Journal of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol. 20, No. 76, July 2025, 1064-1091

Criteria for Flood Mitigation in Egypt Through Sponge City Mechanisms

Ensaf Osama Ali [1,2], Ahmed El kurdy[2], Adel Radwan Elshamy[2]

[1]Architectural Engineering Department, High institute for Engineering & Technology, El-Arish, Egypt

[2] Architectural Eng. Department, Faculty of Engineering, Al-Azhar University, Nasr City, 11884, Cairo, Egypt

***Correspondence:** eng.Ensaf.osama@Sinaieng.edu.eg*

Citation:

E.O. Ali, A. El kurdy, A. R. Elshamy, "Criteria for Flood Mitigation in Egypt Through Sponge City Mechanisms", Journal of Al-Azhar University Engineering Sector, vol. 20 pp. .1064-1091, 2025

Received: 01 February 2025

Revised: 2 June 2025

Accepted: 17 June 2025

Doi: 10.21608/auej.2025.350354.1751

Copyright © 2025 by the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International Public License (CC BY-SA 4.0)

ABSTRACT

The Arab Republic of Egypt faces significant challenges with flash floods, which heavily impact infrastructure and local communities, especially in rural and mountainous regions such as Upper Egypt and Sinai. This problem is exacerbated by several factors, including weak drainage systems, the absence of sustainable urban planning, and increasing climate change effects that result in more frequent and severe floods. Egyptian cities lack integrated solutions for managing stormwater and floods, making the search for innovative and sustainable alternatives an urgent necessity. The study examines the current state of flood management in Egypt, including analyzing deficiencies such as weak infrastructure, lack of coordination between relevant authorities, and the absence of early warning systems. It also reviews global experiences in implementing sponge cities, focusing on practices such as green spaces, permeable materials, and smart drainage systems. Based on this analysis, the research proposes a practical model for developing Egyptian cities by integrating sponge city principles with traditional infrastructure

KEYWORDS: : Sponge cities, floods, , water resource sustainability, Arab Republic of Egypt, Egyptian flood code, environmental sustainability.)

معايير مجابهه السيول في جمهورية مصر العربية من خلال المدن الاسفنجية

انصاف أسامة علي[١]، احمد الكردي[٢]، عادل رضوان الشامي[٢]

[١]قسم الهندسة المعمارية ، المعهد العالي للهندسة والتكنولوجيا بالعريش، مصر

[٢] قسم هندسة العمارة ، كلية هندسة ، جامعة الأزهر، مدينة نصر، ١١٨٨٤، القاهرة، مصر

***البريد الاليكتروني للباحث الرئيسي :** eng.Ensaf.osama@Sinaieng.edu.eg

الملخص

تعاني جمهورية مصر العربية من مشكلة السيول التي تؤثر بشكل كبير على البنية التحتية والمجتمعات المحلية، خصوصًا في المناطق الريفية والجبلية مثل الصعيد وسيناء. تتفاقم هذه المشكلة نتيجة لعدة عوامل، منها ضعف أنظمة الصرف، غياب التخطيط العمراني المستدام، وزيادة التغيرات المناخية التي تؤدي إلى سيول متكررة وشديدة. وفي نفس الوقت هناك محدودية في الحلول الموجودة لإدارة مياه الأمطار والسيول، مما يجعل البحث عن بدائل مبتكرة ومستدامة ضرورة ملحة. يتناول البحث دراسة الوضع الحالي لمواجهة السيول في مصر، بما في ذلك تحليل أوجه القصور مثل ضعف البنية التحتية، ونقص التنسيق بين الجهات المختلفة، وغياب نظم الإنذار المبكر. كما يستعرض التجارب العالمية في تطبيق المدن الإسفنجية، مثل استخدام المسطحات الخضراء، والمواد النفاذة، وأنظمة التصريف الذكية. [٢٦] بناءً على

Corrected proof

ذلك، يقترح البحث نموذجًا تطبيقيًا لتطوير المدن المصرية، من خلال دمج معايير المدن الإسفنجية مع البنية التحتية التقليدية.

الكلمات المفتاحية : المدن الإسفنجية، السيول، استدامة الموارد المائية، جمهورية مصر العربية، الكود المصري للسيول، وادي العريش.

١. مقدمة البحث

تواجه جمهورية مصر العربية تحديات بيئية متزايدة، ومن أبرزها مشكلة السيول التي تؤثر على المناطق الحضرية والريفية على حد سواء. تُعد السيول مصدرًا رئيسيًا للدمار الذي يلحق بالبنية التحتية والمجتمعات، خاصة في المناطق الأكثر عرضة مثل الصعيد وسيناء. ومع تأثيرات التغير المناخي وزيادة شدة السيول، أصبح من الضروري البحث عن حلول مبتكرة ومستدامة.
تأتي "المدن الإسفنجية" كأحد الحلول الحديثة التي تجمع بين الهندسة البيئية والتخطيط العمراني لتحقيق التنمية المستدامة. تعتمد هذه المدن على تصميم مناطق حضرية قادرة على امتصاص المياه الزائدة وتخزينها بدلاً من تصريفها سريعًا عبر الأنظمة التقليدية. يهدف هذا البحث إلى دراسة إمكانية تطبيق هذا المفهوم في مصر لتحسين إدارة السيول وتقليل آثارها السلبية، بما يتماشى مع رؤية مصر ٢٠٣٠ للتنمية المستدامة.

١-١ مشكلة البحث

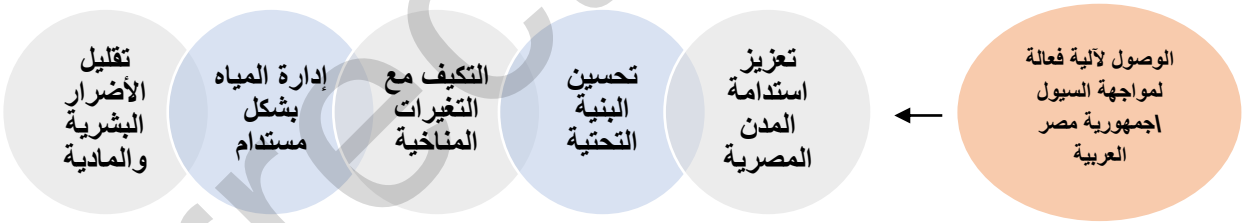
تُعاني مصر من تحديات كبيرة في مواجهة السيول، إذ تُعد البنية التحتية الحالية غير كافية للتعامل مع حجم المياه المتدفقة خلال فترات الأمطار الغزيرة، كما ان العديد من المناطق، خاصةً في الصعيد وسيناء، تفتقر إلى أنظمة تصريف فعّالة مثل السدود، وخزانات تجميع المياه، وقنوات الصرف المناسبة، يتسبب هذا القصور في تجمع المياه وتكون السيول الجارفة، ما يؤدي إلى أضرار كبيرة في الممتلكات والبنية التحتية، بالإضافة إلى تهديد حياة السكان.

١-٢ فرضية البحث

يفترض البحث يمكن مجابهه السيول في مصر وتحويلها من كارثة تهدد استقرار المدن ، الى فرصه يمكن استغلالها الاستفادة منها من خلال تطبيق مفهوم المدن الاسفنجية ودمج اليات هذه المدن مع الأليات التقليدية الموجودة لتعزيز استدامة المدن المصرية وقدرتها على مواجهه السيول .

١-٣ هدف البحث :

يهدف هذا البحث إلى تطوير آلية فعالة لمجابهة السيول في مصر من خلال تعزيز استدامة المدن بتقنيات المدن الإسفنجية مثل المواد النفاذة والمسطحات الخضراء، وتحسين البنية التحتية بدمج حلول بيئية مع الأنظمة التقليدية، والتكيف مع التغيرات المناخية، إضافة إلى إدارة المياه الزائدة عبر تخزينها وإعادة استخدامها.من خلال: شكل (١)



شكل (١) أهداف البحث .

١-٤ منهجية البحث

يعتمد هذا البحث على توظيف مجموعة من المناهج العلمية المتكاملة التي تخدم أهداف الدراسة وتسهم في الوصول إلى نتائج دقيقة وقابلة للتطبيق. وقد تم استخدام:

- **المنهج التحليلي** :لتحليل الوضع الراهن للتعامل مع السيول في جمهورية مصر العربية، من خلال جمع البيانات من المصادر الرسمية، والتقارير الحكومية، والدراسات السابقة، ثم وصف السياسات والإجراءات الحالية وتقييم مدى كفاءتها وفاعليتها.
- **المنهج الاستنباطي** :لاستنباط معايير مقترحة لمجابهة السيول في مصر من خلال دمج أساليب مكافحة السيول المعتمدة حاليًا مع معايير وآليات المدن الإسفنجية المستخلصة من التجارب الدولية، بهدف الوصول إلى نموذج تكاملي يتلاءم مع السياق المصري.
- **المنهج القياسي التطبيقي** :عبر تصميم وتوزيع استبيان ميداني موجه إلى مجموعة من الخبراء والمختصين في مجالات المياه، والتخطيط العمراني، والبيئة، وذلك بهدف تقييم المعايير المستنبطة ، وتطبيق هذه المعايير على سد وادي العريش لقياس امكانيه جعله اسفنجي مقاوم للسيول .

Corrected proof

٢- تحليل الوضع الراهن للتعامل مع السيول في مصر

يكشف تحليل السيول المفاجئة في مصر خلال العقد الماضي عن تعرض البلاد لـ٣٥ سيلًا، صُنّف ٥١٪ منها كشديدة، و٤٣٪ كمتوسطة، و٦٪ كضعيفة، وتركزت معظمها في الجنوب، مثل البحر الأحمر و سيناء والصعيد. تسببت السيول القوية في أضرار كبيرة للبنية التحتية، رغم الجهود الوقائية، إلا أن بعض المناطق لا تزال تعاني ضعف الاستجابة، مما يؤكد الحاجة لتعزيز نظم الإنذار المبكر وتطوير خطط أكثر فعالية للتكيف مع السيول المفاجئة.[٢٧]

شكل (٢)الاليات المتبعة للحد من مخاطر السيول في مصر

٢-١ الإجراءات المتبعة للحد من مخاطر السيول في مصر : جدول (١)

تعمل الدولة المصرية، ممثلة بوزارة الموارد المائية، على تنفيذ خطط لمواجهة السيول، خاصة خلال موسمها، بالتنسيق مع المحافظات لتقليل المخاطر على المنشآت وحركة المرور. يشمل ذلك التعاون مع مراكز الطوارئ لرصد البلاغات، وإنشاء سدود وبحيرات لتخزين المياه والتحكم في تدفقها. كما تتضمن الخطط إعادة إعمار المناطق المتضررة، سواء ببناء مساكن جديدة أو ترميم القائم منها.

جدول ١ الاجراءات المتبعه للحد من مخاطر السيول في مصر .

قبل الكارثة	أثناء الكارثة	بعد الكارثة
إجراء الدراسات اللازمة لتحديد المناطق المعرضة للسيول ،وعمل مخرات جديدة	إنقاذ المحاصرين بالسيول ، واسعاف المصابين	حصر حالات الوفيات والإصابات.
إعداد خرائط للمناطق المعرضة للسيول وتحديد أخطرها ، وتطهير وصيانه الترع والمصارف ومراجعه كفاءة محطات الصرف .	اخلاء المناطق المنكوبة والمهددة ، مع فتح الطرق وتطهيرها من العوائق.	حصر الخسائر المادية .
بناء السدود والبحيرات لتخزين مياه السيول ، وتخفيض منسوب المياه في الترع والمصارف	تحويل مجرى السيل من خلال المخرات والحواجز الصناعية التي يجب حفرها	بناء مجتمعات سكنية جديدة ، وإزالة الأبنية التالفة وترميم ما يمكن إصلاحه .
تدريب السكان المحليين على كيفية التعامل مع السيول.	-إجلاء السكان من المناطق الخطرة.	تصريف مياه السيول الراكدة والمتراكمة
-إنشاء مراكز إغاثة في المناطق المهددة.	-تقديم الإسعافات الأولية للمصابين ، واتخاذ جميع الإجراءات الصحة العامة والرعاية الطبية .	اتخاذ إجراءات رفع الأنقاض وإصلاح البنية التحتية بشكل سريع .
وضع خطط للطوارئ بالتنسيق مع الجهات المعنية.	-إصلاح شبكات الكهرباء والمياه	-إعداد تقارير تفصيلية عن الأضرار.
توفير مخزون من المواد الغذائية والأدوية.	إقامة منشآت الايواء العاجل والمخيمات	اختيار مواقع بديلة للقرى المنكوبة وإعادة تسكين المتضررين

Corrected Proof

وتشمل الإجراءات ثلاث مراحل: وقائية قبل الكارثة كدراسة المناطق وبناء السدود، وتدخلات أثناءها كالإجلاء والإنقاذ، وجهود ما بعدها لحصر الأضرار والتعويض وإعادة البناء. [٢٧]

2-٢الآليات المتبعة للحد من مخاطر السيول في مصر: شكل (٢)

تُعد دراسة آليات الصرف لمياه الأمطار في مصر أساسًا لفهم مخاطر السيول، خاصة في مناطق مثل البحر الأحمر وسيناء ذات التضاريس الجبلية الحادة. تُظهر البيانات أن هذه المناطق تشهد سيولًا متكررة تهدد السكان والبنية التحتية، مما استدعى اعتماد آليات مواجهة، منها: جدول (٢) [٢٤]

- **قنوات التصريف** :لتوجيه المياه بعيدًا عن المناطق الحيوية وتقليل سرعة التدفق.
- **أعمال التقاطعات** :مثل الكباري والمعابر الأيرلندية والبرابخ والسدود لتأمين حركة المرور وتخزين المياه.
- **شبكات التصريف ومصائد الأمطار** :لتجميع المياه السطحية وتصريفها بفعالية، وتقليل الأثر على المناطق السكنية.

شكل (٣) اوجه القصور في عملية مجابهه السيول في مصر

٢-٣ أوجه القصور في عملية مجابهه مخاطر السيول فيس مصر :

مواجهة مخاطر السيول في مصر تعاني مسسن عدة أوجه للقصور، تشمل النواحي التقنية، المؤسسية، والإدارية. من أبرز هذه الجوانب: شكل (٣)

- **ضعف البنية التحتية** خاصة في الصعيد وسيناء، مع نقص السدود وخزانات التجميع، وسوء أنظمة الصرف.
- **غياب التنسيق المؤسسي** وضعف الهياكل التنظيمية وآليات التخطيط المسبق، وافتقار جهة مركزية لإدارة الأزمات.
- **قصور الإنذار المبكر** رغم توفر تقنيات الرصد، مع ضعف تحذير السكان وتباطؤ الإخلاء.
- **تخطيط عمراني غير ملائم** أدى إلى البناء في مجاري السيول.
- **ضعف التمويل والصيانة** ما يقلل فعالية البنية التحتية الحالية.
- **آثار التغير المناخي** دون وجود استراتيجية متكاملة للتكيف أو تحديث مستمر للدراسات البيئية.
- **نقص الوعي المجتمعي** حول كيفية التعامل مع السيول.
- **تعديات عمرانية على مجاري السيول** تؤدي إلى انسدادها وزيادة الأضرار.

جدول ٢) الآليات المتبعة للحد من مخاطر السيول في مصر .

الالية	العنصر	صورة توضيحية	التعريف	التفاصيل	الفائدة
قنوات التصريف	قنوات الحماية المفتوحة		قنوات مصممة خصيصاً لمنع المياه الزائدة من التأثير على المناطق السكنية أو الصناعية، وذلك من خلال توجيه مياه السيول إلى مناطق تصريف آمنة.	-استيعاب مياه السيول بسعة القناة- ارتفاع - القناة- منحدر القناة -التحكم في سرعة التدفق :السدود الصغيرة، البرك الترسيبية، مواد قوية لجوانب القناة -التحكم في التآكل :بطانة القنوات، الحواجز المتدرجة -التصاميم المستدامة :استخدام النباتات المحلية والأشجار	توفر حماية من السيول والسيطرة على تدفق المياه وتجنب التآكل وحماية البنية التحتية.
اعمال التقاطعات	الكباري		الكباري هي هياكل مرتفعة تُبنى لتوفير ممر آمن فوق الأودية أو المجاري المائية التي قد تشهد فيضانات وسيول.	الغرض :نقل حركة المرور (مركبات، مشاة) فوق المياه بشكل آمن، حتى أثناء تدفق المياه السريع الناجم عن السيول. التصميم :مرتفعة عن أعلى منسوب متوقع للسيول	تحمي الطرق وتضمن استمرارية حركة المرور خلال الفيضانات والسيول.
	المعابر الأيرلندية		هي ممرات منخفضة تُبنى للسماح للمركبات بالعبور فوق مجاري المياه الصغيرة، وتكون مصممة بحيث تتدفق المياه عبرها عند ارتفاع منسوب المياه.	الغرض :عبور آمن للمركبات والأشخاص في المناطق الريفية المعرضة للفيضانات التصميم :منخفضة للسماح بتدفق المياه عبر الطريق عند ارتفاع منسوب المياه	بديلاً منخفض التكلفة للكباري في المناطق الريفية والأقل تعرضًا للسيول.
	البرابخ (العبارات)		أنفاق أو قنوات أسفل الطرق أو السكك الحديدية، تُستخدم لنقل المياه من جانب إلى آخر دون التأثير على الطريق أو البنية التحتية.	الهدف: السماح بمرور المياه أو السيول تحت الطرق والبنية التحتية دون الحاجة لرفع مستوى الطريق.	توجه المياه بسلامة تحت الطرق أو السكك الحديدية لمنع الأضرار الناجمة عن السيول.
	السدود		السدود هي حواجز ضخمة تُبنى على الأنهار أو مجاري السيول لاحتجاز وتخزين المياه والتحكم في تدفقها.	الغرض :حجز وتخزين المياه لتقليل التدفقات المفاجئة خلال الفيضانات التصميم :يتيح تحكم لتصريف المياه تدريجيًا	تنظيم تدفق المياه والتحكم في كميات السيول الكبيرة، تقليل مخاطر الفيضانات المدمرة.
الفتحات السطحية	مصائد الامطار		مرافق تُصمم لتجميع مياه الأمطار والسيول السطحية ونقلها إلى شبكة الصرف الصحي أو تصريفها في مناطق آمنة بعيدًا عن المناطق السكنية والبنية التحتية.	-فتحات جمع المياه: تحتوي المصائد على فتحات أو شبكات لجمع مياه الأمطار المتدفقة من الشوارع والأسطح، وتكون هذه الفتحات مزودة بأغطية شبكية لمنع دخول الأوساخ والنفايات التي قد تسدها.	تحافظ على التدفق الأمثل للمياه ومنع التآكل أو الأضرار بالبنية التحتية. تخفف الضغط على الشبكات خلال فترات الذروة وتمنع تجمعات المياه تدعم كفاءة الشبكات وتضمن سرعة التصريف ومنع الانسداد خلال فترات الأمطار الغزيرة.

Corrected proof

شكل (٤)اليات تصميم المدن الاسفنجية .

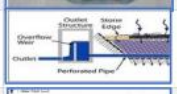
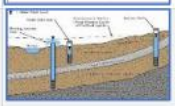
- **عدم استغلال مياه السيول** حيث تُهدر دون استخدامها في الزراعة أو التخزين.

2-٤ مجابهه السيول من خلال المدن الاسفنجية : [١٧]

تعتمد المدن الإسفنجية على اليات تسمح بتجميع مياه الأمطار والسيول وتخزينها وإدارتها بفعالية، من خلال توجيه المياه إلى أنظمة تجميع ذات سعة كبيرة تُستخدم لاحقًا في الري وغيره. كما تركز على تقليل الأسطح الصلبة وزيادة المساحات الماصة، خاصة المساحات الخضراء، لتحقيق ذلك.شكل (٤) جدول (٣)

- الرصف النفاذي .
- زيادة نسبة المسطحات الخضراء و استخدام النباتات والأشجار كثيفة الاستهلاك للمياه.
- انشاء البحيرات والبرك الصناعية والأحواض الحجرية.
- تخزين مياه الأمطار تحت الأرض
- إعادة شحن المياه الجوفية. **الجدول التالي يوضح هذه الاليات من حيث التعريف والخصائص و المميزات والعيوب .**

جدول(٣) الاليات المستخدمة في المدن الاسفنجية .

الآلية	صورة	التعريف	الخصائص	المميزات	العيوب
الرصف النفاذي		استخدام مواد تسمح بمرور المياه من خلالها بدلاً من تجمعها على السطح.	نفاذية عالية	تقليل الجريان السطحي، تحسين تغذية المياه الجوفية، تقليل الضغط على شبكات الصرف.	تكلفة أولية مرتفعة، انسداد المسام، حساسية للانسكابات الكيميائية.
المسطحات الخضراء		مناطق مزروعة مخصصة لامتصاص وتخزين مياه الأمطار.	تستخدم على الأسطح والشوارع والفراغات العامة.	تنقية المياه، تقليل الحرارة، تحسين جودة الهواء، توفير الظل، تجميل المدن.	تحتاج صيانة مستمرة، قد تتأثر بالمناخ الجاف.
البحيرات والبرك		منشآت مائية صناعية لتخزين المياه مؤقتًا أثناء الأمطار وتصريفها لاحقًا.	دعم التنقية الطبيعية.	تقليل خطر السيول، تحسين إدارة المياه، استخدامها للري.	تشغل مساحة، تتطلب صيانة دورية، احتمال نمو طحالب.
التخزين تحت الأرض		تجميع مياه الأمطار في خزانات أسفل الأرض لاستخدامها أو تصريفها لاحقًا.	نظام أنابيب وخزانات، يعمل بميل، يتطلب صيانة.	تقليل ضغط شبكة الصرف، دعم الزراعة، تعزيز الأمن المائي.	تكلفة بناء مرتفعة، تحتاج مساحات تحتية، صعوبة الكشف عن الأعطال.
إعادة شحن المياه الجوفية		تغذية الطبقات الجوفية بالمياه من خلال أعمدة أو مناطق تسريب.	تعتمد على التربة المسامية، تتطلب مراقبة جودة المياه.	تجديد المخزون الجوفي، الحفاظ على استدامة المياه، تقليل فقد الأمطار.	تتطلب دراسات جيولوجية، خطر تلوث المياه الجوفية عند سوء التنفيذ.

٢-٥ التجارب العالمية في تطبيق آليات المدن الإسفنجية :

وقد تنوعت التجارب العالمية في تطبيق آليات المدن الإسفنجية، حيث تبنّت عدة دول أنظمة تصميم وتخطيط متقدمة تتناسب مع طبيعتها المناخية والبيئية والبنية التحتية المتوفرة. ومن خلال دراسة بعض النماذج الرائدة، مثل الصين وألمانيا وسنغافورة، يمكن استخلاص دروس تطبيقية مهمة حول كيفية دمج المعالجات المعمارية والتخطيطية مع الحلول البيئية والتقنية لإدارة مياه الأمطار والسيول.

شكل (٥) مدينة ووهان - الصين - ، المساحات الخضراء مع الممرات المنفذه للماء . المصدر [٧]

٢-٥-١ تجربة الصين – التطبيق الوطني لمفهوم المدن الإسفنجية شكل (٥ تبنت الصين مفهوم المدن الإسفنجية كإطار استراتيجي لمعالجة مشكلات السيول والفيضانات والنقص في موارد المياه، حيث أطلقت في عام ٢٠١٥ برنامجًا وطنيًا لتحويل المدن إلى أنظمة قادرة على امتصاص وتخزين وإعادة استخدام مياه الأمطار، وقد

Corrected Proof

اعتمدت التجربة الصينية على مجموعة من الآليات مثل إنشاء الحدائق المطرية، استخدام الأرصفة النفاذة، بناء الخزانات تحت الأرض، وتوسيع الغطاء النباتي من خلال زراعة نباتات محلية عالية الامتصاص ، ما يميز التجربة الصينية هو إدماج هذه الحلول ضمن تخطيط حضري جديد يعيد تشكيل الشوارع والساحات لتكون متعددة الوظائف، بحيث تؤدي دورًا في التصريف خلال فترات الأمطار ، وقد أثمرت هذه الاستراتيجية عن تحسين كبير في السيطرة على السيول في مدن مثل ووهان وشنجن. [٧]

شكل (٦)مشروع هامبرغ الاخضر -المانيا . المصدر [١٢]

٢-٥-٢ تجربة ألمانيا – البنية التحتية الخضراء كمدخل تدريجي للمدن الإسفنجية شكل (٦)

اعتمدت ألمانيا على نهج تدريجي وبيئي في تطبيق مفاهيم المدن الإسفنجية، من خلال تعزيز ما يُعرف بالبنية التحتية الخضراء كجزء من السياسات العمرانية والبيئية في المدن. ومن أبرز آليات هذا التوجه: الأسطح الخضراء التي أصبحت إلزامية في بعض الولايات، نظم تصريف تعتمد على الانحدار الطبيعي، واستغلال مياه الأمطار في ري المساحات العامة. وقد تم دمج هذه الحلول داخل الأنسجة المعمارية والتخطيطية للمناطق الحضرية، حيث تُشجع القوانين المحلية على تقليل نسبة الأسطح الصلبة، وزيادة المساحات الخضراء، وتصميم المباني بشكل يسمح بإعادة استخدام مياه الأمطار أو تخزينها. [١٢]

شكل (٧) سنغافورة -حديقة بيشان -انغ مو كيو .المصدر: [١٣]

٢-٥-٣ تجربة سنغافورة – دمج الأنظمة الطبيعية بالتكنولوجيا الذكيةشكل (٧)

قدّمت سنغافورة نموذجًا فريدًا في تطبيق مفهوم المدن الإسفنجية، من خلال دمج البنية الخضراء مع أنظمة ذكية لإدارة المياه الحضرية، وذلك ضمن رؤية أشمل تُعرف بـ "مدينة في حديقة". ترتكز التجربة على إنشاء حدائق حضرية متعددة الوظائف، مثل حديقة "بيشان – أنغ مو كيو"، التي تتحول خلال الأمطار الغزيرة إلى خزانات طبيعية لاحتواء المياه ثم تُعاد وظيفتها كمساحة عامة لاحقًا. بالإضافة إلى ذلك، تم تطوير أنظمة إنذار مبكر مبنية على الذكاء الاصطناعي لرصد الأمطار وتحذير .السكان، مع إصدار تشريعات صارمة لمنع البناء في المناطق المنخفضة أو غير القابلة للتصريف. وقد تجلّى الجانب التخطيطي في تصميم شبكات تصريف مترابطة ذات قدرات تنظيم ذكية لتدفق المياه، مع استخدام مواد إنشائية تساهم في زيادة النفاذية الأرضية. [١٣]

يتناول الجدول التالي مقارنة تفصيلية بين أبرز هذه التجارب من حيث المفهوم العام، والآليات المستخدمة، والأبعاد التصميمية، والمميزات ، والتحديات، بهدف الاستفادة منها في تطوير نموذج متكامل يتناسب مع الواقع العمراني والمناخي في مصر. **جدول (٤)**

٣- مجابهه السيول في مصر من خلال المدن الاسفنجية

بعد مراجعة رؤية مصر ٢٠٣٠ ودراسة طرق مواجهة السيول وفق الكود المصري، أظهر البحث أن مفهوم المدن الإسفنجية يعد حلاً حديثًا يساهم في تقليل آثار السيول عبر تصميم المدن لاستيعاب وتخزين المياه الزائدة. بناءً على ذلك، يمكن اعتماد منهجية استراتيجية ترتكز على اربعه محاور: التخطيط البيئي، التصميم المعماري، والتشريعات والسياسات الداعمة، بهدف تحسين استدامة البنية التحتية وتعزيز القدرة على التكيف مع التغيرات المناخية ومواجهة الكوارث المائية. [٢٥]

Corrected Proof

جدول(٤) مقارنة بين الامثلة العالمية السابقه للمدن الاسفنجية .

الدولة	المفهوم العام	الآليات المستخدمة	الأبعاد التصميمية (معمارية وتخطيطية)	المميزات	التحديات / العيوب
الصين	برنامج وطني بدأ في 2015 لتحويل المدن إلى نظم قادرة على امتصاص وتخزين 70% من مياه الأمطار، بحلول 2030.	-حدائق مطرية- أرصفة نفاذة- خزانات تحت الأرض- إعادة تغذية المياه الجوفية- استخدام النباتات المحلية	-استخدام الحدائق المركزية كأحواض مؤقتة لتجميع المياه- دمج الأنظمة المائية ضمن تصميم الشوارع العامة- تصميم الأسطح والمساحات العامة كمناطق قابلة للتحول أثناء الأمطار- استخدام شبكات فرعية لتصريف المياه تعتمد على الطبيعة	-خفض السيول السطحية بشكل ملموس- تحسين التكيف مع تغير المناخ- تحسين نوعية المياه- تحسين جودة	-تفاوت فعالية التنفيذ بين المدن- تحديات في الصيانة والمتابعة- ارتفاع التكلفة الأولية
المانيا	اعتماد تدريجي ومستمر على البنية التحتية الخضراء لتقليل أثر التغير المناخي وإدارة مياه الأمطار والسيول.	-أسطح خضراء إلزامية- شبكات تصريف قائمة على الانحدار الطبيعي- استخدام المياه الرمادية- ساحات تخزين سطحية	-تصميم المباني بأسطح قابلة للزراعة والامتصاص- استخدام مواد نفاذة في أرصفة ومواقف السيارات- دمج المسطحات الخضراء ضمن الفراغات بين الكتل السكنية- تشريعات تحدد الحد الأدنى للمساحة غير المبنية في كل قطعة أرض	-تقليل الضغط على شبكات الصرف التقليدية- تحسين جودة الهواء- توفير فرص زراعة حضرية- نظام تشريعي داعم	-محدودية التأثير في الأمطار الغزيرة الفجائية- الحاجة إلى صيانة دورية للمساحات المزروعة
سنغافورة	نموذج متكامل يجمع بين الحلول البيئية والتكنولوجيا الذكية في مدينة عالية الكثافة.	-حدائق متعددة الوظائف (مثل بيشان)- خزانات مياه تحت الأرض- أنظمة إنذار ذكية- تشريعات بناء صارمة	-تصميم المتنزهات كمساحات مرنة تخزن المياه مؤقتًا- استخدام مواد بناء ذكية تنظم تدفق المياه- تصميم شبكة صرف مترابطة بالأنظمة الذكية- تنظيم استعمالات الأراضي لتجنب البناء في المناطق منخفضة الارتفاع والمعرضة للخطر	-إدارة فعالة وفورية لمياه الأمطار- دمج التكنولوجيا في مراقبة البنية التحتية- تحسين مرونة المدينة	-تكلفة مرتفعة للبنية الذكية- صعوبة نقل التجربة كما هي إلى دول ذات إمكانيات محدودة

٣-١ التخطيط البيئي المتكامل[١] : شكل (٨)

شكل (٨) الجانب التخطيطي الداعم لتحقيق المدن الاسفنجية .

- يسهم التصدي للسيول في دعم الأهداف الاستراتيجية لتحقيق نظام بيئي متكامل ومستدام، من خلال تصميم المدن بما يراعي مخاطر السيول المتزايدة نتيجة التغيرات المناخية.
- تعتمد المدن الإسفنجية على تطوير البنية التحتية الخضراء، من خلال إنشاء المسطحات الخضراء والأحواض الطبيعية والحدائق المطرية، مما يعزز قدرة المدن على امتصاص مياه الأمطار وتخزينها بفعالية
- التحكم في تدفق المياه وتقليل أثر السيول يتطلب تعزيز أنظمة التصريف من خلال استبدال الحلول التقليدية مثل السدود بأدوات المدن الإسفنجية، كأنظمة حصاد مياه الأمطار وتحويل المساحات العامة إلى مناطق خضراء تمتص المياه وتعيد استخدامها. كما يشمل تحسين شبكات التصريف بمواد نفاذة، وتزويدها بأنظمة ذكية للمراقبة والإنذار المبكر، مما يسهم في تقليل تجمع المياه والحد من الأضرار الناتجة عن السيول.
- تطوير البنية التحتية والمجاري الطبيعية يشمل إعادة تأهيل الأودية القديمة والمجاري الطبيعية التي تعرضت للتعدي، لضمان تصريف المياه بشكل طبيعي وآمن. كما يتضمن إنشاء مناطق خضراء طبيعية تعمل كمصائد للمياه وتخفف الضغط على البنية التحتية، إلى جانب اعتماد تخطيط ذكي للشوارع والساحات باستخدام مواد نفاذة تسمح بتسرب المياه إلى التربة، مما يحد من تراكمها ويقلل من تأثير السيول
- التكيف مع التغيرات المناخية يتطلب اعتماد تكنولوجيا الاستشعار الذكية لرصد المناطق المعرضة للسيول وتحليل البيانات لاتخاذ قرارات سريعة، إلى جانب تصميم أنظمة تصريف مرنة تستوعب التغيرات المناخية وتوفر بدائل طارئة. كما يستدعي تحسين التخطيط العمراني عبر منع البناء في المناطق المنخفضة أو فوق مجاري السيول القديمة لتقليل المخاطر على المناطق السكنية.

Corrected proof

٢- الجانب المعماري :شكل (٩)

الجانب المعماري يلعب دورًا محوريًا في تطوير تعزيز القدرة على مواجهة السيول. من خلال تصميم مبانٍ مستدامة وقادرة على التكيف مع الكوارث المائية، وتحسين نظم التصريف المتكاملة داخل المدن :

- **تصميم المباني المقاومة للسيول**[٢]

- العمارة العائمة: في المناطق الأكثر عرضة للفيضانات والسيول، يمكن استخدام العمارة العائمة أو المباني ذات الأساسات المرتفعة التي تسمح بمرور المياه من تحت المبنى دون إلحاق ضرر به. هذا النوع من التصميم يتيح مرونة أكبر للمباني في التعامل مع تغييرات منسوب المياه.
- المباني ذات الأسطح الخضراء: تصميم المباني بأسطح خضراء تساعد على امتصاص مياه الأمطار، وتقليل الضغط على أنظمة التصريف الأرضية. الأسطح النباتية تساهم أيضًا في تحسين جودة الهواء وخفض درجة الحرارة.

العمارة المستدامة لتقليل التأثيرات المائية .

- **استخدام المواد النافذة في البناء:**

يتم اعتماد مواد بناء مسامية أو مواد ذات قدرة عالية على امتصاص المياه مثل الخرسانة النافذة والطوب المسامي في تصميم الأسطح والممرات حول المباني. هذه المواد تساهم في تقليل الجريان السطحي وتوجيه المياه نحو التربة بشكل طبيعي.

- تصميم الشرفات والحدائق المعلقة: تعزيز استخدام الشرفات والمساحات الخضراء المعلقة في المباني، حيث تساهم في امتصاص مياه الأمطار وتقلل من تراكم المياه على الأسطح الصلبة.

- **تطوير نظم تصريف متكاملة ضمن المباني**

- أنظمة حصاد مياه الأمطار: يمكن دمج أنظمة لجمع وتخزين مياه الأمطار ضمن تصميم المباني، بحيث يتم استخدام هذه المياه في الأغراض غير الصالحة للشرب مثل الري والتنظيف. يساهم ذلك في تقليل الضغط على شبكات التصريف المركزية.
- أنظمة تصريف ذكية داخل المباني: يمكن أن تشمل المباني أنظمة تصريف مدمجة تعمل على توجيه المياه الزائدة من الأسطح والأراضي المحيطة إلى مناطق مخصصة للتجميع، مثل الحدائق أو البحيرات الصغيرة.

- **توجيه وتصميم المناظر الطبيعية حول المباني**

المناظر الطبيعية المحيطة بالمباني: يمكن تصميم الحدائق والمسطحات الخضراء حول المباني لتكون جزءاً من نظام التصريف، حيث تساهم في امتصاص مياه الأمطار وتحويلها إلى المياه الجوفية. كما يمكن استخدام الأحواض المائية الصغيرة لتخزين المياه الزائدة.

- **دمج العمارة الذكية مع الحلول البيئية**

تقنيات العمارة الذكية: يمكن دمج تكنولوجيا الاستشعار الذكية داخل المباني لرصد تدفق المياه وإعطاء تحذيرات مبكرة. كما يمكن لهذه التقنيات تحسين كفاءة التصريف داخل وحول المباني، مما يساهم في تقليل الأضرار المحتملة خلال السيول.

- **تحسين تصميم الشوارع والمباني المحيطة**

تصميم الشوارع المنحدرة: عند تصميم الشوارع والممرات حول المباني، يجب الحرص على توفير ميول مناسبة توجه المياه بعيداً عن المباني إلى المناطق الخضراء أو قنوات التصريف المدمجة، مما يحد من احتمالية تجمع المياه حول المباني.

شكل (٩) الجانب المعماري لتعزيز مواجهة السيول في المدن الاسفنجية .

٣-٣ التشريعات والسياسات الداعمة[١] : شكل (١٠)

- **تحسين القوانين والتشريعات:**

يجب تعديل التشريعات المصرية المتعلقة بإدارة المياه والبنية التحتية لتشجيع استخدام تقنيات المدن الإسفنجية. يمكن أيضًا فرض قيود على التوسع العمراني غير المنظم في المناطق المعرضة للسيول.

- **الاستثمار في البنية التحتية المستدامة**

تشجيع استثمارات القطاع الخاص في تطوير بنية تحتية صديقة للبيئة، مع تقديم حوافز مالية مثل الإعفاءات الضريبية للاستثمارات في مشروعات المدن الإسفنجية.

- **المتابعة والصيانة الدورية :**

شكل (١٠) الجانب التشريعي والسياسات الداعمة لإقامة المدن الاسفنجية .

Corrected Proof

- إنشاء فرق متخصصة لرصد حالة أنظمة التصريف والتأكد من جاهزيتها قبل المواسم الممطرة، وضمان إجراء صيانة دورية لكافة البنية التحتية المتعلقة بالسيول.
- إجراء اختبارات دورية لأنظمة التصريف وتقييم أدائها خلال سيناريوهات العواصف القصوى، للتأكد من أن النظام يعمل بكفاءة .

- **التنسيق بين الهيئات الحكومية:**

- وزارة الموارد المائية والري بالتعاون مع وزارة الإسكان والجهات المختصة بالمحليات يجب أن تتبنى منهجيات تعتمد على التخطيط الإقليمي المتكامل، لضمان حماية المدن من الفيضانات.
- التحديث الدوري للكود المصري في مجال تصميم وبناء الأنظمة المائية والبنية التحتية بما يتناسب مع معايير المدن الإسفنجية والممارسات العالمية في إدارة السيول.

- **تشريعات تصميم المباني:**

معايير تصميم مقاومة السيول: يجب وضع معايير تصميم معماري في الكود المصري، تفرض على المباني الجديدة الالتزام بمعايير مقاومة السيول وتطبيق تقنيات التصريف الذكية والمستدامة، مما يساهم في حماية المدن من الفيضانات ويقلل من الأضرار الناتجة عنها .

٤- التكامل بين معايير المدن الاسفنجية واعمال الحماية من السيول في مصر : جدول (٥) [٣] [٢٨] [١٨]

تهدف المدن الإسفنجية إلى تعزيز قدرة المدن على امتصاص وتخزين وإعادة استخدام مياه الأمطار بدلًا من تصريفها السريع، مما يحد من السيول ويحسن إدارة الموارد المائية. وتعتمد على معايير تشمل تصميم المساحات الخضراء، المواد النفاذة، ومناطق تجميع المياه، إلى جانب بنية تحتية بيئية فعالة.

أما في مصر، فتركز أعمال الحماية من السيول على تقليل أخطارها من خلال بناء السدود والحواجز وقنوات التصريف، وتوجيه السيول بعيدًا عن المناطق المأهولة.

ويمكن الدمج بين مفاهيم المدن الإسفنجية وهذه الأعمال لاستخلاص معايير واشتراطات مناسبة لمكافحة السيول في مصر، كما يوضح الجدول التالي.شكل (١١)

مع الاخذ بالاعتبار عناصر أساسية يجب الاهتمام بها قبل قياس مدى توافق الأرض مع المعايير والاشتراطات: شكل (١٢)

١- **تحديد طبيعة الأرض:**
- تحديد ما إذا كانت الأرض حضرية أم زراعية.
- تقييم التضاريس: هل الأرض مستوية أم تحتوي على انحدارات تؤثر على تدفق المياه.

٢- **تحليل النسب المطلوبة:**
- التأكد من تخصيص ≤٣٠٪ من مساحة الأرض كمساحات خضراء.
- تحقيق نسبة أسطح نفاذة ≤٥٠٪ من إجمالي مساحة الأسطح.

٣- **تقييم الإمكانيات والموارد المتاحة:**
- فحص قدرة الأرض على دعم مكونات مثل أنظمة التصريف والخزانات المطلوبة.
- دراسة الموارد المطلوبة لإنشاء بنية تحتية تتوافق مع المعايير.

٤- **التخطيط للتكيف مع الموقع:**
- تكييف المعايير مع خصائص الموقع واحتياجات المشروع.
- وضع خطة لتلبية الاشتراطات بناءً على مساحة الأرض وطبيعتها.

شكل (١١) المعايير التصميمية للمدن الاسفنجية .

شكل(١٢) عناصر يجب الاهتمام بها قبل قياس توافق الأرض مع المعايير . المصدر[٢٨]

Corrected Proof

جدول (٥) الدمج بين معايير المدن الاسفنجية واعمال الحماية من السيول .

	احتجاز الماء (الخزانات)	التحكم في الجريان السطحي	الاسطح النفاذة – المسامية	المساحات الخضراء	جودة الماء	شحن المياه الجوفية
قنوات الحماية	يتم توجيه المياه إلى تجمعها في الخزانات لاستخدامها في الري أو الاحتياجات الأخرى.	تُستخدم لتقليل سرعة المياه وحملها من الملوثات، وتوجّهها بشكل تدريجي.	تساهم في تقليل كمية المياه التي تصل إلى قنوات الحماية من خلال الامتصاص الجزئي لمياه الأمطار.	يمكن أن تمر القنوات عبر المساحات الخضراء، مما يساهم في تحسين البيئة وتقليل التبخر.	يقلل من تلوث المياه ويوجهها للاستخدام المستقبلي.	يمكن أن تسهم في تغذية الخزانات الجوفية عبر التسرب التدريجي.
اعمال التقاطعات	يمكن تصميم البرابخ لتجميع مياه الأمطار تحت الطرق وإعادة استخدامها.	توجيه المياه بسهولة إلى المناطق المنخفضة عبر البرابخ يقلل من خطر السيول.	الأسطح القابلة للنفاذ تسمح بترشيح المياه قبل وصولها للبرابخ.	يمكن توجيه مياه الأمطار إلى مناطق امتصاص أو تخزين، مما يحد من السيول.	تقلل من انتقال الملوثات للبرابخ وبالتالي تحسين جودة المياه.	تدعم شحن الخزانات الجوفية إذا ما تم تصميمها لتسرب المياه تدريجيًا.
السدود	تُخزن المياه وتساهم في تنظيم التدفق	تساعد في السيطرة على السيل.	تقليل تدفق المياه إلى السدود عن طريق الامتصاص المسبق.	يساعد في تقليل التعرية وتحسين كفاءة السد.	تساعد في ترسيب الملوثات وتحسين جودة المياه المتجمعة.	تساعد في إعادة تغذية الخزانات الجوفية
شبكات ومصائد تصريف المطر	يمكن توجيه مياه الأمطار إلى أحواض مؤقتة قبل تصريفها	تعمل على تصريف المياه ، وتوجهها لمنخفضات محددة.	اعتماد الأسطح المنفذة يقلل الضغط على شبكات التصريف.	تصريف المياه عبر المساحات الخضراء يقلل التلوث ويسمح بالترشيح الطبيعي.	مرور المياه عبر شبكات تصريف تحتوي على فلاتر يقلل من التلوث.	ترشيح المياه عبر التربة قبل وصولها للشبكات يسهم في تغذية المياه الجوفية.

4-١ أسباب اختيار المعايير والمؤشرات التي تعمل على كفاءة مجابهه السيول في مصر : شكل (١٢)

تم اختيار هذه المعايير والمؤشرات بناءً على تحليل دقيق للتحديات البيئية والجغرافية في مصر، واستنادًا إلى الكود المصري وآليات المدن الإسفنجية التي تتفق في أهدافها لمواجهة السيول. وقد جرى تطوير المعايير التقليدية لتصبح أكثر كفاءة وملاءمة للظروف المناخية المتغيرة، وذلك للأسباب التالية:

- **الملاءمة البيئية** :تراعي الخصائص المناخية والجغرافية لمصر.
- **تعزيز الاستدامة** :تعتمد على استخدام الموارد الطبيعية بكفاءة وتقليل الأثر البيئي.
- **تحسين إدارة المياه** :من خلال تقنيات مثل البنية التحتية الخضراء والمواد النفاذة.
- **القدرة على التكيف** :تتيح استجابة فعالة للتغيرات المناخية المفاجئة.
- **مرونة التطبيق** :تصلح لمختلف أنواع الأراضي والمشروعات.
- **الاستفادة من التجارب الدولية** :مع تكييفها لتناسب السياق المصري.

شكل (١٣) اسباب اختيار المعايير والمؤشرات التالية لمجابهه السيول .

توضح الجداول التالية تفاصيل المعايير التي تم تطويرها لدمج مفهوم المدن الإسفنجية مع أعمال الحماية من السيول في مصر.

جدول (٦): يعرض المعايير العمرانية، والتي تركز على تخطيط استخدام الأراضي، توزيع المساحات الخضراء، قنوات الحماية التي من شأنها تقليل مخاطر السيول. جدول (٦)

- **جدول (٧):** المعايير البيئية، التي تشمل استراتيجيات حماية البيئة وتعزيز الاستدامة من خلال استخدام موارد طبيعية وتحسين جودة المياه. جدول (٧)
- **جدول (٨):** المعايير المعمارية، مثل تصميم المباني المقاومة السيول كالعمارة العائمة، والمنشآت التي من شأنها مواجهه السيول كالكباري والسدود. جدول (٨)
- **جدول (٩):** المعايير التشريعية والسياسات، التي تحدد الأطر القانونية والتشريعات اللازمة لدعم وتنفيذ استراتيجيات مكافحة السيول. جدول (٩)

Corrected Proof

جدول (٧) المعايير العمرانية المستنتجة من عملية دمج الاليات المتبعة في مصر مع معايير المدن الاسفنجية .

	العنصر	المعيار	المؤشرات	الاشتراطات
المعايير العمرانية Urban Planning Standards	المساحات الخضراء	زراعة نباتات ذات جذور عميقة وزيادة المساحات الخضراء.	- مساحة المناطق الخضراء (هكتار)	المساحة الخضراء: ≥ 5 هكتار لكل منطقة.
			- معدل امتصاص النباتات للمياه (لتر/م²)	- الامتصاص: ≥ 10 لتر/م².
			- نسبة تغطية الغطاء النباتي (٪)	التغطية: ≥ 30٪ من مساحة المدينة.
	السطح ذو النفاذية - المسامية	استخدام أسطح نفاذة تساعد على تسرب المياه إلى التربة.	- نسبة نفاذية الأسطح (٪)	نفاذية الأسطح: ≥ 50٪.
			- كمية المياه المتجمعة فوق السطح (سم)	تجمع المياه فوق السطح: ≥ 2 سم.
			- معدل التسلل (مم/ساعة)	التسلل: ≥ 20 مم/ساعة.
	الأسطح غير المسامية	تصميم أسطح غير مسامية بحيث تحتوي على نظام توجيه فعال للمياه المتجمعة على السطح.	- نسبة الأسطح غير المسامية (٪)	- نسبة الأسطح غير المسامية: ≥ 30٪ من المساحة الكلية.
			- سرعة تصريف المياه من السطح (م³/دقيقة)	- سرعة التصريف: ≥ 2 م³/دقيقة.
			- تكرار الصيانة (مرات/سنة)	- الصيانة: ≥ 2 مرات سنويًا.
	التحكم في الجريان السطحي	تصميم شبكات الطرق لتوجيه المياه ومنع تراكمها في المناطق الحيوية.	- سرعة تدفق المياه (متر/ثانية)	- سرعة التدفق: 0.5-1 متر/ثانية.
			- معدل تراكم المياه (سم)	- تراكم المياه: ≥ 5 سم في الشوارع.
			- كفاءة شبكات الصرف (٪)	- كفاءة الصرف: ≥ 90٪.
	قنوات الحماية	بناء قنوات لتوجيه تدفق المياه بعيداً عن المناطق السكنية والمرافق الحيوية وحمايتها من السيول.	- طول قنوات الحماية (كم)	- طول القنوات: ≥ 10 كم.
			قدرة القنوات على التصريف (م³/ثانية)	- التصريف: ≥ 2 م³/ثانية.
			- مستوى مقاومة التآكل في القنوات (٪)	- مقاومة التآكل: ≥ 90٪.

جدول (٦) المعايير البيئية والتقنية المستنتجة من عملية دمج الاليات المتبعة في مصر مع معايير المدن الاسفنجية .

	العنصر	المعيار	المؤشرات	الاشتراطات
المعايير البيئية والتقنية Environmental and Technical Standards	جودة المياه	تصميم الأنظمة لتصريف المياه النقية وحماية مصادر المياه من التلوث.	- مستويات التلوث (مجم/لتر)	- التلوث: ≥ 15 مجم/لتر.
			- درجة النقاء (شفافية، نسبة الأوكسجين)	لشفافية: ≥ 80٪.
			- نسبة المواد الصلبة العالقة (جم/لتر)	- المواد العالقة: ≥ 0.5 جم/لتر.
	شحن المياه الجوفية	تقنيات لتسرب المياه إلى الطبقات الجوفية لتعزيز مستوى المياه الجوفية.	- معدل تغذية المياه الجوفية (م³/يوم)	- التغذية: ≥ 500 م³/يوم.
			- مستوى المياه الجوفية (متر)	ارتفاع المياه الجوفية: ≥ 1.5 متر سنويًا.
			- كمية المياه المتبقية بعد السيول (لتر)	- الباقي بعد السيول: ≥ 1000 لتر.
	الأنظمة الذكية لمراقبة تدفق المياه	تصميم أنظمة ذكية لمراقبة تدفق المياه باستخدام مستشعرات.	- دقة القياس (٪)	- دقة القياس: ≥ 95٪
			- استجابة النظام (ثواني)	- استجابة النظام: ≥ 5 ثواني
			- عدد الأجهزة الذكية	- عدد الأجهزة: ≥ 10 أجهزة لكل منطقة
	البنية التحتية	تعزيز أنظمة الصرف الصحي، وتصميم أنابيب ومحطات ضخ لتحمل كميات كبيرة من المياه خلال السيول.	- سعة أنابيب الصرف (لتر/ثانية)	- سعة الأنابيب: ≥ 500 لتر/ثانية.
			- كفاءة محطات الضخ (٪)	- كفاءة محطات الضخ: ≥ 95٪.
			- عمق وشبكة توزيع الأنابيب (م)	- عمق الأنابيب: ≥ 1.5 متر تحت الأرض.
	الاستفادة من الطاقة المائية	استغلال الطاقة الناتجة عن تدفق المياه عبر توربينات صغيرة.	- قدرة التوربين (كيلووات)	قدرة التوربين: ≥ 50 كيلووات
			- كمية الطاقة المنتجة (كيلووات ساعة)	الطاقة المنتجة: ≥ 200 كيلووات ساعة يوميًا

Corrected Proof

جدول (9) المعايير المعمارية المستنتجة من عملية دمج الاليات المتبعة في مصر مع معايير المدن الاسفنجية .

	العنصر	المعيار	المؤشرات	الاشتراطات
المعايير المعمارية Architectural Standards	احتجاز الماء (الخزانات)	تصميم الخزانات لسعة تخزين كبيرة وإعادة توجيه المياه.	- سعة التخزين (م³)	- سعة التخزين: من 1000 إلى 5000 م³ لكل خزان.
			معدل تعبئة الخزانات (لتر/دقيقة)	- معدل التعبئة: 50-100 لتر/دقيقة.
			جودة المياه المخزنة	- التلوث: ≥ 10 مجم/لتر
	السدود	بناء سدود قوية تمنع تدفق المياه إلى المناطق السكنية	- ارتفاع السد (متر)	- ارتفاع السد: ≥ 10 متر.
			- سعة تخزين السد (م³)	- سعة التخزين: ≥ 5000 م³.
			- قوة السد (نيوتن/م²)	- قوة التحمل: ≥ 20,000 نيوتن/م².
	شبكات ومصائد تصريف المطر	تصميم شبكات ومصائد فعالة لمنع تجمع المياه وتسهيل تصريفها.	- معدل تصريف الشبكة (لتر/دقيقة)	- التصريف: ≥ 2000 لتر/دقيقة.
			- عدد المصائد ونقاط الصرف	- المصائد: واحدة لكل 500 متر.
			- نسبة الانسداد (٪)	- الانسداد: ≥ 5٪ من النقاط.
	أعمال التقاطعات (الكباري، البرابخ، المعابر الإيرلندية)	تصميم تقاطعات مخصصة لتوجيه المياه بعيداً عن المناطق السكنية والحيوية.	- سعة التصريف لكل منشأة (م³/ثانية)	سعة التصريف: ≥ 3 م³/ثانية.
			- مقاومة التدفق (مستوى التحمل للمياه العالية)	مقاومة التدفق: تحمل مياه تصل إلى ارتفاع 1 متر.
			- كفاءة المنشآت خلال موسم الأمطار (٪)	كفاءة المنشآت: ≥ 95٪.
	العمارة العائمة	تصميم منشآت قادرة على الطفو والتكيف مع ارتفاع منسوب المياه، مما يقلل من خطر السيول والفيضانات.	- قدرة التحمل للطفو (كجم/م²)	- التحمل: ≥ 500 كجم/م².
			- ارتفاع الطفو فوق مستوى الماء (م)	- ارتفاع الطفو: ≥ 1 متر فوق مستوى الماء.
			- كفاءة الأنظمة المثبتة للتحكم في المياه (٪)	- كفاءة الأنظمة: ≥ 95٪.

جدول (8) لمعايير التشريعية والسياسات الداعمة المستنتجة من عملية دمج الاليات المتبعة في مصر مع معايير المدن الاسفنجية .

	العنصر	المعيار	المؤشرات	الاشتراطات
المعايير التشريعية والسياسات الداعمة Legislative Standards and Supporting Policies	التخطيط الحضري	دمج استراتيجيات المدن الإسفنجية في التشريعات المحلية	عدد الخطط الاستراتيجية المعتمدة سنويًا.	دراج المدن الإسفنجية في 100% من الخطط الإقليمية.
			نسبة المناطق المخططة لتطبيق المدن الإسفنجية.	تخصيص 30% من المناطق الحضرية للمساحات الخضراء والأسطح النفاذة.
			مدى تكامل السياسات بين الجهات المسؤولة.	إلزام الجهات الحكومية بالتنسيق لدمج سياسات المياه.
	التراخيص والإنشاءات	الالتزام باستخدام مواد قابلة للنفاذ والتحكم في التصريف	نسبة التراخيص المطابقة للمعايير.	80% من التراخيص الجديدة يجب أن تشمل أسطحًا نفاذة.
			عدد المشروعات المنفذة بأسطح صديقة للبيئة.	إلزام مشروعات الإسكان الكبرى باستخدام مواد نفاذة للمياه.
			معدل إصدار تصاريح إنشاء خزانات تخزين مياه الأمطار.	اشتراط إنشاء خزانات للمشروعات الجديدة فوق 1000 متر مربع.
	الاستثمار والتمويل	دعم تطوير المدن الإسفنجية عبر تخصيص موارد مالية	نسبة التمويل المخصص من ميزانية المدينة.	تخصيص 5-10% من ميزانية التنمية للبنية التحتية الإسفنجية.
			عدد المشروعات المدعومة حكوميًا.	تقديم دعم حكومي للمشروعات التي تستخدم تقنيات المياه المستدامة.
			حجم الاستثمارات الخاصة الموجهة للمدن الإسفنجية.	تقديم إعفاءات ضريبية للمستثمرين في هذا القطاع.
	إدارة الأزمات والكوارث	وضع خطط طوارئ متكاملة للتعامل مع السيول	عدد خطط الطوارئ المحدثة سنويًا.	تحديث الخطط سنويًا لمواجهة تغير المناخ.
			عدد التدريبات الميدانية لتنفيذ خطط الطوارئ.	إجراء تدريبات ميدانية مرتين سنويًا لكل فريق استجابة.
			نسبة المدن المجهزة بخطط طوارئ.	تغطية 100% من المناطق المعرضة للسيول بخطط طوارئ فعالة.
	تحديث الكود المصري	تعديل المعايير الهندسية لتتوافق مع متطلبات المدن الإسفنجية	عدد النسخ المحدثة من الكود المصري.	إصدار نسخة محدثة من الكود المصري كل 5 سنوات.
			نسبة البنود التي تم تعديلها لتشمل متطلبات المدن الإسفنجية.	تضمين 80% من البنود المتعلقة بالأسطح النفاذة وإدارة المياه.

Corrected proof

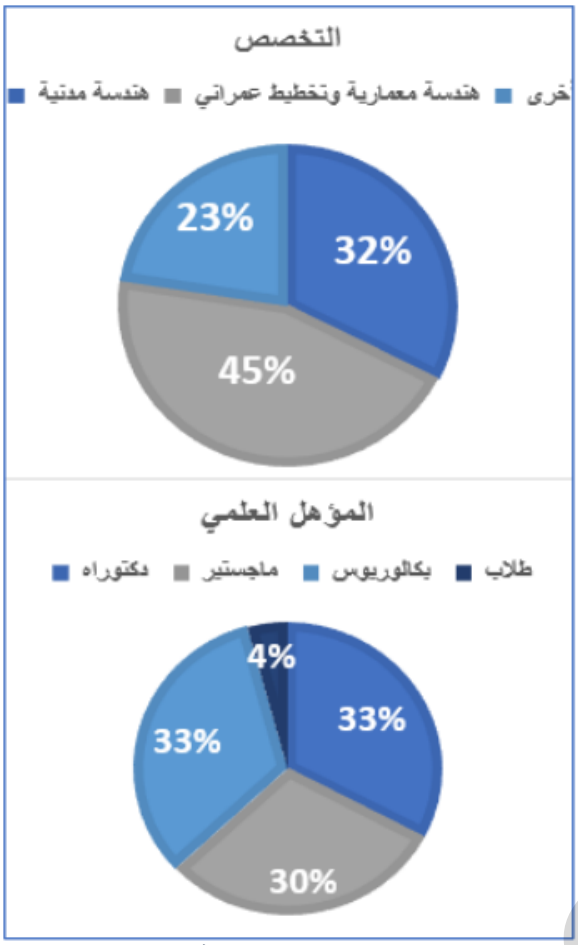
أظهرت الجداول السابقة والتي تحتوي على المعايير المستخلصة من دمج مفاهيم المدن الإسفنجية مع اشتراطات الكود المصري لمقاومة السيول، إمكانية استخلاص منهجية إطار معياري مركّب متعدد المحاور، يوفّر أساسًا علميًا لإعادة تصميم المناطق المعرضة للسيول ، وقد تم تصنيف هذه المعايير إلى أربعة أبعاد مترابطة: تخطيطية وعمرانية، معمارية ، بيئية وتقنية، وتشريعية وتنظيمية.

٤-٢ تقييم ميداني(استبيان) للمعايير المستخلصة من المدن الإسفنجية ومقاومة السيول في مصر :

بعد تحليل معايير المدن الإسفنجية ودمجها مع اشتراطات الكود المصري، تم تطوير مجموعة من المعايير المركبة الهادفة إلى تعزيز مرونة واستدامة المناطق المعرضة للسيول. للتحقق من فاعلية هذه المعايير، أُعد استبيان علمي محكّم لتقييم أهميتها، أولوية تنفيذها، وسهولة تطبيقها في السياق المصري. يمثل هذا الاستبيان أداة تكميلية للتحليل النظري، حيث يعكس رؤى المختصين والممارسين، ويساعد في تحديد المعايير الأكثر قابلية للتطبيق والأثر، مما يسهم في صياغة توصيات عملية تدعم التكامل بين المعايير المقترحة وأهداف الحماية من السيول.

٤-٢-١ عينة الاستبيان: شكل (١٤)

شارك في الاستبيان ٣٩ مختصًا من مجالات التخطيط والهندسة المعمارية والمدنية وغيرها ، بتوزيع مهني وأكاديمي متنوع يعزز مصداقية النتائج. تم تحليل الاستجابات باستخدام مقياس ليكرت الخماسي، وبلغ متوسط التقييم العام ٣,٥٩٢ من ٥، بنسبة اتفاق إجمالية قدرها ٧١٪، ما يشير إلى قبول جيد للمعايير المقترحة. تباينت توجهات المشاركين بين "أوافق" و"محايد" في معظم البنود، مع تسجيل بعض البنود درجات تأييد عالية، مما يعكس تفاوتًا في أولوية وقوة كل معيار.



شكل (١٤) احصائيات المشاركين في الاستبيان .

٤-٢-٣ نتائج المعايير الرئيسية تبعا لأهميتها : جدول (١٠) شكل (١٥)

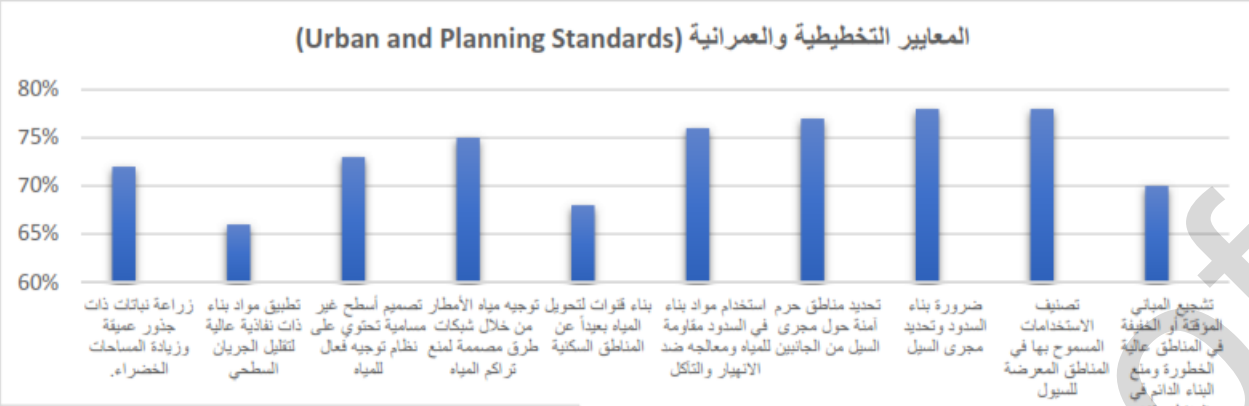
أ. المعايير التخطيطية والعمرانية(Urban and Planning Standards) **-اجمالي الاتفاق ٧٤٪**

- أظهرت معظم البنود ضمن هذا المحور نسب اتفاق مرتفعة تراوحت بين 70%**إلى** 78%.
- أعلى تقييم تم تسجيله كان لمعيار(تحديد مناطق حرم أمنة حول مجرى السيل) - بنسبه اتفاق ٧٨ %
- يشير هذا إلى وعي مرتفع بأهمية التخطيط الحضري في تعزيز قابلية المدينة لامتصاص مياه الأمطار والسيول.

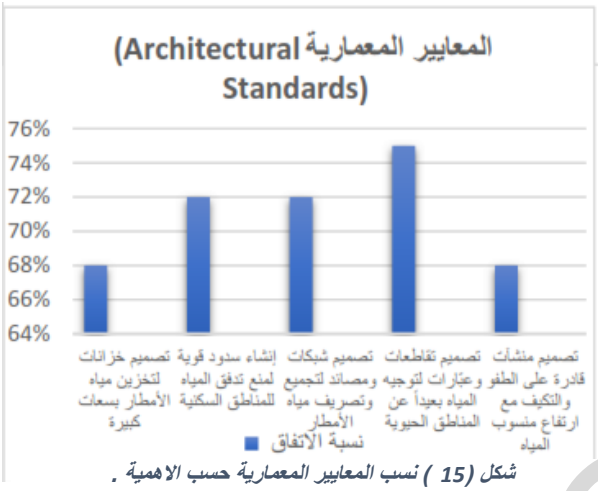
جدول (10) نتائج الاستبيان في نسبه الاتفاق على المعايير التخطيط تبعا لأهميتها .

المعيار	نسبة الاتفاق	متوسط المعيار
زراعة نباتات ذات جذور عميقة وزيادة المساحات الخضراء.	% 72	%74
تطبيق مواد بناء ذات نفاذية عالية لتقليل الجريان السطحي	%66	
تصميم أسطح غير مسامية تحتوي على نظام توجيه فعال للمياه	%73	
توجيه مياه الأمطار من خلال شبكات طرق مصممة لمنع تراكم المياه	%75	
بناء قنوات لتحويل المياه بعيداً عن المناطق السكنية	%68	
استخدام مواد بناء في السدود مقاومة للمياه ومعالجه ضد الانهيار والتآكل	%76	
تحديد مناطق حرم آمنة حول مجرى السيل من الجانبين	%77	
ضرورة بناء السدود وتحديد مجرى السيل	%78	
تصنيف الاستخدامات المسموح بها في المناطق المعرضة للسيول	%78	
تشجيع المباني المؤقتة أو الخفيفة في المناطق عالية الخطورة ومنع البناء الدائم في المناطق ذات الخطورة العالية.	%70	

Corrected Proof



شكل(16) رسم بياني يوضح نسب الاتفاق على معايير التخطيطة .



شكل (15) نسب المعايير المعمارية حسب الاهمية .

ب. المعايير المعمارية(Architectural Standards) -

اجمالي الاتفاق ٧١٪: جدول (١١) شكل (١٦)

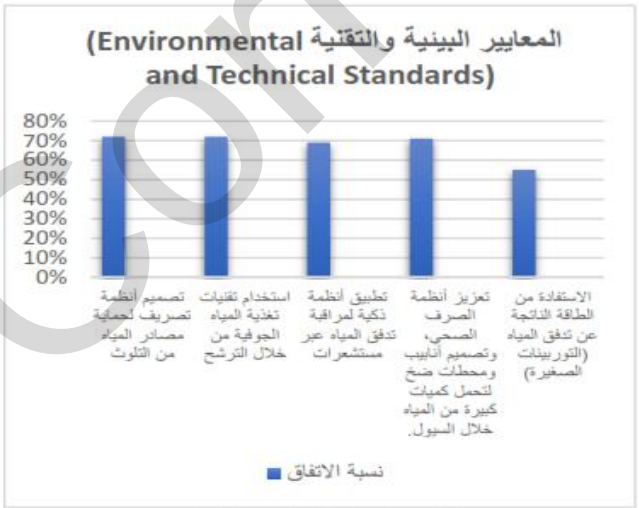
- متوسطات التقييم تراوحت بين **٧٥٪ الى ٦٨٪**
- أعلى تقييم تم تسجيله كان لمعيار(تصميم تقاطعات وعبّارات لتوجيه المياه بعيداً عن المناطق الحيوية) - بنسبه اتفاق ٧٥ %

جدول ١١ تقييم المعايير المعماريه تبعا لاهميتها .

المعيار	نسبة الاتفاق	متوسط المعيار
تصميم خزانات لتخزين مياه الأمطار بسعات كبيرة	68%	71%
إنشاء سدود قوية لمنع تدفق المياه للمناطق السكنية	72%	
تصميم شبكات ومصائد لتجميع وتصريف مياه الأمطار	72%	
تصميم تقاطعات وعبّارات لتوجيه المياه بعيداً عن المناطق الحيوية	75%	
تصميم منشآت قادرة على الطفو والتكيف مع ارتفاع منسوب المياه	68%	

ج. المعايير البيئية والتقنية (Environmental and Technical Standards)- **اجمالي الاتفاق ٦٨٪ جدول (١٢) شكل (١٧)**

- اتسم هذا المحور بتباين التقييمات، حيث حصلت بعض البنود على نسب اتفاق مرتفعة مثل ٧٢ % **ونسب منخفضة ٥٥٪**
- أعلى تقييم تم تسجيله كان لمعيار(تصميم أنظمة تصريف لحماية مصادر المياه من التلوث) - بنسبه اتفاق ٧٢ %
- بنود أخرى أظهرت حيادية أو اتفاقًا ضعيفًا، وهو ما يشير إلى ضرورة توعية أكبر بالجوانب التقنية والاستدامة والطاقة النظيفة.



شكل (١٧)تقييم المعايير البيئية

Corrected proof

جدول(12) نتائج المعايير البيئية والتقنية تبعا لاهميتها والاتفاق عليها .

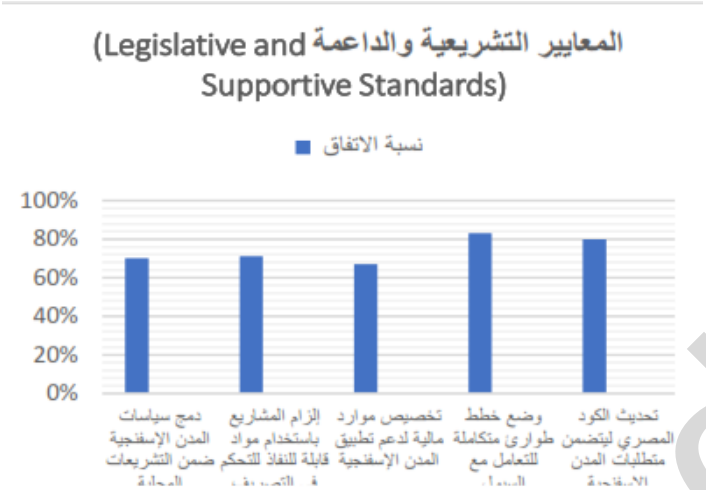
المعيار	نسبة الاتفاق	متوسط المعيار
تصميم أنظمة تصريف لحماية مصادر المياه من التلوث	72%	68%
استخدام تقنيات تغذية المياه الجوفية من خلال الترشح	72%	
تطبيق أنظمة ذكية لمراقبة تدفق المياه عبر مستشعرات	%69	
تعزيز أنظمة الصرف الصحي، وتصميم أنابيب ومحطات ضخ لتحمل كميات كبيرة من المياه خلال السيول.	71%	
الاستفادة من الطاقة الناتجة عن تدفق المياه (التوربينات الصغيرة)	55%	

د. المعايير التشريعية والداعمة (Legislative and Supportive Standards)

جدول (١٣) شكل (١٨)

إجمالي نسبة الاتفاق: ٧٥٪ (الأعلى بين المحاور)

- أعلى بند": وضع خطط طوارئ متكاملة للتعامل مع السيول(83%) "
- كما سجلت بنود أخرى نسبًا مرتفعة، مثل": تحديث الكود المصري ليتضمن متطلبات المدن الإسفنجية " (80%) .
- تعكس النتائج إدراكًا عميقًا لدى المشاركين بضرورة وجود إطار تشريعي وتنفيذي داعم لتطبيق مفهوم المدن الإسفنجية بكفاءة.

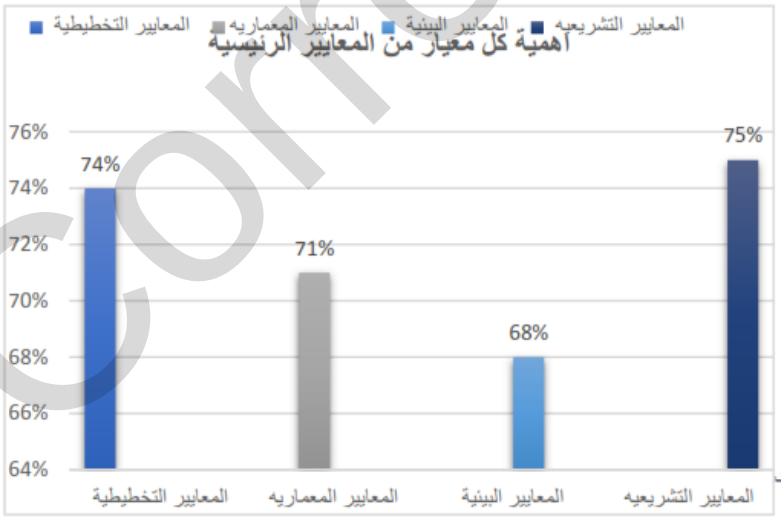


شكل (١٨) الاتفاق على اهمية المعايير التشريعيه .

٤-٢-٤ التوصيات العامة بناءً على النتائج: شكل (١٩)

جدول (١٣) نتائج اهمية المعايير التشريعيه .

المعيار	نسبة الاتفاق	متوسط المعيار
دمج سياسات المدن الإسفنجية ضمن التشريعات المحلية	%70	75%
إلزام المشاريع باستخدام مواد قابلة للنفاذ للتحكم في التصريف	71%	
تخصيص موارد مالية لدعم تطبيق المدن الإسفنجية	67%	
وضع خطط طوارئ متكاملة للتعامل مع السيول	83%	
تحديث الكود المصري ليتضمن متطلبات المدن الإسفنجية	80%	



شكل(١٩) ترتيب المعايير الاربعه النيسية حسب الاهمية .

١. **إعطاء أولوية للمحاور ذات التوافق المرتفع** (التخطيط والتشريعات)، كونها تمثل أرضية أساسية للتنفيذ.

٢. **إعادة دراسة البنود ذات نسب الاتفاق المنخفضة**، لمعرفة أسباب التردد أو الحياد، سواء أكانت تقنية، اقتصادية، أو متعلقة بالوعي.

٣. **دمج المعايير الأعلى تقييمًا ضمن استراتيجية وطنية تدريجية لتطبيق المدن الإسفنجية**، بدءًا من المدن الأكثر عرضة للسيول مثل العريش

٤-٢-٥ التحليل المفصل لنتائج الاستبيان:

يوضح الجدول التالي ملخصًا لأبرز الملاحظات التحليلية، ويُبرز المعايير التي حصلت على أعلى وأدنى نسب تقييم، ،كما تم تضمين توصيات مبدئية تعكس الإمكانات والتحديات المرتبطة بكل محور، لتكون مرجعًا في اقتراح السياسات والتدخلات المستقبلية. **جدول (١٤)**

Corrected proof

جدول (١٤)ملخص للملاحظات التحليلية للمعايير السابقة .

المحور	الاتجاه العام للاستجابات	المعايير الأعلى تقييمًا	المعايير الأقل تقييمًا	ملاحظات تحليلية	توصيات
التخطيطية والعمرانية	اتفاق مرتفع عمومًا (66%-78%)، وحياد محدود	تصنيف استخدامات الأراضي (78%) بناء السدود وتحديد المجرى (78%)	مواد بناء نفاذة (66%) قنوات تحويل المياه(68%)	إدراك قوي بأهمية دمج التخطيط مع التصريف	دمج معايير المدن الإسفنجية ضمن المخططات الإقليمية والمحلية، خصوصًا لمناطق السيول.
المعمارية	اتفاق متوسط إلى جيد-(68% 75%)	عبّارات وتقاطعات لتوجيه المياه (75%)	مباني طافية (68%)، خزانات كبيرة(68%)	تحديات تتعلق بالكلفة أو المعرفة الفنية	تطوير نماذج معمارية قابلة للتطبيق- تعزيز التعليم والتدريب المعماري حول المدن الإسفنجية وآلياتها- دعم نماذج أولية منخفضة التكلفة
البيئية والتقنية	تفاوت واضح في الاتفاق-(55% 72%)	تغذية جوفية بالترشح (72%)، حماية المياه من التلوث (72%)	توليد الطاقة من تدفق المياه (55%)	وعي بيئي جيد مع تحديات تقنية	استخدام تقنيات منخفضة الكلفة ، تنفيذ تجارب ميدانية للتقنيات البيئية، دعم البحث التطبيقي في تقنيات المدن الاسفنجية.
التشريعية والداعمة	أعلى نسب تأييد بين المحاور (67%-83%)	خطط الطوارئ (83%)، تحديث الكود المصري (80%)	تخصيص موارد مالية(67%)	تقدير عالي لأهمية الإطار التشريعي	سن تشريعات ملزمة، تحديث الكود بما يتماشى مع المدن الاسفنجية ، وتفعيل دور الجهات الداعمة بالتنسيق والتخطيط.

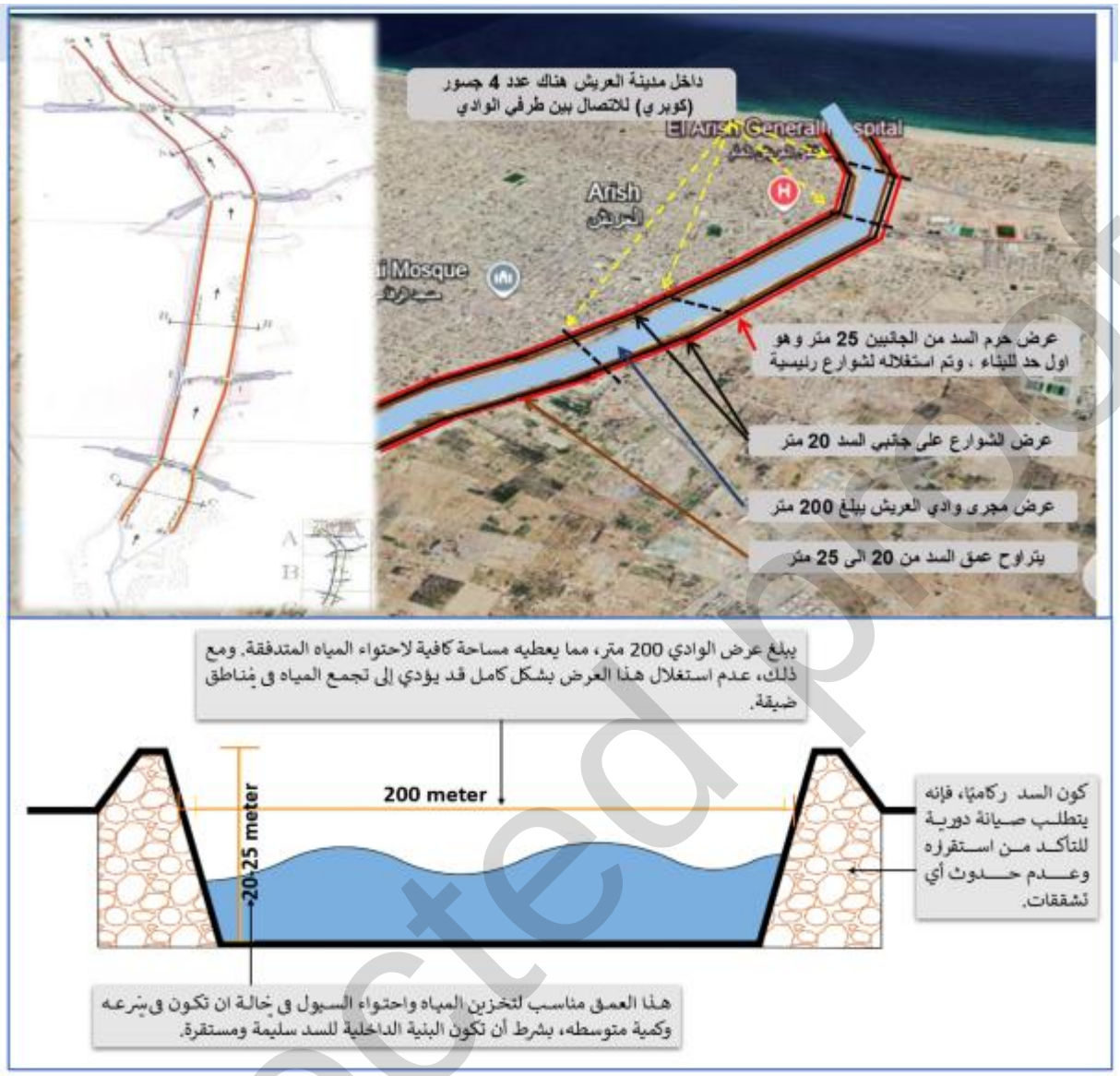
5- دراسة تطبيقيه -الوضع الراهن لوادي العريش ٢٠٢٤:

سيول عام ٢٠١٠ في شمال سيناء شكلت نقطة تحول غير متوقعة بعد ٣٠ عامًا من غياب السيول، ما أدى إلى قرارات مهمة أبرزها حظر البناء على مسافة ٢٥ مترًا من مجاري السيول، وإنشاء سد ركامي في وادي العريش شكل (٢٠) بارتفاع ٢٠–٢٥ مترًا وعرض ٢٠٠ متر، مع تنفيذ ٤ جسور لتجنب تكرار أزمة ٢٠١٠ وانفصال المدينة وتقادي تكرار هذه الكارثة كما يلي : شكل (٢١)

شكل (٢٠)سد وادي العريش .

- **عرض الوادي**: يبلغ عرض الوادي ٢٠٠ متر، مما يعطيه مساحة كافية لاحتواء المياه المتدفقة. ومع ذلك، عدم استغلال هذا العرض بشكل كامل قد يؤدي إلى تجمع المياه في مناطق ضيقة.
- **نوع السد** :كون السد ركاميًا، فإنه يتطلب صيانة دورية للتأكد من استقراره وعدم حدوث أي تشققات.
- **عمق السد**: يتراوح بين ٢٠ إلى ٢٥ مترًا. هذا العمق مناسب لتخزين المياه واحتواء السيول في حالة ان تكون في سرعه وكمية متوسطه، بشرط أن تكون البنية الداخلية للسد سليمة ومستقرة.

حرم السد: يبلغ ٢٥ مترًا ، وهذه المسافة تعتبر غير امنة ، حيث يجب ان تتراوح ما بين ٤٠ الى ٥٠ م ، في حال المباني السكنية تبعا للكود ، كما ان استغلال هذا الحرم لإنشاء شوارع رئيسية يزيد من الكفاءة المكانية، ولكنه قد يعرض هذه الشوارع لخطر.



شكل (٢١) تفاصيل الوضع الراهن في مدينة العريش على مجرى الوادي .

٥-١ تطبيق مفهوم المدن الإسفنجية لمواجهه سيل العريش :

في ظل التغيرات المناخية و تهديدات الغمر والتعرض للسيول ، يعد تطبيق مفهوم المدن الإسفنجية في العريش ضروريًا لمواجهة السيول، من خلال تحسين امتصاص وتخزين مياه الأمطار وإعادة استخدامها بدلاً من تصريفها ، وتتميز العريش بإمكانيات واضحة لتطبيق هذا المفهوم عبر حلول طبيعية وهندسية، ويمكن تقييم الوضع الراهن و مدى "إسفنجية" وادي العريش بالرجوع إلى المعايير الواردة في هذه الدراسة كما يلي : جدول (١٥) (١٦) (١٧) (١٨)

Corrected Proof

جدول (١٥)تطبيق المعايير التخطيطية على الوضع الراهن لمدينة العريش .

العنصر	المعيار	المؤشرات	الاشتراطات	الوضع الراهن	صورة توضيحية	مدى تحققها	توصيات
المعايير المرنة والتخطيطية	المساحات الخضراء	زراعة نباتات ذات جذور عميقة وزيادة المساحات الخضراء.	- مساحة المناطق الخضراء (هكتار)	المساحة الخضراء: ≤ 5 هكتار لكل منطقة.	لا توجد مساحات خضراء ولا نباتات ولا أشجار ذات جذور عميقة على جانبي السد.. وملاحظة وجود بعض النخيل فقط		غير متحقق	تعزيز الغطاء النباتي و استغلال المساحة على جانبي السد في مساحات خضراء وحدائق لتعزيز مقاومة السيول وامتصاص المياه و استدامة المنطقة .
			- معدل امتصاص النباتات للمياه (لتر/م2)	- الامتصاص: ≤ 10 لتر/م2.			غير متحقق	1- زراعة نباتات محلية ذات جذور عميقة، مثل الأشجار المعمرة، للمساهمة في تثبيت التربة وتقليل مخاطر التعرية. 2- استخدام نباتات مقاومة للجفاف لتقليل الحاجة للري، مما يتماشى مع لظروف المناخية لجافة 3- إدراج نباتات ذات قدرة على امتصاص المياه، مثل الحشائش الطبيعية، لتعزيز الترشيح وتقليل تدفق المياه السطحية.
			- نسبة تغطية الغطاء النباتي (٪)	التغطية: ≤ 30٪ من مساحة المدينة.			غير متحقق	1. استبدال الشوارع والطرقات المطلة على السد بحدائق ومساحات خضراء لتعزيز الغطاء النباتي 2. تدعيم ضفاف المجرى بزراعة نباتات محلية مقاومة للجفاف لزيادة الاستقرار ومنع التعرية.
	السطح ذو النفاذية - المسامية	استخدام أسطح نفاذة تساعد على تسرب المياه إلى التربة.	- نسبة نفاذية الأسطح (٪)	نفاذية الأسطح: ≤ 50٪.	لا يوجد اسطح ذات نفاذية على جانبي السد ، ولكن مجرى الوادي رملي غير مسفلت		غير محقق	استخدام اسطح ذات نفاذية على جانبي السد لامتصاص المياه وتحويلها الى خزانات لإعادة استخدام لماء .
			- كمية المياه المتجمعة فوق السطح (سم)	تجمع المياه فوق السطح: ≤ 2 سم.	تتجمع مياه الامطار في مجرى الوادي بارتفاعات مختلفة بحسب سرعه لمياه وكمية الامطار ، وتزيد على جانبي السد عن 7 سم في الأيام المطيرة . لان الاسطح غير نفاذة		غير محقق	1. استخدام مواد مسامية أو تقنيات تبطين ذات نفاذية جزئية لتقليل التراكم السطحي وتحسين التوزيع. 2. تركيب مجسات قياس منسوب لمياه لمراقبة التغيرات في الارتفاعات وتحليل مدى تأثيرها على استقرار السد والمنطقة المحيطة.
			- معدل التسلل (مم/ساعة)	التسلل: ≤ 20 مم/ساعة.	التربة الرملية في مجرى الوادي تسمح للمياه بالاختراق بسرعة، مما يقلل من خطر تجمع المياه .اما جانبي السد لا يوجد تسلل .		محقق نسبيا	1. استخدام اسطح نفاذه على جانبي السد ، وفي حرم السد ، لامتصاص المياه وإعادة استخدامها لشحن المياه الجوفية او في أغراض أخرى لا شربيه 2. إجراء اختبارات تسرب ميدانية لتحديد معدل الفقد الفعلي وتصميم الحلول بناءً على بيانات دقيقة .
	الأسطح غير المسامية	تصميم أسطح غير مسامية بحيث تحتوي على نظام توجيه فعال للمياه المتجمعة على السطح.	- نسبة الأسطح غير المسامية (٪)	- نسبة الأسطح غير المسامية: ≥ 30٪ من المساحة الكلية.	اكثر من 60% من الاسطح غير مسامية ، بسبب لسد الحجري الركامي ، والشوارع الاسفلتية على جانبي السد		غير محقق	إنشاء أنظمة تصريف مناسبة وتقليل تأثير الأسطح غير المسامية عبر استخدام مواد أكثر نفاذية أو تصميم حلول لتوزيع التدفق المائي.
			- سرعة تصريف المياه من السطح (م3/دقيقة)	- سرعة لتصريف: ≤ 2 م3/دقيقة.	الأسطح غير المسامية تزيد من سرعة جريان المياه دون تسرب ، ويتم التصريف في البحر الأبيض لمتوسط		غير محقق	تحسين نظام لتصريف بإنشاء ممرات مائية إضافية وتعزيز القنوات لموجودة لضمان تصريف أكثر كفاءة.
			- تكرار الصيانة (مرات/سنة)	- الصيانة: ≤ 2 مرات سنوياً.	تتم لصيانة حسب الحاجه		محقق نسبيا	وضع خطة صيانة دورية تشمل تنظيف القنوات، إزالة الطمي، وإصلاح أي أضرار ناتجة عن لسيول للحفاظ على كفاءة لسد.
	التحكم في الجريان السطحي	تصميم شبكات الطرق لتوجيه المياه ومنع تراكمها في المناطق الحيوية.	- سرعة تدفق لمياه (متر/ثانية)	- سرعة لتدفق: 0.5-1 متر/ثانية.	تزيد سرعه لتدفق في الأيام المطيرة والرياح عن 2 متر في لثانية		غير محقق	إنشاء منشآت كبح لتدفق مثل المصاطب أو الأحواض الحجرية لتقليل سرعة التدفق.
			- معدل تراكم المياه (سم)	- تراكم لمياه: ≥ 5 سم في الشوارع.	تصل في بعض لمناطق ارتفاع المياه ل 7 سم واكثر		غير محقق	تصميم قنوات تصريف أو استخدام تقنيات مثل مصائد الامطار والبرك الصناعية لتقليل التراكم لمائي لتحسين تصريف المياه.
			- كفاءة شبكات الصرف (٪)	- كفاءة لصرف: ≤ 90٪.	التصريف كيف كافي وتحتاج مدينة لعريش الى اساليب تصريف حديثة ومطورة وصيانه دورية		غير محقق	إنشاء أنظمة تصريف مناسبة وتقليل تأثير الأسطح غير المسامية عبر استخدام مواد أكثر نفاذية أو تصميم حلول لتوزيع التدفق المائي.
	قنوات الحماية	بناء قنوات لتوجيه تدفق المياه بعيداً عن المناطق السكنية والمرافق الحيوية وحمايتها من السيول.	- طول قنوات الحماية (كم)	- طول القنوات: ≤ 10 كم.	لا توجد قنوات حماية حالياً مما يزيد من خطر السيول على المناطق المجاورة.		غير محقق	إنشاء قنوات موجهة لتحويل مسار لمياه بعيداً عن المناطق الحيوية لتقليل لمخاطر وضمان حماية أفضل للسكان والبنية التحتية وهذه القنوات تكون في حالة استعداد وتأهب للسيول .
			قدرة القنوات على التصريف (م3/ثانية)	- التصريف: ≤ 2 م3/ثانية.				
			- مستوى مقاومة التآكل في القنوات (٪)	- مقاومة لتآكل: ≤ 90٪.				

Corrected proof

العنصر	المعيار	المؤشرات	الاشتراطات	الوضع الراهن	صورة توضيحية	مدى تحققها	توصيات
1. المواد المستخدمة في البناء	مقاومة لسيول من خلال المواد المستخدمة في البناء	مقاومة لتآكل والتأثر بالمياه	استخدام الخرسانة المسلحة بالألياف والصخور المعالجة لمقاومة التآكل.	بعض المباني القريبة قد تتأثر بالتآكل والرطوبة بسبب قربها من الوادي حيث انها مباني من الخرسانة المسلحة التقليدية.		لم تتحقق	استخدام مواد مقاومة للرطوبة في المباني القريبة من مجرى السيل لضمان استدامتها.
		القابلية للنفاذية والتحكم في امتصاص المياه	استخدام مواد نفاذة جزئيًا لتعزيز تغذية المياه الجوفية.	تجمع مياه الأمطار في بعض المناطق القريبة، مما يزيد من مخاطر التآكل.		لم تتحقق	تطوير أنظمة أرضيات نفاذة حول المباني الخدمية والسكنية القريبة من الوادي.
		الاستدامة البيئية	اختيار مواد بناء صديقة للبيئة تقلل من انبعاثات الكربون وتحافظ على الموارد المائية.	المواد المستخدمة حاليًا في المباني القريبة لا تتبع معايير البناء الأخضر.		لم تتحقق	تشجيع استخدام المواد المستدامة وتقنيات البناء الأخضر في تطوير المباني الخدمية.
2. حرم السيل والمناطق العازلة	تصميم حرم لسيول والمناطق العازلة لضمان الحماية	المسافة الآمنة بين مجرى السيل والمباني	الالتزام بحرم سيل لا يقل عن 100-200 متر وفقًا لطبيعة المنطقة.	يبلغ حرم لسيل 25 متر . من طرفي لسد		لم تتحقق	إعادة تقييم حرم السيل والتأكد من عدم وجود منشآت دائمة داخله.
		استخدام الأراضي داخل حرم لسيل	تخصيص المنطقة العازلة لإنشاء حدائق مائية ومناطق خضراء بدلًا من البناء.	استغلال لحرم في شوارع رئيسية		لم تتحقق	تحويل المناطق العازلة إلى متنزهات مائية ومساحات خضراء لتحسين امتصاص المياه.
		الحماية من أخطار السيول	إقامة حواجز طبيعية أو صناعية للتحكم في سرعة لمياه والحد من الانجراف.	عدم وجود حواجز وقائية كافية لحماية المباني القريبة.		لم تتحقق	بناء حواجز صخرية ومصدات طبيعية لحماية المناطق السكنية والخدمية.
3. تصميم لسد	الأبعد لتصميمية للسد ومجرى لسيل	ارتفاع السد وسعته الاستيعابية	تصميم لسد بارتفاع يتناسب مع أقصى تدفق محتمل للسيول.	يبلغ ارتفاع السد من 20 الى 254 م . بعض المناطق القريبة معرضة للغمر خلال الفيضانات الشديدة.		لم تتحقق	مراجعة لقدرة الاستيعابية للسد وزيادة ارتفاعه إذا لزم الأمر.
		عرض مجرى لسيل	ضمان عرض كاف يسمح بمرور لمياه دون انسداد.	عرض الوادي 200 متر . بدون عوائق او حواجز		لم تتحقق	إزالة أي عوائق في مجرى السيل للحفاظ على تدفق المياه بسلاسة.
		وجود مفيضات للطوارئ	توفير قنوات تصريف إضافية لتخفيف الضغط في حال لسيول لشديدة.	لا يتوفر أي قنوات تصريف او تخزين .		لم تتحقق	إنشاء قنوات إضافية لحماية المباني من الغمر المفاجئ.
4. استخدامات المباني والأراضي	تحديد الاستخدامات المثلى للمباني والأراضي في منطقة السد ومجرى لسيل	المسافة بين المباني والسد	عدم لسماح بالبناء السكني أو لخدمي في نطاق لا يقل عن 200-500 متر.	يبدأ خط البناء من لسد مسافه 25 متر .بعض المناطق السكنية قريبة من الوادي، مما يعرضها لمخاطر الفيضانات والانجراف.		لم تتحقق	دراسة إمكانية نقل بعض المنشآت أو تعزيز حمايتها من الفيضانات.
		موقع المنشآت الخدمية	يجب وضع لمنشآت الخدمية في مناطق آمنة بعيدة عن المجرى الفعلي للسيل، مع تخطيط جيد لشبكات التصريف.	وجود منشآت مثل المدارس والمساجد قريبة من الوادي..		لم تتحقق	نقل لمنشآت ذات لتجمعات مثل المدارس والمساجد والمباني الخدمية لمناطق منه تعزيز النظام الانشائي ومقاومة المياه في المنشآت التي يصعب نقلها .
		تصنيف المناطق الآمنة	يفضل تخصيص المناطق القريبة من الوادي للأنشطة الترفيهية المفتوحة مثل الحدائق والممرات المائية بدلاً من لمباني الدائمة.	لا يوجد أي مناطق ترفيهية او مفتوحه خضراء ، ولكن هناك شوارع ومحاور تصال فقط		لم تتحقق	تشجيع الاستثمار في المناطق الآمنة وتوجيه لتوسع لعمراني إليها.
5. النظام الانشائي في منطقة السد	حديد أنواع المباني المسموح بها، مع التركيز على المنشآت الخفيفة أو المؤقتة، وتقليل لبناء لدائم في المناطق ذات الخطورة العالية.	نوع لمنشآت المسموح بها	اقتصار البناء على منشآت خفيفة أو مؤقتة يمكن تفكيكها بسهولة.	وجود مبانٍ دائمة مثل مجلس لمدينة والمدارس والمساجد.		لم تتحقق	منع لتوسع في المنشآت لدائمة ضمن نطاق المخاطر.
		ملاءمة الأنشطة الاقتصادية	تخصيص المنطقة لمشاريع زراعية، ومساحات خضراء، ومنشآت غير ثابتة.	قلة استغلال لمناطق المفتوحة في مشاريع مستدامة.		لم تتحقق	تعزيز الأنشطة البيئية مثل الزراعة المستدامة والحدائق المائية.
		تقنيات لبناء لمقاومة للفيضانات	استخدام تقنيات مثل المباني المرتفعة على أعمدة أو الأسفسات العائمة.	معظم المبادي لا تعتمد على تقنيات مقاومة للفيضانات.		لم تتحقق	تطبيق حلول هندسية لرفع مستوى لمباني لقريبة وتعزيز حمايتها.

Corrected proof

جدول (١٦) المعايير المعمارية وتطبيقها على مدينة العريش .

العنصر	المعيار	المؤشرات	الاشتراطات	الوضع الراهن	صورة توضيحية	مدى تحققها	توصيات
المعايير المعمارية والتصميمية	احتجاز المياه	تصميم الخزانات لسعة تخزين كبيرة وإعادة توجيه المياه.	- سعة التخزين: من 1000 إلى 5000 م³ لكل خزان. - معدل التعبئة: 50-100 لتر/دقيقة. - النوع: ≥ 10 مجم/لتر	لا توجد خزانات لاحتجاز مياه السيول والامطار في مدينة العريش ولا مخارج او هرابات من مجرى السيل الى خزانات		لم تتحقق	تتضمن إنشاء خزانات تجميع متعددة السعات في مواقع استراتيجية، إضافة إلى تصميم وتنفيذ مخارج أو هرابات من مجرى السيل لتوجيه المياه إلى هذه الخزانات. يجب أن يتم ذلك وفقًا للاشتراطات المطلوبة .
	السدود	بناء سدود قوية تمنع تدفق المياه إلى المناطق السكنية	- ارتفاع السد: ≤ 10 متر. - سعة التخزين: ≤ 5000 م³. - قوة التحمل: ≤ 20,000 نيوتن/م².	تم بناء سد وادي العريش الذي يتراوح ارتفاعه بين 25 الى 20 متر . تبلغ سعه استيعاب سد وادي العريش مليون متر مكعب تقريبا تتجاوز قدرة التحمل 90,000 نيوتن/م².	 	متحقق متحقق متحقق	1. زيادة السعة التخزينية من خلال تغلية السد أو إنشاء خزانات إضافية لتخزين الفائض. 2. تطبيق تقنيات الحصاد المائي مثل إنشاء أحواض ترسيب أو بحيرات صناعية لتحسين الاستفادة من المياه المحتجزة. 3. تحديث أنظمة التصريف لضمان التحكم الفعال في تدفق المياه وتجنب فقدان كميات كبيرة دون استخدام
	شبكات ومصائد تصريف المطر	تصميم شبكات ومصائد فعالة لمنع تجمع المياه وتسهيل تصريفها.	- معدل تصريف الشبكة: ≤ 2000 لتر/دقيقة. - المصائد: واحدة لكل 500 متر. - الانسداد: ≤ 5٪ من النقاط.	مصائد الامطار المتوفرة غير فعاله ولا تساهم في عملية التصريف بسبب قلتها و حاجتها الى صيانه لا توجد مصائد امطار شبكية ولكن هناك الأرضية وهي غير منتظمه وعشوائيه وهناك نقص كبير في العديد من المناطق مصائد الامطار بحاجه الى صيانه لأنها تعاني من الانسداد		لم تتحقق لم تتحقق لم تتحقق	1. إنشاء مصارف جانبية وحواجز توجيهية لتحويل المياه بعيدًا عن المناطق المعرضة للتجمع والتكدس. 2. توسيع مجاري السيول الطبيعية وزيادة انحدارها بشكل منسب لضمان سرعة التصريف وتقليل ركود المياه. 3. استخدام طرق المدن الإسفنجية مثل تبطين بعض المناطق بنظم نفاذة للمياه لتقليل كمية المياه المتدفقة إلى السد بطريقة غير منظمة.
	أعمال التقاطعات	تصميم تقاطعات مخصصة لتوجيه المياه بعيداً عن المناطق السكنية والحيوية.	لمناطق ذات الكثافة المرورية العالية، يجب ان يتوفر كوبري كل 2 - 3 كيلومترات مقاومة التدفق: تحمل مياه تصل إلى ارتفاع 1 متر. كفاءة المنشآت: ≤ 95٪.	يتوفر عدد 4 كباري على طول سد وادي العريش والذي يبلغ طولة حوالي ال 6 كيلو متر تقوم الكباري الامطار وتتحمل الارتفاع الى 1.20 متر تعمل المنشآت بكفاءة عالية وتتم صيانتها باستمرار		متحقق متحقق متحقق	1. إجراء صيانة دورية للكباري لضمان استدامتها، خاصة في مواسم السيول. 2. تعزيز الحماية ضد السيول عبر تدعيم الأساسات وتطبيق أنظمة تصريف منسبة عند مداخل ومخارج الكباري. 3. إضافة عناصر أمان مثل الحواجز الواقية وأنظمة إنارة واضحة لتحسين السلامة العامة. 4. إجراء دراسات مستقبلية للنظر في الحاجة إلى كباري إضافية بناءً على زيادة الحركة المرورية أو تغيرات التدفقات المائية.
	العمارة العائمة	تصميم منشآت قادرة على الطفو والتكيف مع ارتفاع منسوب المياه، مما يقلل من خطر السيول والفيضانات.	- التحمل: ≤ 500 كجم/م². - ارتفاع الطفو: ≤ 1 متر فوق مستوى الماء. - كفاءة الأنظمة: ≤ 95٪.	لا تتوفر في مدينة العريش بكل عام ولا العمارة التي تطل على الوادي بشكل خاص أي من اشكال العمارة العائمة .		لم تتحقق	1. جراء دراسات لدراسة وتطبيق دمج تقنيات العمارة العائمة في المناطق القريبة من الوادي، بما يساهم في تعزيز التكيف مع السيول. 2. تصميم نماذج تجريبية لمباني مقاومة للمياه تعتمد على تقنيات العزل المائي والارتفاع التكيفي. 3. تشجيع الأبحاث والتطبيقات المهنية في الطول العائمة مثل المنازل العائمة والمنصات القابلة للطفو، لتطبيقها في مدينة العريش . 4. تعديل الأكواد والمعايير الإنشائية لتشمل إرشادات لإنشاء عمارة مرنة تتكيف مع المياه، مما يدعم الابتكار العمراني في المدينة.

Corrected Proof

جدول(17)المعايير البيئية والتقنية في مدينة العريش .

العنصر	المعيار	المؤشرات	الاشتراطات	الوضع الراهن	صورة توضيحية	مدى تحققها	توصيات
المعايير البيئية	جودة المياه	تصميم الأنظمة لتصريف المياه النقية وحماية مصادر المياه من التلوث.	مستويات التلوث (مجم/لتر)	- التلوث: ≤ 15 مجم/لتر.	- اختلاط مياه الأمطار والسيول بالمخلفات الصلبة، مثل بقايا البناء، والأتربة، والقمامة، مما يؤدي إلى تلوث مياه السيل. - عدم وجود أنظمة تصريف فعالة للمياه النقية، مما يؤدي إلى تجمع المياه في برك ومستنقعات.		لم تتحقق	1. إنشاء شبكة صرف منفصلة عن شبكات الصرف الصحي لضمان عدم اختلاط المياه النقية بالمياه الملوثة. 2. تصميم أنظمة تصريف طبيعية تعتمد على مسارات منحدرة وقنوات مفتوحة لتوجيه المياه النقية بأمان نحو الاستخدامات المختلفة. 3. تنفيذ مصارف مطرية حديثة قادرة على تصريف مياه الأمطار دون التسبب في تجمعات مائية قد تؤدي إلى تلوثها.
		درجة النقاء	الشفافية: ≥ 80٪.				
		نسبة المواد الصلبة العالقة (جم/لتر)	المواد العالقة: ≤ 0.5 جم/لتر.				
	شحن المياه الجوفية	تقنيات لتسرب المياه إلى الطبقات الجوفية لتعزيز مستوى المياه الجوفية.	تغذية المياه الجوفية (م³/يوم)	- التغذية: ≥ 500 م³/يوم.	- مخزون لمياه الجوفية في شمال سيناء، يقدر بحوالي 170 مليار متر مكعب، مع إعادة شحن سنوية تقدر بحوالي 54.4 مليون متر مكعب. يتم شحنها من خلال الأمطار التي تسقط على المناطق المختلفة		متحقق	1. تصميم أحواض تغذية صناعية لتجميع مياه الأمطار والسيول، ثم تصفيتها وتسريبها ببطء إلى الطبقات الجوفية. 2. استخدام البرك الرملية والحصى لزيادة معدل الامتصاص وتحسين جودة المياه المتسربة. 3. استخدام أرصفة وشوارع نفاذة تسمح للمياه بالتسرب إلى التربة، بدلاً من تصريفها بالكامل إلى البحر أو المصارف. 4. إنشاء مناطق خضراء ومسطحات زراعية تعمل كإسفنج طبيعي يمتص المياه، ويدفعها، إلى الطبقات العميقة. 5. تصميم آبار تغذية مخصصة لتصريف المياه الزائدة، مباشرة إلى الطبقات الجوفية، مع أنظمة ترشيح لمنع دخول الشوائب والملوثات.
		مستوى المياه الجوفية (متر)	ارتفاع المياه الجوفية: ≥ 1.5 متر سنويًا.				
		كمية المياه المتبقية	الباقي بعد السيول: ≥ 1000 لتر.				
	الأنظمة الذكية لمراقبة تدفق المياه	تصميم أنظمة ذكية لمراقبة تدفق المياه باستخدام مستشعرات.	- دقة القياس (٪)	- دقة القياس: ≥ 95٪	تعتمد الجهات المعنية والسكان على المراقبة المباشرة لمجرى وادي العريش ومنطقة السيول، حيث يتم تقدير سرعة المياه وارتفاعها بصريًا. يستخدم بعض الخبراء العصي أو العلامات على الصخور، والأهمية لمتابعة ارتفاع المياه أثناء تدفق السيول		لم تتحقق	استخدام حساسات ضغط المياه (Water Pressure Sensors)في مجرى الوادي لمعرفة قوة اندفاع المياه بدقة.
		- استجابة النظام (ثواني)	- استجابة النظام: ≥ 5 ثواني			لم تتحقق	تثبيت محطات قياس تلقائية على الجسور والمعبرات لالتقاط بيانات التدفق الحالي.
		- عدد الأجهزة النكية	- عدد الأجهزة: ≥ 10 أجهزة لكل منطقة			لم تتحقق	نشر أجهزة استشعار بالموجات فوق الصوتية (Ultrasonic Sensors)عند النقاط الحرجة في وادي العريش لقياس ارتفاع المياه وسرعة تدفقها.
البنية التحتية	تعزيز أنظمة الصرف الصحي وتصميم أنابيب ومحطات ضخ لتحمل كميات كبيرة من المياه خلال السيول.	سعة أنابيب الصرف (لتر/ثانية)	- سعة الأنابيب: ≥ 500 لتر/ثانية.	الأنظمة الحالية غير قادرة على تحمل كميات المياه الفائضة خلال العواصف المطيرة الشديدة.		لم تتحقق	1. زيادة أقطار أنابيب الصرف وإنشاء ممرات مائية إضافية لتخفيف الضغط على السد.
		كفاءة محطات الضخ (٪)	كفاءة محطات الضخ: ≥ 95٪.	محدودية قنوات التصريف ومحطات الضخ المرتبطة، بالسد تؤدي إلى عدم كفاءة تصريف المياه بشكل سريع وآمن.		لم تتحقق	1. تركيب مضخات ذات قدرة استيعابية أكبر تعمل بشكل تلقائي عند ارتفاع منسوب المياه. 2. إنشاء محطات ضخ إضافية في المناطق الأكثر عرضة لتراكم المياه.
		عمق وشبكة توزيع الأنابيب (م)	عمق الأنابيب: ≥ 1.5 متر تحت الأرض.	الأنظمة الحالية غير قادرة على تحمل كميات المياه الفائضة خلال العواصف المطيرة الشديدة.		لم تتحقق	عميق وتوسيع شبكة توزيع أنابيب الصرف و الممرات المائية الطبيعية لزيادة قدرة التدفق.
الاستفادة من الطاقة المائية	استغلال الطاقة الناتجة عن تدفق المياه عبر توربينات صغيرة.	قدرة التوربين (كيلووات)	قدرة التوربين: ≥ 50 كيلووات	لا يوجد، أي، استغلال لمياه السيول قد يكون ذلك بسبب عدم انتظام مياه السيل او كمياته فهي متغيرة، بحسب الأوضاع المناخية و،غالبا تكون مفاجئة		لم تتحقق	1. إجراء دراسات تفصيلية لمعدلات تدفق المياه خلال السيول، لتحديد الإمكانيات المتاحة لتوليد الطاقة. 2. قياس فرق الارتفاع بين جانبي السد، (Head) لمعرفة أفضل أنواع التوربينات المناسبة. 3. تقييم تكرارية السيول وشدتها لضمان استدامة تشغيل التوربينات.
		كمية الطاقة المنتجة (كيلووات ساعة)	الطاقة المنتجة: ≥ 200 كيلووات ساعة يوميًا				1. ربط التوربينات بشبكة كهربائية صغيرة (Microgrid)لتزويد مرافق محلية بالطاقة. 2. تركيب بطاريات تخزين لضمان توفير الكهرباء حتى بعد توقف التدفق. 3. دراسة إمكانية ربط النظام بالشبكة الوطنية للاستفادة من فائض الإنتاج.

Corrected Proof

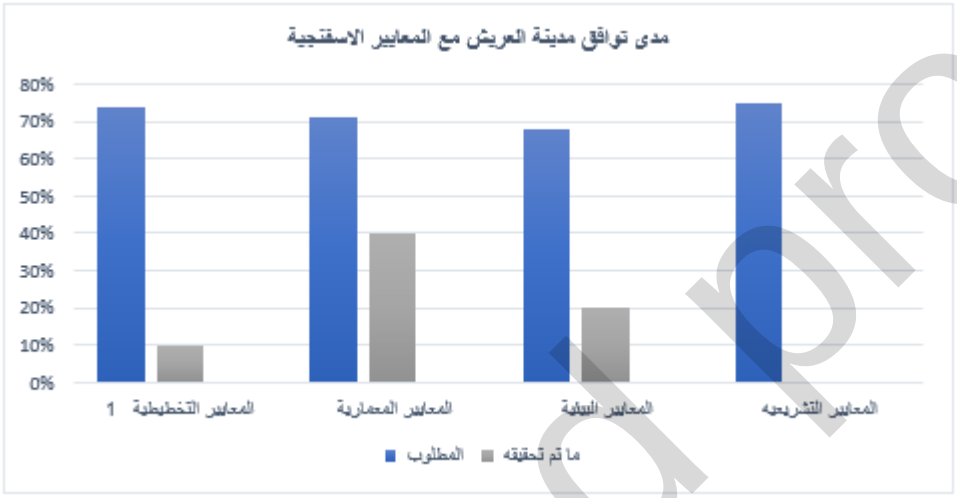
جدول(١٨) المعايير التشريعية والسياسات الداعمة في مدينة العريش

العنصر	المعيار	المؤشرات	الاشتراطات	الوضع الراهن	مدى تحققها	توصيات
المعايير السياسية والتشريعية	التخطيط الحضري	دمج استراتيجيات المدن الإسفنجية في التشريعات المحلية	عدد الخطط الاستراتيجية المعتمدة سنويًا.	ادراج المدن الإسفنجية في 100% من الخطط الإقليمية.	لا تتضمن الخطط الإقليمية الحالية لمدينة العريش تبني مفهوم المدن الإسفنجية بشكل كامل.	لم يتحقق	1. استحداث تشريعات تلزم المطورين العقاريين والجهات الحكومية بتنفيذ حلول مستدامة ضمن مشروعاتهم. 2. تقديم حوافز ضريبية للمشروعات التي تدمج حلول المدن الإسفنجية.
		نسبة المناطق المخططة لتطبيق المدن الإسفنجية.	تخصيص 30% من المناطق الحضرية للمساحات الخضراء والأسطح النفاذة.	تعاني العريش من محدودية في المساحات الخضراء بسبب التوسع العمراني المتزايد وعدم وجود سياسات إلزامية للحفاظ على المسطحات الطبيعية.	لم يتحقق	1. تخصيص أراضٍ داخل المناطق الحضرية لإنشاء حدائق عامة ومساحات خضراء، مع فرض معايير بيئية على المشروعات الجديدة. 2. تحفيز استخدام مواد بناء نفاذة وتشجيع الأسطح الخضراء في المباني الحكومية والخاصة.
		مدى تكامل السياسات بين الجهات المسؤولة.	إلزام الجهات الحكومية بالتنسيق لدمج سياسات المياه.	الاعتماد الأساسي في التعامل مع مياه الأمطار يتم عبر أنظمة تصريف تقليدية، دون دمج نهج إعادة الاستخدام أو الحصاد المائي.	لم يتحقق	1. إنشاء لجنة متخصصة تضم ممثلين من جميع الجهات المعنية لوضع خطة متكاملة لإدارة مياه الأمطار. 2. تطوير مشاريع مشتركة بين الهيئات المختلفة لتفعيل ممارسات المدن الإسفنجية، مثل حصاد مياه الأمطار وإعادة استخدامها في الري.
	التراخيص والإنشاءات	الالتزام باستخدام مواد قابلة للنفاذ والتحكم في التصريف	نسبة التراخيص الجديدة التي تشمل أسطحًا نفاذة.	80% من التراخيص الجديدة يجب أن تشمل أسطحًا نفاذة.	الاعتماد الكبير على الخرسانة التقليدية يزيد من تجمع المياه السطحية ويعيق الامتصاص الطبيعي للمياه	لم يتحقق	1. تحديث اللوائح الحالية لتشترط على الأقل 80% من المشروعات الجديدة تنفيذ أسطح نفاذة. 2. توفير دعم حكومي وحوافز مالية للمطورين الذين يلتزمون بهذه المعايير.
		عدد المشروعات المنفذة بأسطح صديقة للبيئة.	إلزام مشروعات الإسكان الكبرى باستخدام مواد نفاذة للمياه.	معظم مشروعات الإسكان في العريش لا تعتمد على مواد بناء صديقة للبيئة أو نفاذة للمياه.	لم يتحقق	1. فرض اشتراطات على مشروعات الإسكان الضخمة لاستخدام مواد تساهم في تحسين امتصاص المياه. 2. دعم الأبحاث والتطوير في تقنيات مواد البناء الصديقة للبيئة.
		معدل إصدار تصاريح إنشاء خزانات تخزين مياه الأمطار.	اشتراط إنشاء خزانات للمشروعات الجديدة فوق 1000 متر مربع.	لا توجد حاليًا متطلبات إلزامية لإنشاء خزانات مياه في المشروعات الجديدة، مما يؤدي إلى إهدار كميات كبيرة من مياه الأمطار.	لم يتحقق	1. إلزام المشروعات التي تزيد مساحتها عن 1000 متر مربع بإنشاء خزانات لجمع مياه الأمطار. 2. توفير إرشادات هندسية لتصميم وتنفيذ هذه الخزانات بشكل فعال ومستدام.
	الاستثمار والتمويل	دعم تطوير المدن الإسفنجية عبر تخصيص موارد مالية	نسبة التمويل المخصص من ميزانية المدينة.	تخصيص 5-10% من ميزانية التنمية للبنية التحتية الإسفنجية.	لا توجد حاليًا ميزانية محددة تدعم تنفيذ مشاريع المدن الإسفنجية في العريش. الاعتمادات المالية الحالية تركز على الحلول التقليدية لمكافحة السيول دون دمج استراتيجيات حديثة لإدارة المياه.	لم يتحقق	تخصيص 5-10% من ميزانية التنمية لتمويل مشاريع البنية التحتية الإسفنجية.
		عدد المشروعات المدعومة حكوميًا.	تقديم دعم حكومي للمشروعات التي تستخدم تقنيات المياه المستدامة.	لا توجد سياسات حالية تقدم إعفاءات ضريبية للمستثمرين في البنية التحتية المستدامة.	لم يتحقق	توفير قروض ميسرة أو منح مالية لدعم تنفيذ مشروعات تعتمد على تقنيات إدارة المياه والبنية التحتية .
		حجم الاستثمارات الخاصة الموجهة للمدن الإسفنجية.	تقديم إعفاءات ضريبية للمستثمرين في هذا القطاع.	لا توجد سياسات حالية تقدم إعفاءات ضريبية للمستثمرين في البنية التحتية المستدامة.	لم يتحقق	وضع سياسات تمنح المستثمرين إعفاءات ضريبية عند تنفيذهم مشروعات تعتمد على مبادئ المدن الإسفنجية.
	إدارة الأزمات والكوارث	وضع خطط طوارئ متكاملة للتعامل مع السيول	عدد خطط الطوارئ المحدثة سنويًا.	تحديث الخطط سنويًا لمواجهة تغير المناخ.	لا توجد آلية واضحة لمراجعة وتحديث خطط الطوارئ المتعلقة بالسيول سنويًا. الاعتماد على بيانات قديمة قد يؤدي إلى ضعف الاستجابة للكوارث الطبيعية المتغيرة بفعل التغير المناخي.	لم يتحقق	تحديث خطط الطوارئ سنويًا لضمان جاهزيتها لمواجهة التغيرات المناخية.
		عدد التدريبات الميدانية لتنفيذ خطط الطوارئ.	إجراء تدريبات ميدانية مرتين سنويًا لكل فريق استجابة.	نقص التدريبات العملية المنتظمة يؤثر على كفاءة فرق الطوارئ في التعامل مع السيول. بعض الفرق المحلية لا تمتلك الخبرة الكافية أو المعدات اللازمة للاستجابة الفعالة.	لم يتحقق	تنفيذ تدريبات ميدانية دورية مرتين سنويًا لتعزيز كفاءة فرق الاستجابة.
		نسبة المدن المجهزة بخطط طوارئ.	تغطية 100% من المناطق المعرضة للسيول بخطط طوارئ فعالة.	لا تزال بعض المناطق المعرضة للسيول خارج نطاق خطط الطوارئ المعتمدة. ضعف التنسيق بين الجهات المسؤولة يؤثر على تنفيذ خطط الإخلاء والاستجابة السريعة.	لم يتحقق	ضمان شمول جميع المناطق المعرضة للسيول ضمن خطط الطوارئ. تعزيز التنسيق بين الجهات المختصة لضمان استجابة فعالة للكوارث.
	تحديث الكود المصري	تعديل المعايير الهندسية لتتوافق مع متطلبات المدن الإسفنجية	عدد النسخ المحدثة من الكود المصري.	إصدار نسخة محدثة من الكود المصري كل 5 سنوات.	لا يوجد جدول زمني واضح لتحديث الكود المصري بما يتناسب مع التغيرات المناخية ومتطلبات المدن الإسفنجية. بعض المعايير الحالية لا تتماشى مع الطول الحديثة لإدارة مياه الأمطار. الحاجة إلى لجنة متخصصة تتابع التطورات العلمية والتقنية لتحديث الكود بانتظام.	لم يتحقق	وضع خطة واضحة لتحديث الكود المصري كل 5 سنوات. إلزام المطورين بتطبيق معايير الأسطح النفاذة وإدارة المياه بنسبة لا تقل عن 80%.
		نسبة البنود التي تم تعديلها لتشمل متطلبات المدن الإسفنجية.	تضمين 80% من البنود المتعلقة بالأسطح النفاذة وإدارة المياه.			

Corrected Proof

بعد تحليل مدى توافق مدينة العريش مع معايير المدن الإسفنجية المقترحة لمصر، تبين ما يلي: شكل (٢٢)

- **المعايير التخطيطية :**النسبة المستهدفة تبلغ ٧٤٪، بينما لم تحقق المدينة سوى ١٠٪ منها، مما يشير إلى ضعف كبير في الجانب التخطيطي.
- **المعايير المعمارية :**من أصل ٧١٪ كنسبة مستهدفة، حققت المدينة ٤٠٪، ما يعكس تقدماً نسبياً لكنه غير كافٍ.
- **المعايير البيئية :**تم تحقيق ٢٠٪ فقط من أصل ٦٨٪ مستهدفة، مما يدل على قصور في تبني الحلول البيئية المستدامة.
- **المعايير التشريعية :**لم تحقق المدينة أي نسبة من المعايير المطلوبة، رغم أن النسبة المستهدفة تصل إلى ٧٥٪، ما يبرز غياباً تاماً للإطار القانوني الداعم.



شكل (٢٢) مدى توافق مدينة العريش مع المعايير الاسفنجية التي لائم الواقع المصري .

لحساب النسبة الإجمالية لمدى "إسفنجية" مدينة العريش مقارنة بالقيم المستهدفة لكل معيار، نستخدم المعادلة التالية:

المطلوب الكلي= 75 + 68 + 71 + 74 =288

ما تم تحقيقه= 0 + 20 + 40 + 10=70

لغت النسبة الإجمالية لتحقيق مدينة العريش لمعايير المدن الإسفنجية نحو ٢٤,٣٪ فقط، ما يدل على انخفاض مستوى الإسفنجية الحضرية، ويؤكد الحاجة لتدخلات تخطيطية وتشريعية وبيئية لتعزيز قدرتها على مواجهة السيول بفعالية.

٦-نتائج البحث :

بعد ما تم دراسته من خطط وأساليب مواجهه كارثة السيول في مصر ، يعد الوعي المجتمعي والمؤسسي من اهم الخطوات التي تساهم بشكل فعال في الحد من مخاطر السيول، كما أظهرت نتائج هذه الدراسة أهمية دمج معايير المدن الإسفنجية مع أعمال الحماية من السيول لتحقيق إدارة فعّالة ومستدامة لمواجهه السيول في مصر. من أبرز **النتائج الرئيسية** التي توصل إليها هذا البحث :

١. يمكن خفض معدلات الفيضانات بنسبة تصل إلى ٤٠٪ في المناطق الحضرية عند تطبيق معايير المدن الإسفنجية بشكل فعّال.
٢. أثبتت الدراسة أن استخدام المواد النفاذة وزيادة المساحات الخضراء يمكن أن يرفع معدل امتصاص مياه الأمطار بنسبة ٣٠-٥٠٪ مقارنة بالأسطح غير النفاذة التقليدية.
٣. تشير التقديرات إلى إمكانية تقليل الخسائر الاقتصادية الناتجة عن السيول بنسبة تصل إلى ٢٥٪ من خلال تطبيق نظم تصريف ذكية وخزانات تجميع مياه الأمطار.
٤. المساهمة في تحسين جودة المياه الجوفية وزيادة معدل إعادة استخدامها بنسبة تصل إلى ٣٥٪ بفضل أنظمة التخزين وإعادة التدوير.
٥. وجود سياسات وتشريعات واضحة يدعم تنفيذ المعايير الجديدة، مما يقلل من زمن الاستجابة للطوارئ بنسبة ٢٠٪ في المناطق المتضررة.

Corrected proof

٦. من خلال تطبيق تقنيات المدن الإسفنجية، يمكن توفير ما يقارب ١٥-٢٠٪ من استهلاك المياه السنوي في المناطق الحضرية عبر إعادة استخدام مياه الأمطار.
٧. تقدم المدن الإسفنجية اليات ومعايير فعالة في مواجهه السيول من تقنيات المواد النفاذة، إنشاء مسطحات خضراء قادرة على امتصاص المياه ، تصميم قنوات لتجميع المياه وتخزينها بدلاً من تصريفها سريعًا.
٨. المياه المخزنة من السيول غالبًا ما تهدر بسبب عدم وجود استراتيجية لإعادة استخدامها، مما يفاقم أزمة المياه في المناطق الجافة مثل سيناء والصعيد.
٩. نظم الإنذار المبكر غير متطورة، وغالبًا ما تعتمد على التنبيهات المتأخرة، مما يزيد من خطورة الأضرار البشرية والمادية أثناء الفيضانات .
١٠. الكود المصري لمواجهه السيول يفتقر إلى معايير المدن الإسفنجية، مما يجعل من الصعب على المسولين والمهندسين وأجهزة الإنذار المبكر الوصول لمعدلات حماية وامان كاملة تجاه كارثة السيول .
١١. أظهر تحليل توافق مدينة العريش مع معايير المدن الإسفنجية أن ما تحقق لا يتجاوز ٢٤,٣٪ من المستهدف، ما يعكس قصورًا واضحًا، خاصة في الجوانب التخطيطية والتشريعية.
١٢. لتحويل منطقة وادي العريش الى منطقة اسفنجية نحتاج الى ما يلي بناءا على المحاور الرئيسية الأربعة :

- **الحلول العمرانية والتخطيطية:** شكل (٢٣)

يقترح تقسيم مدينة العريش إلى ثلاث نطاقات رئيسية للتعامل مع السيول وتطبيق مبادئ المدن الإسفنجية. **الأول هو النطاق الحساس** الذي يشمل مجرى السيل وحرم الوادي، حيث يُمنع البناء تمامًا ويتم تحويله إلى منطقة طبيعية تحتوي على حدائق رطبة وبحيرات صناعية لاستيعاب المياه، مع إنشاء مصدات حجرية وممرات تصريف طبيعية تقلل من سرعة تدفق المياه، بالإضافة إلى زراعة نباتات مقاومة للجفاف ذات قدرة امتصاص عالية.

النطاق العازل، الذي يشمل المناطق المجاورة للمجرى، فيمنع فيه البناء الثقيل، ويُسمح فقط بالمنشآت الخفيفة مثل الأسواق المفتوحة والمتنزهات والمزارع الحضرية، كما يُنشأ فيه شوارع ومساحات مفتوحة بأرضيات قابلة لنفاذ المياه، مع تحويل ٤٠٪ من الطرق إلى شوارع منفذة باستخدام مواد مسامية.

شكل (٢٣) نتائج المعايير التخطيطة على مدينة العريش .

أما **النطاق الداخلي** داخل الكتلة العمرانية، فيلزم جميع المباني بدمج أنظمة لتجميع مياه الأمطار على الأسطح، ويفرض استخدام الأسطح الخضراء في ٦٠٪ من المباني الحكومية والتجارية، مع تعزيز تصميم شبكات صرف غير مركزية تصب المياه في مناطق تخزين محلية بدلاً من تصريفها مباشرة إلى البحر.

- **الحلول الهندسية والتصميمية للمباني والبنية التحتية**

-المباني المقاومة للسيول: في المباني الجديدة، تُطبق تقنيات البناء المرتفع على أعمدة وتصميم أساسات تخزن مياه الأمطار تحت الأرض مع استخدام مواد بناء مسامية. أما المباني القديمة فتُحدث بأسطح خضراء بنسبة ٥٠٪، وأنظمة حصاد مياه الأمطار، وعوازل مائية للحماية. شكل (٢٤)

شكل (٢٤) تصور عبر ال AI لتطبيق تقنيات البناء العائم على وادي العريش .

-تطوير شبكات الشوارع والساحات: تحويل ٤٠٪ من الطرق إلى مسارات نفاذة، وتطوير الأرصفة لاستيعاب المياه، وتحويل المواقف والمناطق المفتوحة لمساحات تخزن المياه وتعيد تغذيتها للمياه الجوفية. شكل (٢٥)

شكل (٢٥) ارشادات لتطبيق المعايير المعمارية على المنطقة القائمة في مدينة العريش .

-إدارة الموارد المائية وتخزين الأمطار: إنشاء نظام متكامل لخزانات أرضية بسعة ٥٠٠٠ م^3، بحيرات صناعية، وأحواض تسرب طبيعية، مع إلزام المباني الجديدة بخزانات ١٠٠٠ م^3 لإعادة الاستخدام، وتحويل شبكات الصرف إلى نظام استيعاب مع قنوات وتصريف ذكية.

- **الحلول البيئية واستدامة الطبيعة في المدينة** شكل (٢٦)

تتمثل الحلول المقترحة في زيادة المساحات الخضراء من خلال زراعة أشجار محلية مقاومة للجفاف على أطراف مجرى السيل، وتحويل ٣٠٪ من المناطق غير المستخدمة إلى حدائق مائية تسهم في امتصاص المياه وتقليل الجريان السطحي، إلى جانب إنشاء حدائق أسطح في المباني الحكومية والتجارية للحد من تأثير الحرارة وتعزيز امتصاص المياه.

Corrected Proof

شكل (٢٦) الحلول البينية واستدامة الطبيعه الازمة في منطقة السيل في مدينة العريش .

- **التشريعات والسياسات الداعمة للتحول الإسفنجي**

تتضمن الحلول التشريعية والتشغيلية إلزام جميع المشاريع الجديدة باستخدام مواد بناء مسامية وتقنيات حصاد المياه، وتخصيص ٥-١٠٪ من ميزانية البنية التحتية لمشاريع المدن الإسفنجية. كما تُقدم إعفاءات ضريبية للمطورين العقاريين الذين يطبقون حلولاً إسفنجية، إلى جانب تعديل الكود المصري للبناء ليشمل متطلبات مثل الأسطح الخضراء والخزانات المائية. كما يُعزز النظام بإدارة أزمات متطورة عبر إنشاء مراكز إنذار مبكر مرتبطة بمستشعرات لمراقبة الفيضانات والتدخل الفوري.

٧-توصيات البحث :

النتائج السابقة تستدعي تعامل مدروس لتحسين خطه مواجهه السيول في مصر ، لذا يوجه البحث بمجموعه من التوصيات التالية :

١. العمل على إزالة العوائق الناتجة عن البناء العشوائي وإعادة تأهيل الأودية والمجاري الطبيعية لتصبح قادرة على تصريف المياه بفعالية. يجب تصميم هذه المجاري بطريقة تضمن تدفق المياه بشكل آمن نحو مناطق التخزين أو الأنهار.
٢. تنفيذ مشاريع لبناء سدود وأحواض تخزين ذات قدرة استيعابية عالية في المناطق الأكثر عرضة للسيول، مما يسهم في تقليل سرعة المياه وتجنب الفيضانات.
٣. تشجيع استخدام مواد بناء مثل الخرسانة المسامية والطوب المسامي في إنشاء الأرصفة والشوارع، مما يتيح تسرب المياه إلى التربة ويقلل من الجريان السطحي.
٤. يجب تخصيص مساحات خضراء داخل المناطق الحضرية، مثل الحدائق العامة والمناطق المفتوحة، حيث تعمل هذه المساحات كمصائد طبيعية لمياه الأمطار، مما يقلل من تراكم المياه في الشوارع.
٥. وضع قوانين صارمة لمنع البناء العشوائي في المناطق المعرضة للفيضانات. يجب إعادة توجيه استخدام هذه المناطق لأغراض تخدم إدارة المياه، مثل إنشاء مسطحات خضراء أو بحيرات صناعية.
٦. إنشاء نظم إنذار مبكر تعتمد على تحليل بيانات الطقس والتدفق المائي، وإرسال تنبيهات للسكان قبل وقوع الكوارث، مما يسمح لهم باتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة.
٧. تنفيذ مشاريع لجمع مياه الأمطار باستخدام خزانات تحت الأرض في المناطق الحضرية، مع استغلال هذه المياه في ري الحدائق والتنظيف، مما يقلل من استهلاك المياه الجوفية.
٨. تطوير تقنيات لتحويل المياه المخزنة من السيول إلى مصادر ري دائمة في المناطق الزراعية، خصوصًا خلال فترات الجفاف، مما يسهم في تحسين الأمن المائي والغذائي.
٩. مراجعة الكود المصري ليشمل معايير المدن الإسفنجية، مثل استخدام مواد البناء النفاذة وتصميم المباني المقاومة للسيول، مع الالتزام بأحدث المعايير البيئية.
١٠. دراسة النماذج العالمية للمدن الإسفنجية، مثل الصين التي تعتمد على المسطحات الخضراء والقنوات الذكية، وسنغافورة التي تطبق أنظمة تصريف تحت الأرض، وألمانيا التي تستخدم الأسطح الخضراء على نطاق واسع.

Corrected proof

١١. تطبيق مشاريع نموذجية في المناطق الأكثر عرضة للسيول بمصر لتقييم فعالية المدن الإسفنجية ومدى توافقها مع البيئات المحلية، مع اعتماد هذه التجارب كنموذج للتوسّع لاحقًا.

١٢. تحويل منطقة وادي العريش إلى نموذج إسفنجي يتطلب تنفيذ حلول عمرانية وهندسية وبيئية وتشريعية متكاملة، تشمل:

-إعادة تخطيط المدينة إلى نطاقات (حساس، عازل، داخلي) تُدار وفق اشتراطات تحكم البناء واستخدام الأراضي لتقليل الجريان السطحي.

-تطوير الأبنية والشوارع والبنية التحتية لتكون مستجيبة لمياه الأمطار من خلال التخزين وإعادة الاستخدام.

-توسيع الرقعة الخضراء باستخدام نباتات محلية وتحويل المساحات المهملة إلى حدائق مائية.

٨-مراجع البحث

أولاً: المراجع الإنجليزية :

[1] Y. Jiang, C. Zevenbergen, and Y. Ma, "Urban pluvial flooding and stormwater management: A contemporary review of China's challenges and 'sponge cities' strategy," Environmental Science & Policy, 2023.

[2] W. Zheng and X. Zhen, "China's Sponge City construction: A discussion on technical approaches," ResearchGate, 2020. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/318993562

[3] C. Song, "Application of nature-based measures in China's sponge city initiative: Current trends and perspectives," Nature-Based Solutions, vol. 2, p. 100010, 2022. [Online]. Available: https://www.elsevier.com/locate/nbsj

[4] F. K. S. Chan, J. A. Griffiths, D. Higgitt, S. Xu, F. Zhu, Y.-T. Tang, Y. Xu, and C. R. Thorne, "'Sponge City' in China—A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context," Land Use Policy, vol. 76, pp. 772–778, 2018. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.03.005

[5] Y. Wang, J. Liu, and Y. Jin, "Urban resilience and flood management in sponge cities: A review of policy implementation," Sustainability, vol. 15, no. 1, p. 221, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.3390/su15010221

[6] J. Woltjer and P. Alpkokin, "Planning for flood resilience in European cities: Comparative insights from Hamburg and Rotterdam," Journal of Flood Risk Management, vol. 10, no. 3, pp. 360–370, 2017. [Online]. Available: https://doi.org/10.1111/jfr3.12184

[7] Q. Zhou, "A review of sponge city development in China," Water, vol. 6, no. 6, pp. 1485–1499, 2014. [Online]. Available: https://doi.org/10.3390/w6061485

[8] F. Liu and L. Dong, "Exploring the Resilient Design of Sponge Transformation in Old Urban Areas: A Case Study of Y District in C City," Environmental Engineering and Management Journal, vol. 23, no. 5, pp. 839–850, 2023.

[9] C. Zhan, "Application Strategy of Sponge City Technology in Landscape Architecture Design," Engineering Advances, vol. 3, no. 4, pp. 306–310, 2023.

[10] L. Ji and F. Rao, "Comprehensive Case Study on the Ecologically Sustainable Design of Urban Parks Based on the Sponge City Concept in the Yangtze River Delta Region," Sustainability, vol. 15, no. 5, p. 4184, 2023.

[11] M. Bredes et al., "Design and Spatial Pattern Optimization for a Sponge City Using Factor Analysis," Water Science & Technology, vol. 88, no. 9, pp. 2246–2259, 2023.

[12] J. Carter and M. Keeler, "Green infrastructure in Germany: Planning strategies and performance analysis," Journal of Environmental Planning and Management, vol. 64, no. 9, pp. 1521–1537, 2021.

[13] S. Lim and K. Lee, "Smart water management in Singapore: Integration of AI in sponge city planning," Sustainable Cities and Society, vol. 76, p. 103261, 2022.

[14] X. J. Bi and L. Ma, "Sponge city theory and its use in urban green space system," Building Materials, no. 01, pp. 45–48, 2016.

[15] H. Q. Ma, "Sponge in the green city construction," Building Materials, no. 05, p. 241, 2015.

[16] Abdrabo et al., 2020; S. Snoussi et al., 2008; IFRC, 2016, 2020.

[17] S. Pauleit, T. Zölch, and R. Hansen, "Urban green infrastructure in Hamburg: From local solutions to strategic integration," in Nature-based Solutions for European Cities. Springer, 2021.

[18] W. Wang, L. Zhang, J. Li, et al., Assessment Standard for Sponge City Effects, A National Standard of the People's Republic of China. Translated by L. Nie, H. Jia, K. Zhang, and G. Fu, 2020.

[19] Helen Clark Foundation, "Sponge Cities: A Future Model for Urban Water Management," Topos Magazine, 2023. [PDF Report].

Corrected Proof

[20] University College of Estate Management, “What on Earth Are Sponge Cities?,” UCEM Articles, 2023. [Online]. Available: https://www.ucem.ac.uk

[21] Topos Magazine, “Sponge Cities: A Future Model,” Topos Magazine, 2023. [Online]. Available: https://www.toposmagazine.com

[22] WIRED, “Los Angeles Just Proved How Spongy a City Can Be,” WIRED, 2023. [Online]. Available: https://www.wired.com

[23] The Times, “Sponge Cities: How We Can Adapt Urban Areas to Beat the Rain,” The Times, 2023. [Online]. Available: https://www.thetimes.co.uk

[24] ArchDaily, “Landscape Architect Kongjian Yu, Pioneer of the ‘Sponge City’ Concept, Wins the 2023 Oberlander Prize,” ArchDaily, 2023. [Online]. Available: https://www.archdaily.com

ثانية : المراجع العربية :

[٢٥]و. م. إمام، *السياسات والآليات التخطيطية والعمرانية لمواجهة الكوارث البيئية: التعامل الإيجابي مع السيول في مصر*, رسالة دكتوراه، جامعة القاهرة، ٢٠١٩.

[٢٦]ن. م. محمد نظمي، *الكوارث الطبيعية بالعالم بالتركيز على كارثتي الزلازل والسيول بمصر*, المؤتمر الدولي السابع للتنمية والبيئة بالوطن العربي، جامعة أسيوط، ٢٠١٤.

[٢٧]ك. أ. فؤاد، *الإجراءات التخطيطية العالمية في مواجهة مخاطر السيول في البيئة المبنية، ومدى مواءمتها للحالة المصرية Contingency*, *Planning of Adaptive Urbanism 2022*, 2022.

[٢٨]وزارة الإسكان والمرافق والتنمية العمرانية، *الخطة القومية لحماية العمران المصري من الفيضانات الحضرية والسيول: تقرير الوضع الراهن والأعمال الجارية*.

[٢٩]وزارة الموارد المائية والري، *الخطوط الاسترشادية لتصميم أعمال الحماية من السيول*, المركز القومي لبحوث المياه، ٢٠٢٠.

Corrected Proof