شمال العاصمة عمان. يتميز موقعها الجغرافي بأهمية استراتيجية عالية، حيث تُعد مفترق طرق حيوي يربط الأردن بسوريا شمالاً والعراق شرقاً .وقد شكّل هذا الموقع المحوري تاريخياً تطورها ولا يزال يؤثر على تحدياتها المعاصرة. تعمل المدينة كمركز إداري لمحافظة المفرق، التي تتميز بكونها أكبر محافظة في الأردن من حيث المساحة.

يُعد مناخ المفرق قاحلاً إلى شبه قاحل في الغالب، وهي سمة مشتركة مع معظم الأردن. تتلقى المنطقة كميات منخفضة من الأمطار السنوية، تتراوح عادةً حوالي 150 ملم سنوياً داخل محافظة المفرق، على الرغم من أن هطول الأمطار يمكن أن يتراوح من 20 إلى 200 ملم عبر المحافظة الأوسع .تحدث غالبية هذه الأمطار المحدودة خلال أشهر الشتاء، وتحديداً بين نوفمبر ومارس .تُوصف تضاريس الهضبة التي تقع عليها المفرق بأنها سهل تعرية، تتميز بتلال لطيفة وأودية موسمية ضعيفة التعرية. المياه السطحية، عندما لا يتم التقاطها بواسطة الأودية الغربية، تصب عادةً في سهول صحراوية أو "قاع"، وهي منخفضات واسعة ضحلة تتحول إلى بحيرات مؤقتة خلال أمطار الشتاء وتعود إلى سهول طينية جافة في الصيف.

نظرة عامة على ندرة المياه الشديدة في الأردن

يواجه الأردن أحد أشد تحديات ندرة المياه على مستوى العالم .وقد انخفض نصيب الفرد من المياه المتاحة سنوياً بشكل حاد خلال العقود الأخيرة، حيث انخفض من 145 متراً مكعباً سنوياً في عام 2007 إلى أقل من 100 متر مكعب سنوياً بحلول عام 2016، وإلى 61 متراً مكعباً للفرد في عام 2021 .تقع هذه الأرقام بشكل كبير دون عتبة الفقر المائي المعترف بها دولياً وهي 500 متر مكعب سنوياً، مما يؤكد شدة الأزمة.

تتفاقم أزمة المياه المنتشرة هذه بسبب عدة عوامل مترابطة. فمعدلات النمو السكاني المرتفعة، والاستنزاف المستمر لاحتياطيات المياه الجوفية الحيوية، والآثار المتصاعدة لتغير المناخ، كلها عوامل تزيد من الضغط على موارد المياه المحدودة .علاوة على ذلك، شهد الأردن موجات متعددة من الهجرة القسرية نتيجة للصراعات الإقليمية، بما في ذلك الحروب العربية الإسرائيلية، وحروب الخليج، ومؤخراً الحرب الأهلية السورية. وقد أدت هذه التحولات الديموغرافية إلى زيادة هائلة في الطلب على نظام إمدادات المياه المجهد أصلاً، لا سيما في مدن مثل المفرق التي تُعد مناطق استقبال رئيسية.

إن موقع المفرق الجغرافي الاستراتيجي كـ "مفترق طرق"، بينما كان مفيداً تاريخياً لأغراض التجارة والعسكرية، جعله وجهة مهمة للسكان النازحين في العصر الحديث. وقد أدى هذا الدور الجيوسياسي إلى تكثيف مباشر للطلب على المياه في بيئة قاحلة أصلاً، مما يوضح كيف تؤثر الصراعات الإقليمية وأنماط الهجرة بشكل مباشر وملموس على إجهاد المياه المحلي، وبالتالي على مسار التنمية الحضرية. إن العجز المائي المزمن في المفرق يتجاوز مجرد مشكلة إدارة موارد؛ إنه يمثل قيداً أساسياً يشكل طبيعة الحياة الحضرية واستدامتها. يدفع هذا الوضع المدينة نحو عتبة حرجة حيث لم تعد نماذج النمو التقليدية، القائمة على رد الفعل، قابلة

للتطبيق، مما يستلزم تدخلات كبيرة وتحويلية في إدارة المياه والتخطيط الحضري لضمان الجدوى على المدى الطويل ورفاهية الإنسان.

الغرض ونطاق التقرير

يهدف هذا التقرير إلى تقديم تحليل شامل للتأثير المتبادل بين المجاري المائية والتوسع التنظيمي في المفرق. وسيشمل التأثيرات التاريخية للمياه على تطور المدينة، ويدرس التحديات المعاصرة التي يفرضها النمو العمراني على موارد المياه، ويستكشف الاستراتيجيات المستقبلية لتحقيق التنمية المستدامة في هذه البيئة القاحلة بطبيعتها.

ثالثاً. مدينة المفرق: لمحة حضرية تاريخية ومعاصرة

التطور التاريخي ومراحل النمو الرئيسية

لقد تطور النسيج الحضري لمدينة المفرق عبر فترات تاريخية متميزة، تميزت كل منها بمحركات نمو محددة وتحولات في علاقتها بالبيئة المحيطة، بما في ذلك مجاريها المائية.

- **العصر الحديث (1923-1945 م)** :بدأت المرحلة الحديثة من نمو المفرق بتأسيس الدولة الأردنية (إمارة شرق الأردن) عام 1923. وقد أثرت عدة أحداث خلال هذه الفترة بشكل كبير على توسع المدينة. وشملت هذه الأحداث وصول المهاجرين من المغرب، واكتشاف النفط في العراق والخليج مما أدى إلى إنشاء مقر شركة نفط العراق وشركة خط الأنابيب عبر العربية عام 1935، ووجود القوات البريطانية خلال الحرب العالمية الثانية، التي أنشأت معسكرات عسكرية ومطاراً .وقد عززت هذه التطورات مكانة المفرق كمركز إقليمي مهم، مما جذب العمالة والاستثمار.

- **فترة ما بعد 1945** :بعد عام 1945، شهدت المفرق تحولات إدارية وديموغرافية إضافية. تم ترقيتها من قرية إلى بلدة مع إنشاء بلديتها عام 1944، وأُعلنت رسمياً مركزاً حكومياً عام 1947 .وقد أدت الصراعات العربية الإسرائيلية بين عامي 1948 و1967 إلى موجات كبيرة من الهجرة الفلسطينية إلى الأردن، مما ساهم في نمو سكان المفرق .وقد ارتفعت أهمية المدينة الإدارية بشكل أكبر في عام 1985 عندما تم ترقيتها إلى إحدى محافظات الأردن الإدارية الاثنتي عشرة.
- **من عام 2000 حتى الوقت الحاضر** :شهد مطلع الألفية مرحلة جديدة من التنمية المتسارعة. تم إنشاء بلدية المفرق الكبرى عام 2002. وتصاعد التصنيع مع بناء العديد من الصناعات الثقيلة والخفيفة في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية من المدينة، إلى جانب إنشاء منطقة الملك الحسين الاقتصادية في الشمال الشرقي .وقد أثر تأسيس جامعة آل البيت، وعلى الأخص، استيطان مخيم الزعتري للاجئين السوريين، بشكل عميق على أنماط النمو والتنمية الأخيرة للمدينة، مما وضع ضغطاً هائلاً على الموارد والبنية التحتية القائمة.

ديناميكيات السكان وتوسع المساحة

شهدت المفرق نمواً حضرياً سريعاً، تميز بزيادة كبيرة في عدد السكان وتوسع مماثل في مساحتها الفيزيائية . يوضح المسار الديموغرافي هذه الوتيرة السريعة:

- في عام 1952، كان عدد سكان المدينة حوالي 6,000 نسمة.
- بحلول عام 1961، نما العدد إلى 9,500 نسمة، وتضاعف تقريباً إلى أكثر من 21,000 نسمة بحلول عام 1979.
- في عام 1994، ارتفع عدد السكان إلى 32,000 نسمة.

- بحلول عام 2009، بلغ عدد سكان المفرق الكبرى التقديري 58,000 نسمة.
- في عام 2010، بلغ عدد سكان مدينة المفرق نفسها 66,548 نسمة، بمعدل نمو سنوي تقريبي يبلغ 3.5%.

كان التوسع الفيزيائي للمدينة ملحوظاً بنفس القدر:

- كانت المساحة التقديرية للمفرق حوالي 4.5 كيلومتر مربع في نهاية الستينيات.
- توسعت هذه المساحة إلى 5 كيلومترات مربعة بحلول نهاية السبعينيات وحوالي 7 كيلومترات مربعة بحلول عام 1992.
- وصلت المساحة الإجمالية للمفرق الكبرى مؤخراً إلى 100 كيلومتر مربع، منها حوالي 40 كيلومتراً مربعاً مصنفة كمنطقة منظمة. وتغطي مدينة المفرق الأساسية 26 كيلومتراً مربعاً، منها 11 كيلومتراً مربعاً فقط منظمة.
- بين عامي 1987 و2010، زادت المناطق الحضرية داخل المفرق بحوالي 7.14 كيلومتر مربع، وهو ما يمثل حوالي 23% من منطقة الدراسة.
- ارتفعت الكثافة السكانية من حوالي 965 نسمة لكل كيلومتر مربع في عام 1987 إلى 2146 نسمة لكل كيلومتر مربع في عام 2010.

تؤكد هذه البيانات الكمية الضغط الهائل الواقع على البنية التحتية للمدينة ومواردها الطبيعية، وخاصة إمدادات المياه.

	المساحة المنظمة (المدينة)	المساحة (المفرق) الكبرى)	السكان (المفرق) الكبرى)	السكان (المدينة)	السنة
	–	–	–	6,000	1952
	–	–	–	9,500	1961
	–	–	–	21,000+	1979
	–	–	–	29,918	1987
	11كم²	–	40,000	66,548	2009
	11كم²	–	58,000	287,30	2010
	40كم²	100كم²	200,000	663,40	الوقت الحاضر

الجدول 1: نمو سكان ومساحة مدينة المفرق (1952–الوقت الحاضر)

المحركات الرئيسية للنمو الحضري

لقد تشكل نمو المفرق بفعل تضافر عوامل تاريخية واقتصادية وجيوسياسية:

- **محطة السكة الحديدية** :كان إنشاء محطة سكة حديد الحجاز عام 1903 محركاً أساسياً، حيث حول المفرق إلى مركز نقل حيوي.
- **صناعة النفط** :أدى اكتشاف النفط في العراق والخليج إلى اختيار المفرق كموقع للمحطة الرئيسية لشركة نفط العراق وشركة خط الأنابيب عبر العربية عام 1935، مما جلب استثمارات كبيرة وقوة عاملة إلى المدينة.

- **الوجود العسكري** :كان الوجود الطويل الأمد للمنشآت العسكرية، بما في ذلك القوات البريطانية خلال الحرب العالمية الثانية ولاحقاً مقر الفرقة الثالثة للجيش الأردني، وكلية الملك حسين الجوية، وقاعدة جوية، عاملاً ثابتاً. وبينما ساهمت هذه المناطق العسكرية في توفير فرص العمل والبنية التحتية، فقد عملت أيضاً كحواجز مادية، مما قيد التوسع العمراني في اتجاهات معينة.
- **المؤسسات التعليمية** :أدى تأسيس جامعة آل البيت إلى تحفيز نمو السكان والتنمية من خلال جذب الطلاب وأعضاء هيئة التدريس.
- **تدفق اللاجئين** :يمثل إنشاء مخيم الزعتري للاجئين السوريين والتدفق الهائل اللاحق للاجئين السوريين محركاً مميزاً وغير مسبوق للنمو في السنوات الأخيرة. وقد أدى ذلك إلى زيادة هائلة في الطلب على الخدمات الأساسية والإسكان، لا سيما في المناطق شبه الحضرية، مما أجهد البنية التحتية القائمة بشكل كبير وأدى إلى ظهور "مراكز غير مخططة ."يمثل هذا تحولاً جذرياً من النمو العضوي المتأثر استراتيجياً إلى التوسع المدفوع بالأزمات ورد الفعل.
- **التنمية الصناعية** :أدى إنشاء العديد من الصناعات الثقيلة والخفيفة ومنطقة الملك الحسين الاقتصادية في الأجزاء الجنوبية والشمالية الشرقية من المدينة إلى تحفيز النشاط الاقتصادي وجذب العمالة، مما ساهم في التوسع الفيزيائي للمدينة.

لقد أدى النمو الحضري السريع وغير المخطط له إلى حد كبير في المفرق، والذي تأثر بشكل خاص بأزمة اللاجئين السوريين، إلى انفصال عميق بين النمو السكاني للمدينة وقدرتها على الإدارة المستدامة للموارد. وقد حول هذا الوضع ندرة المياه من تحدٍ إقليمي مزمن إلى أزمة حضرية حادة، مما يؤثر بشكل مباشر على تقديم الخدمات العامة ويقوض الاستقرار البيئي العام. إن الافتقار إلى التخطيط الاستراتيجي في نمو المفرق، كما هو مذكور في البحث، يعني أن الطلب المتزايد الناتج عن النمو السكاني السريع لا يمكن

تلبيته بشكل كافٍ من خلال البنية التحتية القائمة أو المخطط لها، مما يؤدي إلى ضعف تقديم الخدمات العامة، وضعف الشبكات، وزيادة التصحر.

رابعاً. المجاري المائية والهيدروجيولوجيا في المفرق والمناطق المحيطة بها

وصف المجاري المائية الرئيسية

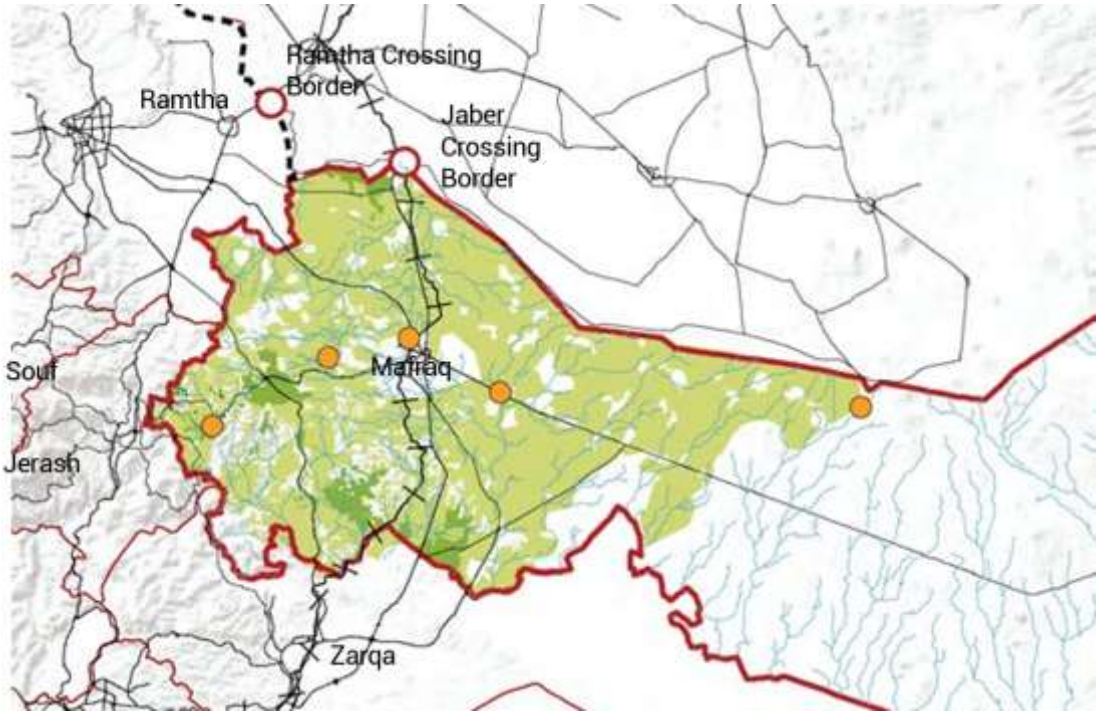
يعني المناخ القاحل إلى شبه القاحل في الأردن أن الأراضي الرطبة الطبيعية الكبيرة نادرة، مع استثناء واحة الأزرق البارز، على الرغم من أنها عانت بشكل كبير من استخراج المياه الجوفية وبناء السدود . تتكون التضاريس حول المفرق من سهل تعرية مع أودية ضعيفة التعرية، وهي مجاري أنهار موسمية تحمل المياه فقط خلال فترات الأمطار الغزيرة .عندما لا يتم التقاط المياه السطحية بواسطة الأودية الغربية، فإنها تصب عادةً في سهول صحراوية أو "قاع"، والتي تصبح بحيرات ضحلة في الشتاء وسهول طينية جافة في الصيف.

تُعد عدة أودية ذات أهمية خاصة للسياق الهيدرولوجي للمفرق:

- **وادي راجل** :هذا الوادي، الذي تم بناء سد عليه عام 1991، كان يمد واحة الأزرق تاريخياً بكميات كبيرة من المياه. وقد أدى بناء السد إلى تقليل الفيضانات الشتوية في القاع بشكل كبير.
- **وادي غدير** :يعمل هذا الوادي كمتلقي طبيعي للمياه العادمة المعالجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في المفرق وهو أحد روافد وادي سنحان.
- **مستجمع مياه وادي المفرق** :تم تحديد هذه المنطقة كمنطقة معرضة لخطر الفيضانات، مما أدى إلى دراسات تهدف إلى إدارة الفيضانات داخل منطقة مستجمعها.

التأثير العام للأودية :أثر التوسع العمراني في المفرق بشكل كبير على جريان المياه السطحية. وقد استلزم ذلك تحويل بعض الأودية لمنعها من التدفق عبر مركز المدينة، وهو نتيجة مباشرة للتنمية الحضرية التي غيرت أنماط الصرف الطبيعية.

بالإضافة إلى المناطق المجاورة للمفرق مباشرة، تشمل المجاري المائية الإقليمية الهامة الأخرى في الأردن نهر اليرموك، ووادي العرب، ووادي زقلاب، ونهر الزرقاء، ووادي داميا، وبركة كيبد، وسد كفرين، وسد



شعيب، وبركة سوايمة .وقد شهد نهر الأردن، وهو مسطح مائي إقليمي رئيسي، تاريخياً تدفقاً كبيراً من نهر اليرموك والعديد من الأودية والطبقات المائية .ومع ذلك، فقد انخفضت معدلات تدفقه بشكل حاد بسبب البنية التحتية الواسعة ومخططات التحويل.

صورة –1 تمثل الأودية والمجاري المائية في منطقة غرب محافظة المفرق

الطبقات المائية الرئيسية وخصائصها

المصدر الرئيسي للمياه في المفرق هو المياه الجوفية، التي يتم استخراجها من العديد من الآبار الارتوازية. وتعتمد محافظة المفرق وحدها على 91 بئراً لتزويدها بالمياه .يتوافق تدفق المياه الجوفية في منطقة المفرق بشكل عام مع أنماط الصرف السطحي، حيث تتحرك من حدود المستجمعات المائية الأعلى نحو محور الأودية.

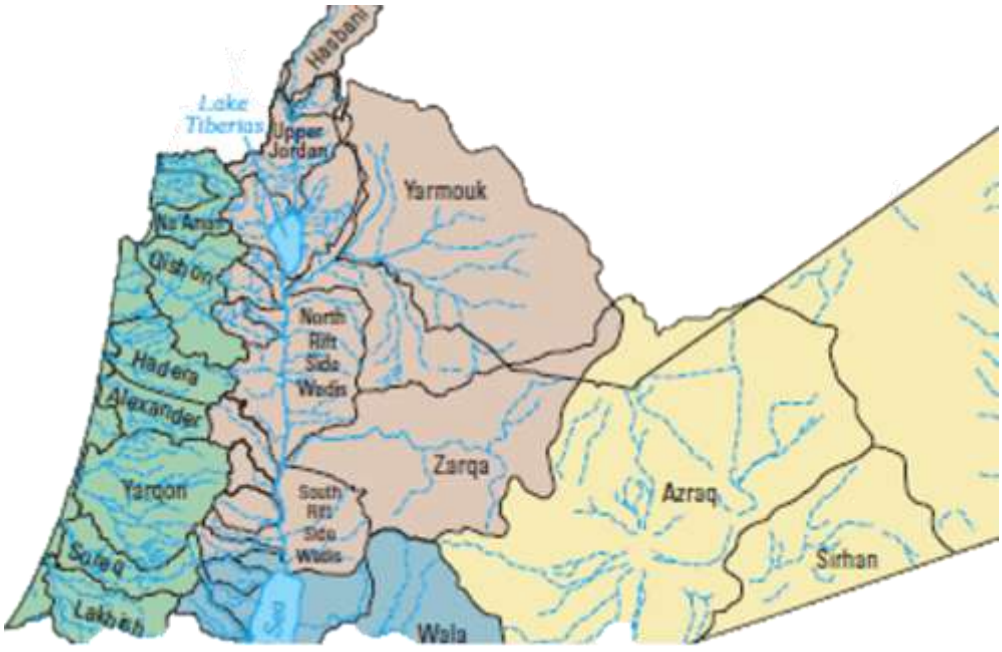
تساهم عدة أنظمة مائية رئيسية في إمدادات المياه في المنطقة:

- **حوض عمان–الزرقاء (AZB):** تقع محافظة المفرق ضمن هذا الحوض الجوفي الحيوي، الذي يغطي مساحة إجمالية تبلغ 4,600 كيلومتر مربع، منها 4,074 كيلومتر مربع في الأردن و512 كيلومتر مربع في سوريا .يُعتبر حوض عمان–الزرقاء أهم نظام للمياه الجوفية في الأردن، حيث يوفر مياه الشرب والري لأكبر ثلاث مدن في البلاد .يتكون الحوض من ثلاث طبقات مائية رئيسية: طبقة بازلتية عليا، وطبقة حجر جيري وسطى) عمان–وادي السير(B2/A7 ، وطبقة حجر رملي أعمق (تكوينات الكرنب–الرام) في الأسفل .الطبقتان العلويتان متصلتان هيدروليكياً. وتشهد مستويات المياه الجوفية في حوض عمان–الزرقاء انخفاضاً كبيراً بسبب الاستغلال المفرط الواسع النطاق، وهو اتجاه لوحظ في جميع أنحاء الحوض.
- **نظام الطبقة البازلتية** :يقع هذا النظام تحت ويغطي الجزء الشمالي الشرقي من منطقة المفرق . ويشكل جزءاً من مقاطعة البراكين العربية الشمالية الأكبر، والتي تمتد من جنوب غرب سوريا عبر شرق الأردن إلى المملكة العربية السعودية .في الأردن، يمكن أن يصل سمك التكوينات البازلتية إلى 500 متر كحد أقصى .منطقة التغذية الرئيسية لهذه الطبقة المائية هي المرتفعات الطبوغرافية

لجبل الدروز في جنوب سوريا .تدفق المياه الجوفية داخل البازلت شديد التباين، مما يعني أنه يظهر توصيلات أفقية أعلى بكثير بين تدفقات الحمم البركانية الفردية، والتي يتراوح سمكها من 3 إلى 25 متراً. وتسهل الصدوع والشقوق الناتجة عن التبريد داخل البازلت التسرب إلى الأسفل، وفي بعض أجزاء الأردن، يتصل نظام البازلت هذا هيدروليكياً بالتكوينات الجيولوجية الأساسية .وتستمد العديد من الآبار في شمال شرق الأردن المياه من هذه الطبقة المائية.

- **مجمع الطبقة المائية العليا** :في الجزء الشمالي الشرقي من منطقة المفرق، يتم استغلال المياه الجوفية من هذا المجمع بشكل مكثف، بشكل أساسي للري الزراعي.

إن الاتصال الهيدرولوجي بين نظام الطبقة البازلتية، الذي يتغذى بشكل أساسي في سوريا، والتكوينات الأساسية، إلى جانب الطبيعة المشتركة لحوض عمان–الزرقاء، يعني أن أمن المياه في



المفرق يرتبط ارتباطاً جوهرياً بإدارة المياه العابرة للحدود وديناميكيات الهيدرولوجيا الإقليمية الأوسع. وهذا يجعل التخطيط الحضري المحلي واستدامة الموارد المائية عرضة بشكل كبير للعوامل الجيوسياسية والبيئية الخارجية التي تتجاوز السيطرة البلدية المباشرة.

صورة –2 تقاطعات الأحواض المائية الرئيسية شمال الأردن ضمن محافظة المفرق

توفر الموارد المائية بشكل عام

تتميز موارد المياه في الأردن بندرة شديدة، وتقلب كبير، وعدم يقين كبير، وتعتمد بشكل كبير على أنماط الأمطار غير المنتظمة .تنشأ موارد المياه السطحية بشكل أساسي من نهر اليرموك وروافد نهر الأردن الشرقية. ومع ذلك، وبسبب الانقطاعات التاريخية، والتنمية الواسعة للبنية التحتية، والتحويلات، لا يمكن للأردن الاستفادة الكاملة من التدفق الطبيعي للمياه العذبة لنهر الأردن. وبدلاً من ذلك، يعتمد بشكل كبير على تدفقات الري العائدة، والمياه المالحة، والفيضانات الشتوية الموسمية من هذا المصدر .وتُعتبر جميع المسطحات المائية في الأردن، بغض النظر عن حالتها الطبيعية، مصادر محتملة للاستغلال الحضري والزراعي والصناعي، مما يعكس الحاجة الماسة للمياه في جميع القطاعات.

إن الاستغلال المفرط للمياه الجوفية، لا سيما من حوض عمان–الزرقاء، للاستخدامات الحضرية والزراعية، إلى جانب فقدان كبير للمياه في شبكة التوزيع (يصل إلى 46% في محافظة المفرق)، يشير إلى فشل منهجي في إدارة موارد المياه والبنية التحتية .إن هذا الاعتماد غير المستدام على موارد المياه الجوفية المحدودة، والذي يتفاقم بسبب التوسع العمراني السريع وتزايد الطلب، لا يهدد مستقبل المياه في المدينة فحسب، بل يهدد أيضاً استقرارها الاجتماعي والاقتصادي على المدى الطويل.

خامساً. تأثير المجاري المائية على التوسع العمراني

التأثير التاريخي على أنماط الاستيطان

تاريخياً، شكل وجود المجاري المائية وخصائصها المستوطنات البشرية المبكرة بشكل عميق. في العصور القديمة، كانت المواقع مثل الفدين، السلف لمدينة المفرق الحديثة، تقع استراتيجياً بالقرب من مصادر المياه. كانت هذه المستوطنات المبكرة غالباً قلاعاً محصنة، مما يشير إلى أن الوصول إلى المياه كان عاملاً حاسماً للدفاع، والبقاء، وتسهيل التجارة على طول طرق مثل طريق الملوك .هذا الاعتماد المباشر على الميزات المائية الطبيعية يعني أن الشكل الحضري الأولي والتوسع كانا مرتبطين جوهرياً بالمناظر الطبيعية الهيدرولوجية.

ومع ذلك، فإن التحول التاريخي في التوسع العمراني للمفرق من كونه يمليه القرب المباشر من مصادر المياه الطبيعية إلى كونه مدفوعاً بالبنية التحتية الاستراتيجية (مثل سكة حديد الحجاز ومنشآت شركات النفط)، ومؤخراً، بالتدفق الهائل للاجئين، قد غير بشكل أساسي العلاقة بين المدينة ومجاريها المائية .وقد أدى هذا التطور إلى فصل النمو الحضري فعلياً عن التوفر الفوري للمياه السطحية الطبيعية، مما أدى إلى اعتماد كبير على استخراج المياه الجوفية غير المستدام وخلق نقاط ضعف جديدة مثل زيادة مخاطر الفيضانات بسبب تغير الهيدرولوجيا السطحية.

توفر المياه كعامل مقيد

على الرغم من التأثيرات التاريخية، أصبح توفر المياه عاملاً مقيداً شديداً للتوسع العمراني المعاصر في المفرق. فندرة المياه الشديدة في الأردن تعني أن إمدادات المياه عبر الأنابيب غالباً ما تكون متقطعة،

وأحياناً لا تتوفر إلا مرة واحدة في الأسبوع في المدن الكبرى مثل عمان، وبشكل أقل تكراراً في بعض المناطق الريفية .في المفرق، يعاني السكان بشكل متكرر من عدم كفاية المياه من النظام العام، حيث تعتمد العديد من الأسر على آبار المياه الجوفية وناقلات المياه الخاصة لتلبية احتياجاتهم اليومية، مما يتكبدون تكاليف كبيرة .تملي هذه الندرة أنماط التنمية الحضرية، وغالباً ما تدفع التوسع إلى المناطق شبه الحضرية حيث قد تكون الأراضي أرخص ولكن الوصول إلى شبكات المياه والصرف الصحي الرسمية غير مضمون، مما يؤدي إلى الإسكان غير الرسمي وتحديات إضافية في توفير الخدمات .وتفاقم النسبة المرتفعة لفقدان المياه في شبكة التوزيع، لا سيما في محافظة المفرق (التي وصلت إلى 46% في عام 2004)، المشكلة، مما يعني أن جزءاً كبيراً من إمدادات المياه المحدودة أصلاً لا يصل إلى المستهلكين.

الأودية كقيود وفرص

تمثل الأودية، على الرغم من كونها مكونات أساسية للنظام الهيدرولوجي الطبيعي في المناطق القاحلة، قيوداً وفرصاً محتملة للتنمية الحضرية في المفرق.

- **مخاطر الفيضانات** :أثر التوسع السريع للمناطق الحضرية في المفرق خلال العقدين الماضيين بشكل كبير على جريان المياه السطحية .يؤدي تحويل الغطاء النباتي الطبيعي إلى أسطح غير منفذة (الأسفلت والمباني) إلى تقليل قدرة الأرض على امتصاص الأمطار، مما يتسبب في تدفق المياه الزائدة بشكل أسرع على السطح .وقد أدى ذلك إلى زيادة حوادث الفيضانات، لا سيما في المناطق الغربية والوسطى من مدينة المفرق، مما أثر على مئات الأشخاص .ونتيجة لذلك، تم تحويل بعض الأودية لمنعها من المرور عبر مركز المدينة، وهو إجراء وقائي للتخفيف من مخاطر

الفيضانات .ويُصنف مركز المدينة نفسه على أنه يقع في منطقة معرضة لخطر الفيضانات العالية والعالية جداً.

- **الصرف والبنية التحتية** :تعمل الأودية بشكل طبيعي كقنوات تصريف. ومع ذلك، مع زيادة التوسع العمراني، يمكن أن تُغمر أنظمة الصرف الطبيعية هذه بكمية وسرعة أكبر من الجريان السطحي الحضري، مما يشكل تحديات للبنية التحتية الحضرية.

لقد أدت البصمة العمرانية المتزايدة، التي تتميز بالأسطح غير المنفذة الواسعة، إلى تحويل أودية المفرق من ميزات هيدرولوجية طبيعية إلى قنوات لمخاطر الفيضانات المتزايدة. وهذا يستلزم تحولاً استباقياً في التخطيط الحضري من مجرد تحويل الأودية إلى إدارة شاملة للفيضانات، بما في ذلك حصاد المياه والبنية التحتية الخضراء، للتخفيف من المخاطر البيئية ودمج المجاري المائية في نسيج حضري مرن. سيعترف هذا النهج بالأودية ليس فقط كتهديدات يجب احتواؤها، بل كأصول محتملة لإدارة المياه والتخضير الحضري.

سادساً. تأثير التوسع العمراني على الموارد المائية والبيئة

لقد أحدث التوسع العمراني في المفرق آثاراً كبيرة وضارة على مواردها المائية الهشة أصلاً والبيئة الأوسع، مما خلق شبكة معقدة من التحديات المترابطة.

استنزاف المياه الجوفية وتدهور جودتها

أدى النمو السكاني السريع في المفرق، إلى جانب الممارسات الزراعية المكثفة، إلى ضخ مفرط للمياه الجوفية. وقد أدى هذا الاستغلال المفرط إلى انخفاض مستمر في مستويات المياه الجوفية وزيادة مقلقة في

ملوحة المياه الجوفية في جميع أنحاء منطقة المفرق .ويشهد حوض عمان–الزرقاء، وهو مصدر حيوي للمياه الجوفية للمفرق، انخفاضاً كبيراً في منسوب المياه الجوفية بسبب هذا الاستغلال الواسع النطاق.

بالإضافة إلى الكمية، تدهورت جودة المياه أيضاً. فقد أظهرت المياه الجوفية في مناطق مثل الجامعة ومخيم الزعتري تركيزات عالية من النترات، تُعزى أساساً إلى تسرب الأسمدة الكيميائية والعضوية المستخدمة بكثافة في الزراعة .ويساهم هذا التلوث، إلى جانب التلوث الناتج عن النفايات الصلبة والسائلة، في التدهور العام لجودة المياه، مما يجعلها أقل ملاءمة للاستخدامات المختلفة .وقد واجهت محطة معالجة مياه الصرف الصحي في المفرق، على الرغم من التحديثات التي تهدف إلى إعادة الاستخدام، تحديات، بما في ذلك مشاكل في خط الصرف الصحي الرئيسي وجودة مياهها المعالجة التي لا تلبي دائماً المعايير اللازمة لإعادة الاستخدام الزراعي غير المقيد، مما يشكل مخاطر بيئية محتملة على مناطق الأودية والآبار في المصب.

تدهور الأراضي وتعرية التربة

يحدث الزحف العمراني في المفرق، كما هو الحال في العديد من المناطق الحضرية سريعة النمو، على حساب الأراضي الزراعية والمراعي القيمة .يؤدي هذا التحويل إلى ختم التربة، حيث يتم استبدال الأسطح المنفذة بالخرسانة والأسفلت غير المنفذة، مما يؤدي إلى فقدان دائم للتربة الخصبة وتقليل قدرة الأرض على امتصاص الأمطار .وقد انخفضت المساحة الإجمالية غير المطورة في المنطقة، مع تغير طفيف ولكنه مهم في المناطق الزراعية المحدودة.

تؤدي الممارسات الزراعية غير المستدامة، المدفوعة بالطلب المتزايد على الغذاء، إلى تفاقم تدهور الأراضي. تساهم هذه الممارسات في تعرية التربة وتملحها، حيث تتراكم الأملاح في التربة، مما يقلل من خصوبتها

وإنتاجيتها الإجمالية .وتُعد منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا(MENA) ، التي تقل فيها نسبة الأراضي الصالحة للزراعة عن 5%، معرضة بشكل خاص لهذه المشاكل.

فقدان التنوع البيولوجي

تساهم ندرة المياه الشديدة وتدهور الموائل الناتج عن التوسع العمراني والاستخدام غير المستدام للموارد بشكل مباشر في فقدان التنوع البيولوجي في المنطقة. فقد دمرت الأراضي الرطبة الطبيعية، التي تُعد موائل حيوية للطيور المائية المهاجرة والأنواع الأخرى، أو تدهورت بسبب الاستغلال المفرط للمياه الجوفية وبناء السدود، مما أجبر الأنواع على تغيير موائلها .تؤدي ندرة المياه إلى انخفاض كبير في التنوع البيولوجي بسبب فقدان الموائل وانقراض الأنواع، مما يؤثر على التنوع الجيني ويعطل توازن النظام البيئي .وتُعد التغيرات السريعة في البيئة، المدفوعة بالنمو السكاني والطلب على استخدام الموارد، عوامل رئيسية في هذا التدهور .

لقد أدى تحويل الأراضي الطبيعية والزراعية إلى أسطح حضرية غير منفذة في المفرق إلى تغيير جذري في الدورة الهيدرولوجية للمدينة. يقلل هذا التغيير من تغذية المياه الجوفية الطبيعية، ويزيد من جريان المياه السطحية، ويكثف حوادث الفيضانات، مما يخلق حلقة تغذية راجعة مباشرة حيث تقوض التنمية الحضرية بنشاط موارد المياه التي تعتمد عليها. إن هذا التدهور البيئي متعدد الأوجه في المفرق –الذي يشمل الاستنزاف الشديد للمياه الجوفية، والتلوث الواسع النطاق للمياه، والتدهور الواسع للأراضي –يمثل مجتمعة تهديداً وجودياً لاستدامة المدينة على المدى الطويل. وتؤكد هذه الشبكة المعقدة من المشاكل البيئية المترابطة، والتي تُعزى إلى حد كبير إلى التوسع العمراني غير المنضبط والاستغلال المفرط للموارد، الحاجة

الملحة إلى نهج شامل ومتكامل للتخطيط الحضري والإدارة البيئية يولي الأولوية للمرونة البيئية إلى جانب التنمية البشرية.

سابعاً. استراتيجيات إدارة المياه واستجابات التخطيط العمراني

لقد قام الأردن، إدراكاً منه لأزمة المياه الحادة التي يواجهها، بتطوير وتنفيذ استراتيجيات وسياسات مختلفة تهدف إلى تحقيق الأمن المائي والتنمية الحضرية المستدامة.

الاستراتيجيات الوطنية للمياه

يسترشد إطار إدارة المياه في الأردن باستراتيجيات وطنية شاملة:

- **استراتيجية المياه الأردنية (2008 -2022):** وضعت هذه الاستراتيجية أهدافاً طموحة، بما في ذلك ضمان إمدادات مياه شرب كافية وآمنة وموثوقة، وتحسين فهم وإدارة المياه الجوفية والسطحية، وتعزيز الاستخدام المستدام للمياه، والتكيف مع تزايد النمو السكاني والتنمية الاقتصادية. وكان أحد الأهداف الرئيسية هو التخفيض الجذري في استغلال المياه الجوفية.
- **الاستراتيجية الوطنية للمياه(2023-2040): توفر** هذه الاستراتيجية المحدثة رؤية طويلة الأمد لأمن مائي دائم. وهي ترتكز على الإدارة المتكاملة للموارد المائية لحماية والحفاظ على طبقات المياه الجوفية وإمدادات المياه السطحية. وتشمل الأهداف الرئيسية زيادة كفاءة استخدام المياه في المنازل والسياحة والصناعة، وتركيزاً قوياً على التكيف مع تغير المناخ، بما في ذلك تحديث وصيانة أنظمة إدارة الجفاف والفيضانات .وتُسلط الاستراتيجية الضوء أيضاً على الحاجة الماسة للاستفادة

من مصادر المياه غير التقليدية، مثل المياه المعالجة من تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي المتقدمة وتحلية المياه، لسد الفجوة المتزايدة بين الطلب والعرض.

السياسة الحضرية ودمج المجاري المائية

يتناول الإطار العام للسياسات الوطنية أيضاً التنمية الحضرية وتفاعلها مع الموارد الطبيعية:

- **السياسة الحضرية الوطنية الأردنية (JNUP):** تم اعتماد السياسة الحضرية الوطنية الأردنية في مارس 2024، وتمثل نهجاً استباقي لتعزيز مدن مستدامة بيئياً، ومزدهرة اقتصادياً، وشاملة اجتماعياً، ومرنة، ومترابطة بشكل جيد. ويُعد أحد الركائز الأساسية لهذه السياسة "إدارة البيئة والمياه"، التي تدعو إلى النمو والبناء المستدام "مع وحول الموارد الطبيعية والثقافية ."وتهدف السياسة إلى إنشاء "أحياء ذكية، مدمجة، مكتفية ذاتياً، ومتنوعة على مدار 24 ساعة" تدمج البنية التحتية الخضراء والأصول الطبيعية .وبينما تحدد السياسة الحضرية الوطنية الأردنية إطاراً توجيهياً، فإن التدابير المحددة لدمج المجاري المائية والبنية التحتية الخضراء على المستوى الحضري المحلي، لا سيما للمناطق القاحلة مثل المفرق، لا تزال غير محددة إلى حد كبير أو تواجه تحديات .وتخلق هذه الفجوة بين أطر السياسات عالية المستوى والاستراتيجيات المحلية القابلة للتنفيذ عقبة كبيرة أمام تحقيق تنمية حضرية حساسة للمياه حقاً.
- **التصميم الحضري الحساس للمياه (WSUD):** على الرغم من عدم تفصيله كسياسة محددة للمفرق ضمن البيانات المقدمة، فإن مبادئ التصميم الحضري الحساس للمياه ذات صلة عالية. يعزز التصميم الحضري الحساس للمياه دمج إدارة دورة المياه في التخطيط الحضري والتصميم والبناء لتقليل الآثار السلبية للتنمية على أنظمة المياه الطبيعية. ويشمل ذلك تكرار العمليات الطبيعية

لإدارة مياه الأمطار، واستخدام مناطق المناظر الطبيعية اللينة للنقل والمعالجة، والاستفادة القصوى من موارد المياه مثل مياه الأمطار ومياه العواصف .ويُعد هذا النهج حاسماً للمفرق للانتقال من التدابير التفاعلية إلى إدارة بيئتها المائية بشكل استباقي.

مبادرات حصاد المياه وإعادة الاستخدام

إدراكاً لندرة المياه الشديدة، استثمر الأردن في مبادرات مختلفة لزيادة إمدادات المياه وتعزيز إعادة الاستخدام:

- **محطة معالجة مياه الصرف الصحي في المفرق** :خضعت محطة معالجة مياه الصرف الصحي في المفرق لتحديث، اكتمل في عام 2015، لزيادة طاقتها إلى 6,550 متراً مكعباً يومياً وتحسين جودة مياهها المعالجة لإعادة الاستخدام المحتمل في الري المقيد .ويهدف هذا إلى تقليل الطلب على موارد المياه الجوفية الشحيحة من خلال توفير مصدر بديل للمزارعين المحليين.
- **حصاد مياه الأمطار** :يجري العمل على مشاريع لدعم تركيب أنظمة حصاد مياه الأمطار على الأسطح في المجتمعات الضعيفة داخل مدينة المفرق. تهدف هذه المبادرة، وهي جزء من جهود أوسع للمرونة المناخية، إلى توفير تدابير مبتكرة لتعزيز التكيف وتشجيع الإدارة المستدامة للموارد المائية.
- **مشروع حصاد مياه البادية** :يتضمن هذا المشروع واسع النطاق بناء أعمال ترابية وبرك للاحتفاظ بكميات أكبر من جريان مياه الأمطار في مستجمعات المياه، مما يسمح لها بالتسرب ببطء وتغذية الطبقات المائية على فترات طويلة. وهذا يعيد إنشاء الوظائف الهيدرولوجية الطبيعية ويهدف إلى جمع ملايين الأمتار المكعبة من المياه.

تحديات التنفيذ

على الرغم من هذه الأطر والمبادرات الاستراتيجية، لا تزال هناك تحديات كبيرة في التنفيذ الفعال لإدارة المياه والتخطيط الحضري في المفرق:

- **فقدان المياه في شبكات التوزيع** :تُسجل محافظة المفرق أعلى نسبة فقدان للمياه في شبكة التوزيع في الأردن، حيث تصل إلى 46 .%ويقوض هذا الفقد الكبير للمياه غير المدرة للدخل الجهود المبذولة لزيادة الإمداد وتلبية الطلب. وتُصعب المجتمعات المتفرقة وخطوط الأنابيب الطويلة في محافظة المفرق عمليات التفتيش والصيانة، مما يساهم في هذه المشكلة.
- **عوائق توفير خدمات المياه والصرف الصحي والنظافة (WASH)**: في المناطق شبه الحضرية، لا سيما حيث توسع الإسكان غير الرسمي بسرعة بسبب تدفق اللاجئين، لا يُضمن الوصول إلى شبكات المياه والصرف الصحي البلدية. وغالباً ما تعني تعقيدات ملكية الأراضي، وتصنيف الأراضي الزراعية، ومعايير الإسكان الدنيا أن الاتصال بالخدمات العامة يصبح خياراً بدلاً من التزام. ويواجه السكان في هذه المناطق تكاليف عالية لناقلات المياه الخاصة وتفريغ خزانات الصرف الصحي.
- **اللوائح غير الفعالة** :يرى جزء كبير من سكان المفرق أن قوانين ولوائح المياه لا تُنفذ بفعالية . ويشير هذا إلى وجود فجوة بين نية السياسة والتطبيق على أرض الواقع.

إن الاعتماد على مشاريع إمدادات المياه التقليدية واسعة النطاق (مثل نقل مياه الديسي، التحلية) إلى جانب الجهود المبذولة لتقليل فقدان المياه وتعزيز إعادة استخدام مياه الصرف الصحي، على الرغم من ضرورتها، قد لا تكون كافية لمعالجة أزمة المياه المتفاقمة في المفرق دون تحول جذري في نماذج التنمية الحضرية.

إن النهج الاستباقي والمتكامل الذي يدمج بشكل صريح التصميم الحضري الحساس للمياه، وحصاد المياه اللامركزي، واستعادة الأودية بيئياً في صميم التخطيط الحضري، أمر ضروري لبناء المرونة على المدى الطويل والانتقال من حالة دائمة من إدارة عجز المياه. سيعترف هذا التحول بأن إدارة المياه ليست مجرد مشكلة فنية بل جزء لا يتجزأ من الشكل والوظيفة الحضرية.

ثامناً. الخلاصة والتوصيات

يرتبط التوسع العمراني لمدينة المفرق ارتباطاً وثيقاً بمجاريها المائية والمشهد الهيدرولوجي الأوسع للأردن. تاريخياً، أملى توفر المياه الاستيطان المبكر، لكن النمو الحديث، الذي تضخم بشكل خاص بفعل العوامل الجيوسياسية وحركات اللاجئين، قد فصل التنمية الحضرية عن وفرة المياه الطبيعية. وقد أدى ذلك إلى مسار حرج وغير مستدام، يتميز بندرة المياه الشديدة، والاستغلال المفرط للمياه الجوفية، والتلوث الواسع النطاق، وتدهور الأراضي، وزيادة مخاطر الفيضانات. تعكس الحالة الراهنة للمدينة انفصالاً عميقاً بين النمو الديموغرافي والمكاني السريع وقدرة أنظمة المياه الطبيعية والهندسية على دعم هذا التوسع. التحديات منهجية، تنبع من مزيج من المناخ القاحل، والاستغلال التاريخي للموارد، والتخطيط الحضري التفاعلي بدلاً من الاستباقي.

لتحويل المفرق نحو مستقبل حضري أكثر استدامة ومرونة، من الضروري اتباع نهج شامل ومتكامل لإدارة المياه والتخطيط الحضري. تُقدم التوصيات التالية:

1. **دمج مبادئ التصميم الحضري الحساس للمياه (WSUD):** يجب أن يدمج التخطيط الحضري في المفرق بشكل استباقي مبادئ التصميم الحضري الحساس للمياه. يتضمن ذلك تصميم المساحات الحضرية التي تحاكي العمليات الهيدرولوجية الطبيعية، مثل استخدام الأرصفة النفاذة، وإنشاء

حدائق الأمطار، وتطوير الأسطح الخضراء. يمكن لهذه التدابير أن تعزز إدارة مياه الأمطار، وتعزز تغذية المياه الجوفية الطبيعية، وتخفف من مخاطر الفيضانات الحضرية، وتحول البيئة المبنية للمدينة إلى نظام أكثر مرونة.

2. **تعزيز حوكمة البنية التحتية المائية المحلية** :يُعد تمكين السلطات البلدية في المفرق بقدرات وموارد أكبر أمراً حاسماً للتنفيذ الفعال وإنفاذ اللوائح المتعلقة بالمياه. ويشمل ذلك بذل جهود عاجلة لمعالجة المعدلات المرتفعة لفقدان المياه في شبكات التوزيع من خلال الفحص المنهجي والصيانة واستبدال خطوط الأنابيب القديمة. ويتطلب تحسين تقديم الخدمات، لا سيما في المناطق شبه الحضرية سريعة التوسع، التغلب على الحواجز المتعلقة بملكية الأراضي والإسكان غير الرسمي.
3. **إعطاء الأولوية لحلول المياه اللامركزية** :بينما تُعد مشاريع إمدادات المياه واسعة النطاق ضرورية، يجب استكمالها بحلول لامركزية. يمكن أن يؤدي توسيع نطاق أنظمة حصاد مياه الأمطار على مستوى الأسر والمجتمعات وتعزيز إعادة استخدام المياه الرمادية إلى تقليل الطلب على مصادر المياه التقليدية بشكل كبير. ويمكن أن يؤدي تحفيز السكان على تبني هذه الممارسات، ربما من خلال آليات مالية أو برامج تعليمية، إلى تعزيز ثقافة الحفاظ على المياه.
4. **الاستعادة البيئية ودمج الأودية** :يجب إعادة تصور الأودية من مجرد قنوات للفيضانات إلى أصول بيئية قيمة. يمكن أن يؤدي تنفيذ المشاريع التي تركز على الاستعادة البيئية للأودية داخل وحول المدينة إلى تحويلها إلى ممرات خضراء وظيفية. وهذا لن يخفف من مخاطر الفيضانات فحسب، بل سيعزز أيضاً التنوع البيولوجي، ويحسن المناخات المحلية، ويوفر مساحات خضراء ضرورية لسكان المدن، ويدمج الميزات الطبيعية في النسيج الحضري.

5. **تعزيز التخطيط والمراقبة القائمين على البيانات** :تُعد جمع وتحليل البيانات بشكل قوي وشفاف حول توفر الموارد المائية، وأنماط الاستهلاك، ومسارات النمو الحضري، والآثار البيئية أمراً ضرورياً. يجب أن تُستخدم هذه البيانات لتوجيه استراتيجيات الإدارة التكيفية، وتسمح بالمراقبة في الوقت الفعلي لجودة المياه وكميتها، وتضمن المساءلة في تخصيص الموارد وتطوير البنية التحتية.
6. **تعزيز الوعي العام والمشاركة المجتمعية** :يُعد تنمية فهم عميق وتقدير للحفاظ على المياه بين جميع السكان، بمن فيهم السكان النازحون، أمراً حيوياً. يمكن أن تعزز البرامج التعليمية، ومبادرات التخطيط التشاركي، ومشاريع إدارة المياه التي يقودها المجتمع، شعوراً بالمسؤولية المشتركة وتشجع ممارسات استخدام المياه المستدامة.
7. **الحفاظ على التعاون عبر الحدود** :إدراكاً لأن أمن المياه في المفرق يرتبط جوهرياً بالأنظمة الهيدرولوجية الإقليمية، يجب على الأردن مواصلة الدعوة إلى اتفاقيات إدارة عادلة ومستدامة للموارد المائية المشتركة مع البلدان المجاورة والمشاركة فيها. ويُعد هذا البعد الجيوسياسي مكوناً حاسماً للمرونة المائية على المدى الطويل للمدينة.

من خلال تبني هذه الاستراتيجيات المتكاملة والمستقبلية، يمكن للمفرق أن تتجاوز مجرد رد الفعل على أزمات المياه، وبدلاً من ذلك تبني بيئة حضرية أكثر مرونة وأمناً مائياً وتنمية مستدامة لسكانها الحاليين والمستقبليين.

النتائج والتوصيات

النتائج

1. يوجد تداخل ملحوظ بين التوسع العمراني العشوائي في مدينة المفرق ومسارات المجاري المائية الرئيسية، خاصة في الأحياء الواقعة على الأطراف الجنوبية والغربية، حيث تم تشييد مساكن ومرافق على مجاري السيول أو في محيطها المباشر دون دراسات هيدرولوجية كافية.
2. الخطط التنظيمية الحالية تفتقر إلى دمج فعّال للبيانات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية، ولا تُحدّد بوضوح مناطق الحظر أو التقييد حول المجاري المائية، مما يسهّل انتهاك هذه المناطق ويزيد من مخاطر الفيضانات.
3. السيول المتكررة خلال مواسم الأمطار تسبّبت في أضرار جسيمة للبنية التحتية (كالطرق، شبكات الصرف، والكهرباء) وعرقلة حركة السكان، ما يدل على ضعف الاستعداد وغياب أنظمة الإنذار المبكر والتخطيط الوقائي.
4. هناك غياب في التنسيق المؤسسي بين الجهات المعنية (كأمانة المفرق، سلطة وادي الأردن، ووزارة المياه والري)، ما يؤدي إلى تضارب في الصلاحيات وضعف في تنفيذ الحلول المتكاملة لإدارة مخاطر السيول.
5. الاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ونماذج محاكاة الجريان السطحي لا يزال محدودًا في عمليات التخطيط الحضري المحلية، رغم توفر البيانات الأولية وإمكانية استخدامها لرسم خرائط خطر دقيقة.

التوصيات:

1. مراجعة وتحديث المخططات التنظيمية لمدينة المفرق لتشمل أحزمة حماية واضحة حول المجاري المائية، مع تحديد استخدامات أرضية متوافقة بيئيًا (كالحدائق العامة أو المساحات الخضراء) بدلاً من البناء السكني أو الخدمي.
2. اعتماد نماذج رقمية متكاملة تعتمد على نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وبرامج محاكاة الجريان (مثل HEC-RAS أو SWMM) لرسم خرائط مناطق الخطر ودعم اتخاذ القرار التخطيطي.
3. تعزيز التنسيق المؤسسي عبر إنشاء لجنة فنية مشتركة** تضم ممثلين من الأمانة، سلطة وادي الأردن، الدفاع المدني، والبلديات، لوضع خطة موحدة لإدارة المجاري المائية والحد من المخاطر الحضرية.
4. إدخال معايير الاستدامة البيئية والتكيف المناخي كشرط إلزامي في منح تراخيص البناء الجديدة، خاصة في المناطق المحيطة بالأودية والشعاب.
5. تنفيذ حملات توعية مجتمعية تستهدف السكان والمقاولين حول مخاطر البناء على مجاري السيول، وأهمية الحفاظ على مسارات التصريف الطبيعي، وتشجيع المشاركة المجتمعية في رصد الانتهاكات وحماية الفراغات الخضراء.

المراجع:

صالح، (بدون تاريخ). واقع التنمية المكانية في محافظة المفرق [ورقة عمل/بحث منشور إلكتروني]. ResearchGate.

العلواني، (2020). إدارة النمو العمراني في الأردن. مجلة السياسة العمرانية/دورية الكترونية. ajsp.net

طعاني، م. (2013). تأثير التوسع العمراني على نوعية مياه حوض وادي العرب — الأردن. المجلة/المؤسسة العلمية (مقالة). asejaiqjsae.journals.ekb.eg

— ESCWAلجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا. (2015). مواجهة تداعيات ندرة المياه على السكان في المنطقة العربية [تقرير].

الكيلاني، (دراسة). (بدون تاريخ). أهمية المصادر المائية في سيناريوهات توسع المدن: دراسة حالة دمشق [بحث/مقال متوفر عبر /Academia مستودع].

(محررون). (2024). التوسع العمراني العشوائي في لواء بلعما وغياب التخطيط. مجلة/موقع علمي محلي (مقال تحليلي). jaspss.com

الباحث/ة (2024 أو 2025). التحليل التنموي لتباين حجم الأسر مكانياً في مدينة المفرق [ورقة بحثية]. / ResearchGate دورية محلية.

شربيني، م. (رسالة ماجستير). (بدون تاريخ). عمارة وتهيئة الواجهات المطلة على المسطحات المائية: منهج تصميمي لاستغلال الواجهات المائية الحضرية [رسالة ماجستير/وثيقة].

مجلة/مؤلفون. (2025). الإدارة المستدامة للموارد الزراعية في ظل التوسع العمراني: دراسة تطبيقية. مجلة Perim أو دورية تنموية (مقال).