كلية الهندسة بشبرا
FACULTY OF ENGINEERING AT SHOUBRA
ERJ
PRINT ISSN 3009-6049
ONLINE ISSN 3009-6022

ENGINEERING RESEARCH JOURNAL (ERJ)
Volume (53) Issue (4)
October. 2024, pp:300-315
https://erjsh.journals.ekb.eg

Resilience in The Design of Urban Spaces to Confront Water Disasters

المرونة في التصميم الحضري للحد من مخاطر كوارث المياه

Mohammed Saleh * [1] , Eslam Nazmy Elsayed[1] , Eman Hanim Ahmed Afifi [1]

[1]Department of Architecture Engineering, Faculty of Engineering at Shoubra, Benha University, Cairo, Egypt.
* Corresponding Author.
E-mail: mohamed.salah@feng.bu.edu.eg; islam.ghonimi@feng.bu.edu.eg ; eman.youssef@feng.bu.edu.eg.

الملخص: يناقش البحث ظاهرة تعرض الفراغات الحضرية للكوارث الطبيعية ومنها كوارث المياه مما يتسبب في وقوع خسائر بشرية ومادية خاصة مع الوتيرة السريعة للتغير المناخي مما يتسبب في حدوث أمطار واعاصير وفيضانات غير متوقعة ولا يمكن التنبؤ بها وتؤثر بشكل كبير على الحياة في المدن، وتبحث الدراسة عن إمكانية وجود آلية يمكنها استيعاب تلك الكوارث والتعافي منها بأقل قدر من الأضرار. تم تناول الدراسة من خلال ثلاث محاور؛ في **المحور الاول** تم دراسة الكوارث وأنواعها وتصنيفاتها من حيث الشدة والنطاق لتحديد أي منها ستتناولها الحالة الدراسية، **والمحور الثاني** تناول دراسة الفراغات الحضرية والأبعاد التصميمية لها والتطورات التكنولوجية التي طرأت عليها، أما **المحور الثالث** فتناول دراسة أثر كوارث المياه على الفراغات الحضرية مما تتطلب التعرض إلى الفراغات الحضرية المرنة والبنية التحتية الخضراء كوسائل فعالة في مكافحة كوارث المياه. وبعد الاطلاع على الدراسات السابقة ودراسة معايير المرونة الحضرية والبنية التحتية الخضراء أمكن التوصل إلى بعض المعايير تصميمية للفراغات الحضرية المقاومة لكوارث المياه، والتي تم استخدامها في تحليل أمثلة لفراغات عالمية صممت للتعامل مع كوارث المياه المختلفة وبطرق متنوعة، وكان نتيجة هذا التحليل هو استخلاص نموذج قياس للفراغات الحضرية المقاومة لكوارث المياه.

الكلمات المفتاحية: الكوارث الطبيعية، كوارث المياه، المرونة الحضرية، البنية التحتية الخضراء، التصميم الحضري.

1- المقدمة

تتعرض الفراغات الحضرية لعدة متغيرات تؤثر على وظائفها مثل التغيرات الاجتماعية، والاقتصادية، والبيئية والتي من ضمنها الكوارث الطبيعية، ووفقا لمنظمة الأمم المتحدة فإن معظم المدن معرضة لنوع واحد على الأقل من الكوارث الطبيعية المتمثلة في الأعاصير والفيضانات والجفاف والزلازل والانهيارات الأرضية والانفجارات البركانية [1]. وتشير الإحصائيات العالمية إلى أن كوارث المياه هي أكثر الكوارث تدميرا حيث تمثل 30% من كوارث العالم [2]. بالإضافة إلى ذلك فالخسائر الاقتصادية الناجمة عن كوارث المياه وجد أنها أكثر من خسائر الأعاصير والعواصف وحرائق الغابات والزلازل مجتمعة [3]. ويناقش البحث دور الفراغات الحضرية في جعل المدن أكثر مرونة في مواجهة الكوارث.

2.المشكلة البحثية

تتعرض الفراغات الحضرية في المدن لاندفاعات المياه أثناء الكوارث والتي قد تكون ناتجة عن مياه الأمطار أو انهيار السدود أو ارتفاع منسوب مياه البحار للمدن الساحلية. وما ينتج عنه من تأثير مدمر لتلك الفراغات الحضرية والتي تسبب خسائر بشرية في الأرواح ومادية في الممتلكات، خاصة مع عدم جدوى طرق المكافحة الحالية من تحجيم الأضرار الناتجة عن هذه الكوارث.

3.هدف البحث

يهدف البحث إلى الوصول لمقترحات لتصميم فراغات حضرية مرنة قادرة على التصدي لكوارث المياه في المدن والحد من أخطارها، وأيضا مدي إمكانية الاستفادة من تلك المياه الزائدة لدعم الحياة الحضرية للمدن.

4.منهجية البحث

يعتمد البحث على المنهج الاستقرائي في دراسة الكوارث الطبيعية وأسباب اختيار كوارث المياه كحالة دراسية، كما يتناول دراسة الفراغات الحضرية وتصنيفها ودراسة أبعادها التصميمية والتطورات التكنولوجية التي طرأت عليها، ومن ثم التعرف على تأثير الكوارث الطبيعية على الفراغات الحضرية. كما يعتمد البحث على المنهج التحليلي المقارن لأمثلة عالمية لفراغات صممت لمقاومة كوارث المياه، ليتم فيما بعد استخلاص نموذج قياس للفراغات الحضرية المقاومة لكوارث المياه.

5.الكوارث

عرف Fritzالكوارث بأنها حدث يحدث في زمان ومكان محددين حيث يتعرض المجتمع لخطر شديد ويتكبد خسائر في أفراده وموارده المادية مما يؤدي إلى اختلال في هيكله الاجتماعي وعدم قدرته على تحقيق بعض أو كل وظائفه الأساسية [4]. وهو ما يتفق مع رؤية Perry للكوارث على أنها أحداث معينة طبيعية أو بشرية تولد آثاراً سلبية على المجتمعات [5] [6]. وتتوقف الآثار السلبية للكوارث على نوعها وشدتها ونطاق تأثيرها.

1-5 أنواع الكوارث

سيتم تصنيف الكوارث من منظور العلوم الاجتماعية، وذلك لأثارها السلبية الضخمة على المجتمعات، حيث تنقسم إلى كوارث طبيعية وبشرية وهجينة [7] (شكل1). عرف Shaluf الكوارث الطبيعية بأنها ظواهر تحدث نتيجة لأسباب طبيعية لا يتحكم بها الإنسان وغير مخطط لها، لها تأثير تخريبي وشديد وتحدث في نطاق جغرافي محدد ومدة زمنية محددة يظهر فيها عواقب الكارثة وقد تكون سريعة مثل الزلازل والفيضانات أو بطيئة مثل الجفاف [8]. بينما الكوارث البشرية هي أحداث من صنع الإنسان تحدث نتيجة لبعض السلوكيات التي ينتهجها، وتتسبب في أضراراً جسيمة ، أما الكوارث الهجينة هي تلك الكوارث الناتجة عن تفاعل الخطأ بشري مع العوامل الطبيعية لتطلق سلسلة من الأحداث تؤدي في النهاية إلى كوارث [8].

شكل1: أنواع الكوارث
المصدر: [7] بتصرف

2-5 شدة الكوارث

هي حجم الأضرار البشرية والمادية الناتجة عن الكارثة [9]. وتقاس شدة الكارثة عن طريق عدة مؤشرات أولها الخسائر البشرية والتي تشمل أعداد الوفيات والمصابين والنازحين، والخسائر المادية مثل الخسائر في الممتلكات العامة أو الخاصة، والخسائر الاقتصادية للدولة على القطاعات الاجتماعية والبيئية والإنتاج والبني التحتية [7]. وتصنف الكوارث وفقاً لشدتها وفقا لـNatcat service [10] في (جدول1)

جدول1: تصنيف شدة الكوارث
المصدر: [10] بتصرف

درجة الكارثة	الأضرار البشرية	الأضرار المادية
كارثة هامشية	10 أشخاص أو أقل	لا يوجد
كارثة صغيرة الشدة	100:10 اشخاص	أقل من مليون دولار
كارثة متوسطة الشدة	1,000:100 شخص	10:1 مليون دولار
كارثة كبيرة الشدة	100.000:10,000 شخص	100:10 مليون دولار
كارثة مدمرة	أكثر من 100,000 شخص	أكثر من 100 مليون دولار

أما عن تصنيفها طبقا للنطاق الجغرافي فتقسم الكوارث حسب نطاق تأثيرها لعدة فئات بدءا من الكارثة صغيرة النطاق حتى الكارثة الهائلة [11] في (جدول2)

جدول2: تصنيف الكوارث حسب نطاق تأثيرها
المصدر: [11] بتصرف

درجة الكارثة	نطاق تأثير الكارثة
صغيرة النطاق	1 كم^2 أو أقل
متوسطة النطاق	10:1 كم^2
كارثة متوسطة الشدة	100:10 كم^2
كارثة كبيرة الشدة	1,000:100 كم^2
كارثة مدمرة	أكبر من 1,000 كم^2

وحيث أن موضوع البحث هو دراسة تأثير الكوارث على الفراغات الحضرية؛ فإن نطاق الدراسة سيشمل على سبيل المثال لا الحصر الساحات العامة والشوارع والميادين والمتنزهات العامة في المدن. وبناءا عليه سيتم تناول دراسة الكوارث صغيرة الشدة والنطاق.

3-5 إدارة الكوارث

هي مجموعة القرارات الإدارية والسياسات والتقنيات التي تهدف إلى تجنب آثار الكارثة أو الحد منها أو التعافي من الكوارث، ويمكن تنفيذها قبل أو أثناء أو بعد الكارثة [12]. وتشمل عدة مراحل (جدول3).

جدول3: مراحل إدارة الكوارث
المصدر: [12] بتصرف

مرحلة التخفيف من حدة الكوارث	إجراءات التخفيف من احتمالية وقوع الكوارث عن طريق وضع السياسات والخطط العامة التي تهدف إلى القضاء على أسباب الكوارث أو التخفيف من آثارها على الناس والممتلكات والبني التحتية، وتتوقف فاعليتها على مدي توفر معلومات عن الكارثة المتوقع حدوثها.
مرحلة التأهب للكوارث	وتشمل تحقيق استعدادات للاستجابة لأي حالة من حالات الطوارئ، ويمكن تعزيز تلك المرحلة عن طريق وجود آليات وإجراءات استجابة وبناء أنظمة الإنذار المبكر وتحديد أماكن الملاجئ وزيادة وعي الناس. ومن أمثلة تدابير مرحلة التأهب هي الحفاظ على الاستراتيجيات من الأغذية والمعدات والأدوية الضرورية وتدريبات الطوارئ وخطط الإخلاء وأنظمة الإنذار وأيضا تعتمد تدبيراها على مدي توفر المعلومات عن المخاطر وحالات الطوارئ والتدابير المضادة التي يتعين اتخاذها.
مرحلة الاستجابة للكارثة	وتأتي هذه المرحلة أثناء الكارثة والهدف منها هو تقديم المساعدة الفورية للحفاظ على الحياة. عن طريق عدة وسائل منها تقديم الأطعمة ومساعدة النازحين وتوفير المأوي كما تتضمن اصطلاحات للبنية التحتية السريعة والضرورية للحفاظ على الحياة.
مرحلة التعافي من الكارثة	تهدف تلك المرحلة إلى استعادة الحياة مرة أخري والبنية التحتية التي تدعمها. وصولا إلى مرحلة التنمية المستدامة تاليا. حيث يكون هناك انتقال سلس من التعافي إلى التطوير المستمر.

4-5 كوارث المياه

تحدث كوارث المياه لعدة أسباب قد تكون نتيجة زيادة في نسبة الأمطار، أو نتيجة لإعصار، أو لانهيار سد، أو لارتفاع منسوب مياه البحر في المدن الساحلية، فهي شكل من أشكال الكوارث الطبيعية والهجينة (شكل1)، ولكوارث المياه آثار سلبية تتمثل في تعطيل أنظمة الرعاية الصحية والتشرد وتدمير المحاصيل الزراعية والبني التحتية. كما أن التكرار المستمر للفيضانات يمثل استنزافا مستمرا للاقتصاد [2].

كانت أساليب التعامل مع كوارث المياه سابقاً تتمحور حول مقاومة كوارث المياه، وهو نهج إبقاء مياه الفيضانات خارج حيز المدن وذلك من خلال حلول هندسية ضخمة ومكلفة كالسدود أو تصريف المياه خلال البنية التحتية [13]، علي الرغم من نجاح هذا النهج في العقود الماضية إلا أنه -وبسبب ارتفاع وتيرة الفيضانات- بدأت التساؤلات عن مدي جودة هذا النظام في استيعاب الكوارث المائية في المستقبل، مع الوضع في الاعتبار حالة عدم اليقين من تغير المناخ وقدرة الأنظمة الحالية علي مقاومة تلك التغييرات [14]. نتيجة لذلك ظهر نهج آخر أكثر تكاملاً للتعامل مع كوارث المياه وهو نهج مقاومة الفيضانات "Flood Resilience" حيث يجمع هذا النهج بين استراتيجيات المقاومة واستراتيجيات التكيف لتحسين إدارة مخاطر كوارث المياه. وذلك من خلال دمج مكونات البنية التحتية الخضراء كجزء من استراتيجية مكافحة كوارث المياه. عرف Benedict and McMahon البنية التحتية الخضراء على أنها شبكة من المناطق الطبيعية والمساحات الحضرية المفتوحة مثل الحدائق والأراضي المزروعة [15] حيث تعمل هذه الشبكة على الحفاظ على عمل النظم البيئية الطبيعية وتقديم خدمات متنوعة للعوام وافساح المجال للمياه للتخفيف من أثار كوارث المياه [16]. هذا فضلا عن الإدارة الذكية لمياه كوارث المياه على المدي البعيد وإعادة استخدامها ضمن دورة المياه في المناطق الحضرية [17].

6. الفراغات الحضرية

تتكون المدن من عنصرين هما العناصر الفيزيائية وتتمثل في المباني، والفراغات التي التي تنشأ بينها. هذه الفراغات ليست مجرد عناصر عمرانية فارغة وإنما تعتبر مسرحاً للأنشطة الإنسانية وحاضنة للأنشطة الاجتماعية. وتتبع هذه الفراغات التشكيل العمراني للمدينة، فهي من أكثر العناصر التي تظهر فيها العلاقة بين الإنسان والمدينة. ويري Woolley أن الفراغات الحضرية المفتوحة هي مساحة تسمح بأنواع مختلفة من الأنشطة سواء الضرورية أو الاختيارية أو الاجتماعية. وتشمل تلك الفراغات المتنزهات والمساحات الخضراء الطبيعية والحدائق والملاعب الرياضية، والشوارع، والساحات، والميادين [18]. بينما يري Ashihar أن الفراغ الحضري هو نتاج ثلاثي الأبعاد بين الأشياء أو المجسمات والأشخاص والأنشطة. وهو له صفة التطور بمرور الزمن [19]. ويري Lynch أن الفراغات الحضرية ليست مجرد مساحة لمساعدة الإنسان على التنقل من مكان لآخر؛ وإنما يتمثل دورها الأساسي في الأنشطة الإنسانية الموجودة بها والتي تمثل متنفسا لسكان الحضر، حيث تمثل نقاط التقاء وتفاعل بين الأشخاص بداخلها لممارسة الأنشطة بمختلف أنواعها. إذا فالفراغات الحضرية تمثل روح المدينة، والمحرك الرئيسي لها هو الأنشطة الإنسانية التي تستوعبها وتدعمها وتضمن المساواة بين فئات المجتمع [20].

6-1 تصنيف الفراغات الحضرية

تصنف الفراغات الحضرية من حيث الشكل والاستخدام وطريقة الحركة داخل الفراغ، وكل هذه التصنيفات تجعل من الفراغات الحضرية مساحة مناسبة لممارسة جميع أنواع الأنشطة على اختلاف طبيعتها (جدول4).

جدول4: تصنيف الفراغات الحضرية
المصدر: [21]، [18]، [22] بتصرف

من حيث الشكل	**فراغات سلبية**	فراغات ليس لها شكل محدد ومن الصحب تحديد حوافها وأبعادها مثل المحميات أو المروج [21].
	فراغات إيجابية	هي فراغات خارجية محددة محاطة بالمباني ويمكن قياسها وتحديد أبعادها مثل الساحات والمتنزهات العامة [21].
من حيث الاستخدام	**فراغ عام**	يشمل جميع المساحات الخارجية بين المباني مثل الساحات والشوارع والمتنزهات ومواقف السيارات والأنهار والبحيرات ويستخدم من قبل فئات غير محددة من الناس ولأغراض متعددة [18].
	فراغ شبه عام	الفراغات التي لها استخدام معين ومفتوحة لوقت محدد مثل الملاعب ومرافق النقل العام مثل المحطات [18].
	فراغ شبه خاص	فراغات صغيرة ومحكومة يستخدمها عدد معين من الناس مثل حديقة أو ملعب مجمع سكني [18].
	فراغ خاص	فراغ يستخدمه فئة خاصة وغير متاح للعوام مثل حديقة المنزل [18].
من حيث طريقة الحركة	**فراغات مستقرة**	فراغات تشجع المستخدم على الوقوف وتعطي شعور بالانتماء المكاني مثل الساحات والميادين وتكون فراغات شبه مغلقة وعادة تأخذ أشكال هندسية كالمربع والدائرة أو أشكال قريبة منها [22].
	فراغات حركية	فراغات تحفز المستخدم على الحركة ولها اتجاه لذا غالبا ما تأخذ نمطا شريطيا ممتدا فهي تستخدم في الفراغات التي وظائفها الأساسية الحركة كالطرقات والممرات [22].

جدول5: العناصر المكونة للفراغات الحضرية
المصدر: [23] و [24] بتصرف

المكونات المادية	**الحوائط**	وهي المحددات الرأسية للفراغ التي حدد شكل الفراغ وحجمه وتتنوع بين الحوائط المصمتة والأسوار الخفيفة والحواجز النباتية [23].
	الأرضيات	وهي تمثل قاعده الفراغ التي تتم عليها الأنشطة المختلفة وتشترك مع الحوائط في تشكيل الفراغ، وقد تكون من مواد صلبة أو عناصر نباتية كالنجيل [23].
	السقف	في الفراغات الحضرية عادة ما يكون السقف هو السماء، إلا إنه في بعض الأحيان قد يكون جزء من الفراغ مغطي بشكل كلي أو جزئي لتوفير الظلال الضرورية لبعض الأنشطة [23].
	الأثاث	وهو كل ما يتم اضافته داخل الفراغ ومنها عناصر طبيعية كالأشجار والنباتات والصخور والمياه، ومنها عناصر صناعية كالنافورات والمقاعد واللافتات والتغطيات، والأسوار، والسلالم، والمنحدرات [23].

الأنشطة الإنسانية	**الأنشطة الضرورية**	أنشطة لا غنى عنها وتحدث في الفراغ سواء كان مهيأ لذلك أم لا، لأن هدفها الأساسي تحقيق وظيفة وليس الاستمتاع مثل المشي والانتقال من مكان لأخر، وهي تحدث على مدار العام ولا تتأثر بالظروف الجوية أو المحيطة لحتمية القيام بها [24].
	الأنشطة الاختيارية	أنشطة يمكن للأشخاص القيام بها وممارستها إذا كانت الظروف المحيطة ملائمة، مثل التنزه والاستمتاع بالمناظر الطبيعية، الجلوس والاستمتاع بأشعة الشمس وممارسة الرياضة والأنشطة الترفيهية. هذه الأنشطة تتأثر بالمكونات المادية للمتنزهات [24].
	الأنشطة الاجتماعية	تحدث نتيجة للتفاعلات البشرية بين الناس عند وجودهم في نفس المكان لفترة من الزمن. أي أنها مرتبطة بوجود الأنشطة الاختيارية التي تجذب الناس إلى المتنزه في المقام الأول. وتتنوع الأنشطة الاجتماعية بين الأنشطة المتبادلة بين مستخدمي المتنزهات مثل الالتقاء بالآخرين وممارسة الرياضات الجماعية والمعارض واللقاءات الثقافية [24].

من تحليل أنواع الفراغات نجد أن الفراغات الحضرية لها أنواع ودرجات كثيرة تجعلها مناسبة لكافة الأنشطة الإنسانية، فهناك فراغات مستقرة بهدف جعل المستخدمين يمكثون في الفراغ وتشجعهم على القيام بأنشطتهم بها، أو فراغات حركية لجعلهم يتحركون في اتجاهات معينة. وكذا في طريقة استخدام الفراغ؛ فالفراغات الخاصة على سبيل المثال يمكنها استيعاب أنشطة لها درجة خصوصية أعلي من الفراغات شبه العامة. هذا التنوع في اشكال ودرجة خصوصية الفراغات يتيح للمصممين تصميم فراغات متنوعة وتناسب مختلف الأنشطة.

2-6 العناصر المكونة للفراغات الحضرية

تنقسم العناصر المكونة للفراغ الحضري إلي مكونات مادية وأنشطة إنسانية، المكونات تمثل الحدود المكانية التي تميز الفراغ ويتم تحقيقها باستخدام عناصر تنسيق الموقع. والأنشطة الإنسانية التي يمارسها مستخدمو الفراغ (جدول5).

من تحليل الجدول السابق وجد أن مكونات الفراغ قد انقسمت بين العناصر المادية والأنشطة الإنسانية، وهو ما يتوافق مع أهمية الفراغات الحضرية التي تم مناقشتها على أنها قاعدة للأنشطة الإنسانية، والعناصر المادية المكونة للفراغ ما هي إلا وسيلة لجعل قيام هذه الأنشطة ممكناً. كما أن توفر نشاط ما لا يعني بالضرورة عدم توفر الأنشطة الأخرى وإنما تعددت الأنشطة لتناسب اهتمامات جميع المستخدمين.

7. الفراغات الحضرية والكوارث الطبيعية

الفراغات الحضرية هي وسيلة لجعل المدن مستدامة من جوانبها الثلاثة؛ الاقتصادية والبيئية والاجتماعية. ومع ذلك ينبغي أن تشمل التنمية المستدامة لها تعزيز القدرة على الصمود في مواجهة الكوارث. وبناءً عليه ينبغي التأكيد على الحاجة إلى تخطيط وتصميم الفراغات الحضرية بشكل مرن لتكون قادرة على الصمود في وجه الكوارث وذلك لتوفير دعم الحياة الأساسي، وأعتبارها مكان أساسي للإنقاذ وإمكانية إعادة الاستخدام بعد زوال الكارثة [25].

1-7 المرونة

عادة ما كانت الطريقة المتبعة للتغلب على كوارث المياه هي استراتيجيات قائمة على المقاومة [26] في محاولة للسيطرة على تلك الكوارث من خلال البنية التحتية والسيطرة على سلوك الناس من خلال القوانين واللوائح [27]. من الملاحظ هنا أن السيطرة على الكوارث له شقين؛ التعامل مع الماديات والتعامل مع السلوك البشري، فالسيطرة على كوارث المياه من خلال البني التحتية ذات الكفاءة العالية لا يعني بالضرورة القدرة على تجاوز تلك الكوارث دون وجود وعي بشري بها وبطريقة التعامل معها. الهدف من تلك الإجراءات كان تقليل الخسائر وتقليل احتمالية حدوث تأثيرات سلبية على المجتمع. لذا فبالإضافة إلى الطرق المتبعة حالياً في مقاومة كوارث المياه هناك نهج آخر يجب اتباعه وهو النهج التكيفي حيث يسعي هذا النهج إلى استيعاب الكوارث بدلاً من مقاومتها. هذا الأسلوب تم اتباعه في عدة دول منها كندا حيث أقر برنامج "الحد من أضرار الفيضانات" في كندا ضرورة عدم الاعتماد على الوسائل الدفاعية في مواجهة الكوارث المائية والتوجه نحو أساليب أكثر تكيفاً معها [28]. فيما بعد قام الإتحاد الأوروبي أيضاً بتبني ذات المنظور في التعامل مع كوارث المياه الذي أشار فيه إلى وجوب الاعتماد على أساليب أكثر تكيفاً مع الكوارث المائية بجانب الوسائل الدفاعية المتبعة [29].

بدأ ظهور فكر المرونة في التصميم الحضري والتخطيط نتيجة للتغيرات التي أثرت على تلك الفراغات ومنها الكوارث المناخية، وكما عرفهاFolke فإن المرونة هي قدرة النظام على استيعاب الاضطرابات والقدرة على المقاومة أثناء الكارثة للمحافظة على وظيفته وبنيته وهويته [30]. كما عرفها Bukle على انها قدرة النظام على الصمود والتعافي من الأضرار والاضطرابات المحتملة، بالإضافة إلى الحفاظ على العمليات الدورية [31]. يلاحظ أن تعريف المرونة يشمل إجراءات مختلفة تتماشي مع كل مرحلة من مراحل الكارثة، فقدرة النظام على استيعاب الاضطرابات تحدث في مرحلة ما قبل الكارثة أو مرحلة الإعداد للكارثة؛ والقدرة على المقاومة أثناء الكارثة تكون في مرحلة الكارثة؛ والتعافي من الأضرار والاضطرابات المحتملة تمثل مرحلة ما بعد الكارثة.

2-7 المرونة الحضرية

وصف Holling المرونة الحضرية، بقدرة المدينة على استيعاب الاضطرابات مع الحفاظ على وظائفها وبناها التحتية والفوقية [32]. كما عرفها Wardekker على انها نظام يمكنه تحمل الاضطرابات من خلال التدابير التي تحد من آثارها، وذلك عن طريق تقليل أو مواجهة الضرر، والسماح للنظام بالاستجابة والتعافي والتكيف بسرعة مع هذه الاضطرابات [33]. بينما عرفها كل من Desouza and Flanery على انها القدرة على استيعاب التغيرات في النظم الحضرية والتكيف معها والاستجابة لها [34]. وقد عرفتها Romero على أنها هي قدرة النظام الحضري على التعامل مع التأثيرات [35]. تتشارك التعريفات السابقة في ضرورة وجود نظام لديه القدرة على الاستيعاب والتكيف والارتداد تجاه الكوارث البيئية والاجتماعية التي غالبا ما يكون لها تأثير سلبي على الفراغات الحضرية. ومنها يمكن استنتاج أن المرونة الحضرية لها أربعة محاور رئيسية هي الاعداد، الاستيعاب، التعافي والتكيف (جدول6).

عرف Benedict and McMahon البنية التحتية الخضراء على أنها شبكة من المناطق الطبيعية والمساحات الحضرية المفتوحة مثل الحدائق والأراضي المزروعة حيث تعمل هذه الشبكة على الحفاظ على عمل النظم البيئية الطبيعية وتقديم خدمات متنوعة للعوام [15]. هذه البنية التحتية الخضراء لا تقلل من الآثار السلبية للفيضانات فحسب، بل تعمل على خفض الحاجة للتبريد في المناطق الحضرية والتحسن في مقاومة العواصف وتقليل الجريان السطحي للمياه، بل وحتى توفير مصدر محلي للغذاء في بعض الأحيان [39]. لقد تم الاعتراف بمفهوم البنية التحتية الخضراء كأحد الاستراتيجيات الرئيسية لتحقيق التنمية المستدامة وتم وضعه كنهج أكثر استدامة لإدارة الكوارث المائية مقارنة بأساليب البنية التحتية التقليدية [40]، حيث ثبت أنها تقلل من الآثار السلبية للكوارث الطبيعية ولها نتائج إيجابية على الصحة والاقتصاد والرفاهية الاجتماعية لسكان المناطق الحضرية

[41]. وللبنية التحتية الخضراء أربعة مبادئ تضمن فعاليتها في مواجهة الكوارث وهي التكامل والاتصال وتعدد الوظائف والمشاركة (جدول7).

جدول6: المحاور الرئيسية للمرونة
المصدر: [33]، [36]، [37]، [38] بتصرف

الإعداد	توقع وتقييم الاضطرابات التي قد تقع على المدي البعيد ووضعها في الاعتبار اثناء التصميم مما يساهم في التعامل مع تلك الاضطرابات [33].
الاستيعاب	قدرة النظام على تخزين واستيعاب قدر كبير من الضغط نتيجة الاضطرابات الحادثة دون التأثير على أدائه [36].
التعافي	قدرة الفراغ على العودة إلى وظائفه الأساسية في فترة زمنية قصيرة بعد الاضطراب [37] حيث تعتمد القدرة على التعافي بشكل كبير على مرحلتي الاعداد والاستيعاب.
التكيف	هو إمكانية تحويل استخدام الفراغ ليستوعب الاضطراب الحادث مع قدرته على استعادة وظيفته الاصلية في المستقبل. ويمكن تحقيق ذلك عن طريق وضع عدة سيناريوهات للوضع بعد الكارثة المتوقع حدوثها [38].

جدول7: مبادئ البنية التحتية الخضراء
المصدر: [42] بتصرف

التكامل	يعزز مبدأ التكامل تنسيق المساحات الخضراء مع البني التحتية الأخرى مثل النقل والمرافق لضمان توافق متناغم بين النظم الحضرية.
الاتصال	يشير إلى إنشاء شبكة موحدة من المساحات الخضراء المفتوحة. وسهولة الاتصال والوصول بينها وبين الفراغات الحضرية المحيطة.
تعدد الوظائف	يعني بتوفير فوائد متعددة من خلال الجمع بين وظائف اجتماعية واقتصادية بجانب الوظائف البيئية لتلك البني التحتية.
المشاركة	تشير إلى عملية تخطيط مفتوحة وشاملة تسمح بالتعاون مع مجموعة متنوعة من أصحاب المصلحة من المجتمع المحلي.

جدول8: استراتيجيات إدارة مياه الكوارث في الفراغات الحضرية
المصدر: [45] بتصرف

الجمع	جمع المياه في نقاط محدده مثل البرك والأحواض والأسطح الخضراء بدلا من غمرها لفراغات المدينة. ويمكن تاليا معالجتها لملء الخزانات الأرضية او لاستخدامها في الشرب أو الري.
التخزين	تخزين المياه فوق الأرض في البحيرات او البرك حيث يمكن تنقيتها باستخدام النباتات لتستخدم فيما بعد لري النباتات، أو تحت الأرض في خزانات أو ترشيحها لدعم المياه الجوفية.
التسريب	يهدف هذا الإجراء إلى تقليل الجريان السطحي للمياه عن طريق استخدام مواد نفاذه للمياه تساعد على تنقيتها وتسربها لجوف الأرض لإعادة شحن المياه الجوفية. المواد التي يمكن للمياه أن تنفذ من خلالها عديدة مثل الصخور والحصي والنباتات.
النقل	نقل المياه الزائدة عبر قنوات إلى الأنهار أو البحيرات الكبيرة المجاورة لموقع الكارثة
الرفع	رفع منسوب المباني التي سيتم انشاؤها في مكان معرض للأمطار بكثرة فوق منسوب المياه المتوقع، ويمكن استخدام فرق المنسوب هذا في زراعته بأنواع معينة من النباتات التي تنقي المياه الزائدة قبل تجميعها في المستوي الأقل.
التجنب	تجنب وصول المياه الزائدة إلى الفراغات الحضرية عن طريق الإنشاءات مثل السدود الكاملة لحجز المياه أو الجزئية لتغيير اتجاه المياه مثل تلك الموجودة في متنزه جسر بروكلين.

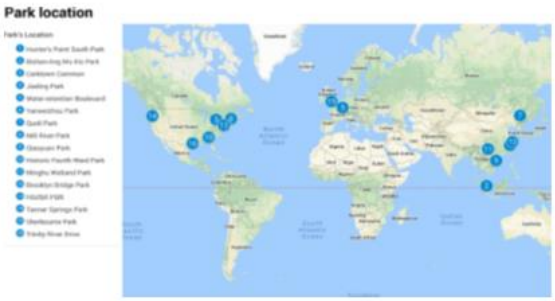
جدول9: الأنشطة الانسانية في الفراغات الحضرية
المصدر: [45] بتصرف

الأنشطة الاجتماعية	توفر الحدائق عدة أنشطة مثل ركوب الدراجات وصيد الأسماك والجولف والتزلج وذلك من خلال إنشاء مرافق رياضية وترفيهية لتحقيق التماسك الاجتماعي. مثل متنزه Corktown Common Park الذي صمم لمواجهة كوارث المياه حيث تم تصميم البرك والمستنقعات والمناطق الخضراء الكبيرة التي سيتم استغلالها في مواجهة الكوارث، ولكنها في نفس الوقت تدعم بعض الأنشطة مثل التزلج والصيد والتنزه.
الأنشطة الاقتصادية	يمكن للفراغات العامة التي يتوفر بها أنشطة جاذبة للمستخدمين من المدينة أن تحقق فوائد اقتصادية تساهم في دعمها ماديا ورفع كفاءتها في مواجهة كوارث المياه. وأيضا في استغلال مياه الكوارث لدعم الحياة الحضرية وتقليل استهلاك المياه الصالحة للشرب.
الأنشطة الثقافية	تحافظ الفراغات الحضرية على القيمة الثقافية للمجتمع من خلال التعبير عنها في التصميم وملائمتها للمجتمع والبيئة المحيطة وأيضا ملائمة الأنشطة بها لطبيعة السكان في المدينة. ومن الأمثلة على ذلك جسر Bench Dragon Bridge في متنزه Yanweizhou Park بالصين الذي يمثل الهوية المحلية والثقافية لزوار الحديقة من الصينيين سواء في شكل الجسر المستوحى من التنين الأسطوري لديهم او من مادة بناء الجسر ولونه المستوحى من المباني الصينية القديمة.
الأنشطة التعليمية	توفر الفراغات الحضرية المرنة في مواجهة كوارث المياه فرصا تعليمية لزيادة الوعي البيئي المتعلق بطرق التعامل مع المياه الفائضة وكذا الاستفادة منها وعدم إهدارها.

3-7 المرونة الحضرية في مواجهة كوارث المياه

ينظر بعض المصممين للمناطق الحضرية على أنها أنظمة يمكنها دعم المرونة في المدن وتقليل الحمل علي البني التحتية مثل شبكات الصرف. كما أن البني التحتية الخضراء يمكنها تقليل جريان الماء وتخزين الفائض منها بدلا من هدرها في الشوارع [43]، وتعد المتنزهات المقاومة للفيضانات مثال علي ذلك حيث تعمل كفراغات للترفيه في الظروف الطبيعية، ولكن قدرتها على استيعاب كوارث المياه تجعلها قادرة على الحد من آثار تلك الكوارث، بل ويمكنها دعم الحياة. وقد اتبعت عدة دول هذا النهج مثل روتردام في هولندا وريو دي جانيرو في البرازيل حيث تتحول المتنزهات والساحات في أوقات الفيضانات إلى برك مياه مؤقته يتم تخزين المياه بها من أجل التخفيف من آثار الكارثة من جهة وضمان استخدام المياه لدعم الحياة الحضرية في المدن من جهة أخري [44].

في دراسة قامت بها Le وآخرون (2019) بهدف تقييم الفراغات الحضرية في قدرتها في التعامل مع كوارث المياه [45]. قاموا باختيار مشاريع عمرانية في 16 مدينة ساحلية موزعة حول العالم والتي تتعرض بانتظام للفيضانات والأمطار الغزيرة وفيضانات المد والجزر والعواصف (شكل2). حيث جمع الإطار التحليلي بين شقين أحدهما يتعلق بإدارة المياه بينما الآخر يتعلق بتصميم الفراغات الحضرية. وهو نفس المنهج الذي تم اتباعه في هذا البحث. فيما يتعلق بالإطار الأول الخاص بإدارة المياه؛ فقد ناقشت ستة استراتيجيات لإدارة كوارث المياه في الفراغات والمتنزهات العامة وهي الجمع والتخزين والتسريب، والنقل، والرفع، والتجنب (جدول8).



شكل2: أماكن الفراغات الحضرية التي تم إجراء الدراسة عليها
المصدر: [45]

ثم قامت LE بتقييم الحالات الدراسية بناءا على معايير إدارة المياه ومعايير الأنشطة كما يتضح في (جدول10) حيث يرمز الرمز (x) لتحقق استراتيجية إدارة المياه بينما يرمز الرمز (+) لنوع النشاط الإنساني المتحقق في الفراغ.

جدول10: تقييم الحالات الدراسة الستة عشر للفراغات المقاومة لكوارث المياه المصدر: [45]

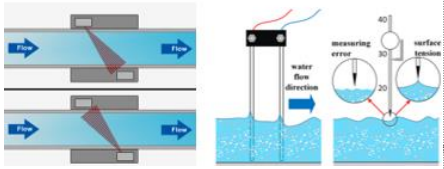
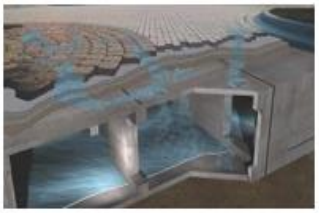
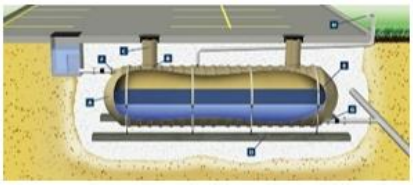
	Infrastructural strategies						Activities			
Name of park	Harvest	Store	Infiltrate	Convey	Tolerate	Avoid	Social	Economic	Cultural	Educational
Hunter's Point South Parks	x	x	x		x		+	+	+	+
Bishan-Ang Mo Kio Park	x	x	x	x			+	+		+
Corktown Common Park	x		x		x	x	+		+	+
Jiading Central Park	x	x	x		x		+	+	+	
Water-retention Boulevard		x		x			+			
Yanweizhou Park		x	x		x		+		+	
Qunli National Urban Wetland		x	x	x	x		+			+
Mill River Park		x	x				+		+	+
Tianjin Qiaoyuan Park		x	x				+			+
Historic Fourth Ward Park	x	x	x	x			+	+	+	+
Minghu Wetland Park	x	x	x	x			+	+	+	
Brooklyn Bridge Park	x	x	x	x	x	x	+	+	+	+
Houtan Park	x	x	x				+	+	+	+
Tanner Springs Park	x	x		x			+			
Sherbourne Common Park	x	x	x	x			+			+
Trinity River Park	x	x	x	x		x	+	+		

بتحليل الجدول السابق لوحظ أن استراتيجيات البنية التحتية الأكثر استخداما هي التخزين والتسريب، فيما تظهر الأنشطة الاجتماعية في كل الفراغات. وربما كان السبب في ذلك هو اتباع استراتيجيات دمج مياه الفيضانات في التصميم مما ساهم في تكوين برك مائية تعمل علي جمع الناس حولها ودعم الحياة البرية وتساهم في إضافة عدة أنشطة للمتنزه مثل السباحة والصيد او حتي الجلوس علي ضفافها مما يدعم الأنشطة الاجتماعية، ويؤيد هذا الرأي ملاحظة أخري هي أن استراتيجية التجنب هي الأقل تمثيلا في الحالات الدراسية كلها مما يعد إشارة إلي أن نهج إبعاد الناس عن كوارث المياه لم يعد سائداً كما كان، بل أصبحت الحلول أكثر مرونة وأصبح النهج المتبع هو التعايش مع كوارث المياه بدلاً من تجنبها. مما سبق يمكن استنتاج أن الأمثلة التي قام فريق البحث بتحليلها هي أمثلة لفراغات عمرانية مرنة توفر بها مجموعة من الوظائف البيئية والاجتماعية والثقافية والتعليمية والاقتصادية مع دمج استراتيجيات البنية التحتية للتكيف مع كوارث المياه. فهي جمعت بين الشق المادي والشق الإنساني للفراغات العامة، كما وضعت إطار لطرق مختلفة للتعامل مع كوارث المياه لتناسب الحالات المختلفة للكوارث والتي تتفاوت من منطقة لأخري تبعا لعدة عوامل منها حجم الكوارث التي يتعرض لها الفراغ وحاجة المدينة للمياه والقدرة التكنولوجية المتاحة.

4-7 دور التكنولوجيا في مقاومة كوارث المياه

تعتبر التكنولوجيا سمة من سمات التطور البشري والتي تظهر اسهاماتها في جميع نواحي الحياة ومنها بالطبع الفراغات الحضرية. كما أن الوسائل التكنولوجية المختلفة لها دور في السيطرة على كوارث المياه في الفراغات الحضرية بشكل عام من خلال عدة نماذج تطبيقية للتعامل مع المياه (جدول11).

جدول11: التطبيقات التكنولوجية الحديثة في السيطرة علي كوارث المياه
المصدر: الباحث

أنظمة إدارة المياه الذكية	تعتمد هذه التقنية على استخدام أجهزة الاستشعار والشبكات اللاسلكية وتحليل البيانات لرصد وإدارة تدفق المياه. حيث يتم تثبيت أجهزة الاستشعار في المناطق الحساسة للفيضانات مثل الأنهار وشبكات الصرف، وتقوم برصد مستوى المياه وتحليل البيانات المتعلقة بالتوقعات الجوية ونمط التصريف. يمكن لهذه الأنظمة تحذير السلطات المعنية والسكان المحليين بالكوارث المائية المحتملة واتخاذ التدابير اللازمة مما يساعد في إجراءات ما قبل الكارثة (شكل3).	 شكال مختلفة لأجهزة استشعار منسوب المياه المصدر: ps://www.mdpi.com/1424-8220/23/4/1842
الأنظمة الهيدروليكية الذكية	تعمل هذه التقنية على تصميم أنظمة تصريف المياه الذكية التي تتكيف مع تغيرات مستوى المياه وتدفقها. تستخدم الأنظمة الهيدروليكية الذكية صمامات ومضخات قابلة للتحكم بواسطة أجهزة استشعار لقياس مستوى المياه وضغطها. عندما يرتفع مستوى المياه بشكل غير طبيعي، يتم تنشيط الصمامات والمضخات لتوجيه المياه بعيدًا عن المناطق المعرضة للفيضانات وتوجيهها إلى الأماكن المناسبة للتخلص منها (شكل4).	 شكل 4: إحدى أشكال صمامات حجز المياه في مدينة Cleveland North Yorkshireبالمملكة المتحدة المصدر: https://shorturl.at/gmOX6
الحواجز الذكية	تستخدم الحواجز الذكية في تصميم الساحات العامة لمنع تدفق المياه والفيضانات إلى المناطق المحيطة. تعتمد هذه الحواجز على تقنيات مثل الأبواب القابلة للتحكم والحواجز القابلة للنفخ والحواجز المتحركة. يتم تنشيط هذه الحواجز تلقائيًا عندما يتجاوز مستوى المياه حدًا محددًا، وتمنع تدفق المياه إلى المناطق الحساسة (شكل5).	 شكل 5: حجز مياه نهر ال Thames بأبواب قابلة للتحكم المصدر: https://imgur.com/w1u5IBD
مواد معالجة تكنولوجياً للأرضيات	يمكن استخدام مواد معالجة تكنولوجيا لجعل أرضيات الفراغات الحضرية أكثر قابلية لنفاذ المياه. تتكون هذه المواد من طبقات مسامية أو مواد مثقبة تسمح للمياه بالتسرب من خلالها والتجمع في نظام تصريف مخفي تحت الأرض. بالتالي، يتم تقليل تجمع المياه على السطح ويتم توجيهها بعيدًا عن المناطق المعرضة للفيضانات (شكل6).	 شكل 6: تسريب المياه من خلال بلاطات منفذه للمياه المصدر:https://shorturl.at/koIPZ
تقنيات التخزين المؤقت للمياه	تستخدم هذه التقنية أنظمة تخزين مؤقت للمياه في الساحات العامة للتقليل من تأثير الفيضانات. يتم تصميم هذه الأنظمة لاستيعاب كميات كبيرة من المياه المتجمعة خلال الفيضانات وتخزينها مؤقتًا حتى يتم تصريفها ببطء بعد انتهاء الفيضان (شكل7).	 شكل 7: إحدى تقنيات تخزين المياه في خزانات أرضيه المصدر:https://shorturl.at/ioAHK
ساحات متحركة	تعتبر الساحات المتحركة تقنية مبتكرة لمكافحة الفيضانات. تتكون هذه الساحات من أجزاء قابلة للتحريك والتعديل، مثل الألواح المرتفعة أو الأرضيات القابلة للرفع. عندما يتوقع حدوث فيضان، يمكن رفع هذه الأجزاء لتشكيل ساحة مرتفعة تحمي المنطقة المحيطة من المياه الجارية.	

تتعدد الوسائل التكنولوجية التي تساهم في السيطرة على كوارث المياه بطرق عدة تناسب الحالات المختلفة لكل كارثة. ولا شك أن التطور التكنولوجي له دور فعال في التعامل مع الكوارث وقد يصل الامر إلى الحد منها كليا من خلال بعض الإجراءات الاستباقية. مما يجعل لهذه التقنيات دور فعال في مقاومة كوارث المياه.

5-7 الاعتبارات التصميمية للفراغات العامة المقاومة لكوارث المياه

من القراءات والتحليلات السابقة اتضح أن الفراغ لكي يكون مقاوماً لكوارث المياه؛ فيجب أن يتوافر به بعض المعايير منها خصائص الفراغ المرن من

حيث قدرته على (الاعداد والاستيعاب والتعافي والتكيف). بالإضافة إلى توافر خصائص البنية التحتية الخضراء (التكامل، الاتصال، تعدد الوظائف، المشاركة). كما يجب تحديد الاستراتيجيات المتبعة في إدارة المياه (الجمع، التخزين، التسريب، النقل، الرفع، التجنب). وأيضاً الأنشطة التي يتيحها الفراغ للمستخدمين (اجتماعية، ثقافية، اقتصادية، تعليمية)، بالإضافة إلى الوسائل التكنولوجية الحديثة في مقاومة كوارث المياه (جدول12).

جدول 12: الاعتبارات التصميمية لتصميم فراغات عامة مقاومة لكوارث المياه

المصدر: الباحث

الاعتبارات التصميمية لتصميم فراغات عامة مقاومة لكوارث المياه		
اعتبارات المرونة الحضرية	الاعداد	وضع الاضطرابات المائية في الاعتبار عن التصميم لاستيعابها في حال حدوثها
		توقع الاضطرابات المائية من خلال أجهزة استشعار متصلة بصمامات لحجز المياه
		توقع الاضطرابات المائية من خلال أجهزة استشعار متصلة بالجهات المعنية والسكان لتحذيرهم
	الاستيعاب	وجود مساحات طبيعية مفتوحة لاستيعاب كميات المياه المتوقعة
		صمامات قابلة للتحكم يدوياً أو بأجهزة الاستشعار تفتح وتغلق بناء على منسوب المياه.
	التعافي	قدرة الفراغ على العودة إلى وظائفه الأساسية في فترة زمنية قصيرة بعد الكارثة
		إمكانية التصرف في جميع المياه بشكل مناسب دون خسائر
	التكيف	إمكانية استخدام الفراغ بأمان أثناء وقوع الكارثة
		قدرة الفراغ في تغيير أنشطته واستخداماته خلال أوقات الكارثة
		وجود حلول هيدروليكية في الفراغ كحوائط أو أرضيات قابلة للتحريك
اعتبارات البنية التحتية الخضراء	التكامل	تكامل الفراغ مع الفراغات والمباني المحيطة به عمرانيا.
		تكامل طرق التعامل مع مياه الكوارث مع البني التحتية للمدينة.
	الاتصال	إمكانية وسهولة الحركة داخل أجزاء الفراغ أثناء حدوث الكارثة
		سهولة الوصول للفراغ أثناء الكارثة عن طريق المشي
		سهولة الوصول للفراغ أثناء الكارثة عن طريق المركبات
	تعدد الوظائف	تواجد وظائف متعددة للفراغ من خلال الجمع بين وظائف اجتماعية واقتصادية بجانب الوظائف البيئية.
	المشاركة	التعاون مع مجموعة متنوعة من أصحاب المصلحة من المجتمع المحلي.
اعتبارات وسائل إدارة مياه الكوارث المائية	الجمع	جمع المياه على أسطح المباني المحيطة بالفراغ
		جمع المياه في برك أو أحواض معدة مسبقاً
		جمع المياه من خلال الأرضيات المتحركة هيدروليكيا
	التخزين	تخزين المياه فوق الأرض في البحيرات او البرك
		تخزين المياه من خلال حواجز وصمامات هيدروليكية
		تخزين المياه في خزانات تحت أرضية
	التسريب	استخدام أنواع من البلاطات المنفذة للمياه في خزانات تحت أرضيه
		تسريب المياه لجوف الأرض بعد تخزينها
	النقل	نقل المياه من الفراغات المحيطة عن طريق قنوات مائية مكشوفة
		نقل المياه من المباني والفراغات المحيطة عن طريق أنابيب مائية
		نقل المياه إلى أنهار أو بحيرات قريبة
	الرفع	رفع منسوب أجزاء من الفراغات فوق منسوب المياه المتوقع أثناء الكارثة
		وجود أجزاء من الفراغات يمكن رفعها هيدروليكيا أثناء الكارثة فوق مستوي المياه المتوقع
	التجنب	تجنب وصول المياه الزائدة إلى الفراغات عن طريق الإنشاءات كالسدود

		تجنب وصول المياه للفراغات عن طريق حوائط ساندة لتغيير اتجاه المياه
		تجنب وصول المياه للفراغات عن طريق صمامات تغلق عند حدوث الكارثة
اعتبارات الأنشطة البشرية	اجتماعية	أنشطة اجتماعية في غير أوقات الكارثة كالمرافق رياضية والترفيهية
		أنشطة اجتماعية أثناء الكارثة كالصيد والتزلج
	ثقافية	وجود أنشطة ثقافية في الفراغ
		وجود بعد ثقافي للفراغ يحاكي ثقافة وهوية المجتمع المحيط به
	اقتصادية	توفر أنشطة مربحة تحقق فوائد اقتصادية تساهم في دعم الفراغ ماديا
		وجود جدوى اقتصادية من التعامل مع المياه أثناء الكارثة
		اسهام الفراغ في التقليل من استخدام المياه العذبة
	تعليمية	توفر فرصا تعليمية لزيادة الوعي البيئي المتعلق بطرق التعامل مع المياه الفائضة وكذا الاستفادة منها وعدم إهدارها.
التعامل مع المياه بعد الكارثة	التنقية	تنقية المياه بوسائل كيميائية مثل الكلور
		تمريرها من خلال تربة مسامية لتنقية الشوائب
		تمريرها من خلال النباتات لتنقية الشوائب
		تمريرها من خلال مرشحات لتنقية لشوائب
		معالجتها بطرق تكنولوجية حديثة ومتطورة
	الاستخدام	استخدام المياه في الشرب في المدن التي تتعرض للفقر المائي الشديد
		استخدام المياه كمياه رمادية في ري النباتات وصرف المراحيض وخزانات مياه الحرائق
		تصريف المياه بشكل آمن في جوف الأرض أو في القنوات والانهار والبحيرات القريبة

8. تحليل أمثلة عالمية لفراغات عمرانية مرنة

في إطار مكافحة أضرار الكوارث المائية ومحاولة السيطرة عليها من خلال التصميم الحضري؛ كانت من إحدى الحلول المناطق المفتوحة كالساحات والحدائق. حيث أشار بعض الباحثين مثل Burby, French إلى أن الطريقة الأكثر شيوعاً لحماية منطقة معرضة للفيضانات هي الحفاظ عليها كمساحة مفتوحة [47]. فمع محاولات الإنسان المستمرة لتطويع المياه المندفعة بطرق عديدة غالبا ما تثبت عدم جدواها أمام قوة اندفاع المياه؛ فقد يعد ترك المجال للمياه ودمجها في التصميم للاستفادة منها عمرانياً هو أنسب الحلول. وهو المبدأ الذي ناقشه Drake, Kim في بحثهم الذي قدم مفهوم " Urban sponge park" الذي يدمج بين مياه الأمطار والتصميم الحضري ليتم دمج مسطحات المياه الناتجة عن الكوارث المائية داخل النسيج الحضري للمدن [48]. هذا النهج يخفف الضغط عن أنظمة الصرف في المدن ويحافظ على المياه من الإهدار بالإضافة إلى إمكانية الاستفادة منها عمرانيا كحدائق أو متنزهات عامة.

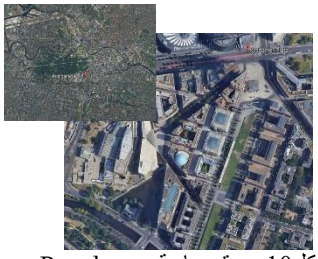
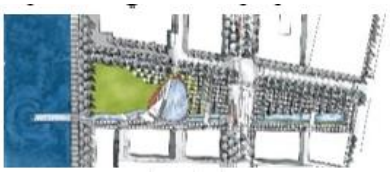
من الدراسات السابقة التي تناولت الفراغات الحضرية المقاومة لكوارث المياه تم اختيار ثلاث حالات دراسية هي ساحة Water square plaza في مدينة روتردام بهولندا [49]، وساحة Potsdamer platz في برلين بألمانيا [50]، ومتنزه Sherbourne common في تورنتو بكندا [51] (جدول13). وجاء اختيار تلك الأمثلة لعدة أسباب منها وجودها في مدن كبري وأيضا لتقاربهم في المساحات والسعة الاستيعابية والأقاليم المناخية بينما تختلف في أساليب التعامل مع المياه طبقا لظروف كل فراغ مما يتيح استعراض طرق مختلفة للتعامل مع كوارث المياه.

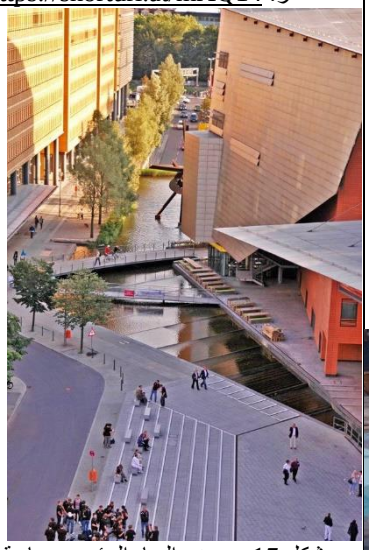
9.استخلاص نموذج قياس للفراغات الحضرية المقاومة لكوارث المياه

تم تقييم النماذج التحليلية الثلاثة بناءا على الاعتبارات التصميمية للفراغات الحضرية المقاومة لكوارث المياه (جدول12). والتي تتكون من خمسة معايير رئيسية هي المرونة والبنية التحتية الخضراء والاستراتيجية المتبعة في إدارة المياه والأنشطة التي يتيحها الفراغ للمستخدمين بالإضافة إلى بروتوكول الاستفادة من المياه المجمعة. وحيث أن تلك المعايير لا تتساوي في الوزن النسبي؛ تم عمل تقييم للحالات الدراسية الثلاث لدراسة مدي تحقق كل معيار ومن ثم يمكن استنتاج الأوزان النسبية لكل معيار فرعي طبقا لنسبة تحققه في النماذج التحليلية. تم استبعاد المعايير التي لم تتحقق، وجمع المعايير التي تحققت والتي بلغت 76 مرة تحقق، ليصبح الوزن النسبي لكل مرة تحقق 1.32%. وبجمع الأوزان النسبية للمعايير الفرعية أمكن الحصول على الوزن النسبي لمعايير التقييم الخمسة الرئيسية. (جدول14).

جدول13: الحالات الدراسية لفراغات حضرية مصممة للتعامل مع كوارث المياه
المصدر: الباحث

	Water square plaza	Potsdamer platz	Sherbourne common park
المدينة	روتردام	برلين	تورنتو
البلد	هولندا	ألمانيا	كندا

المساحة	5.500 م^3	30.000 م^3	15.000 م^3
السعة	1.800 م^3	3.900 م^3	6.000 م^3
إدارة المياه	نقل وتسريب	نقل وتخزين	تخزين ومعالجة تكنولوجية
موقع المشروع	 شكل9: موقع ساحة Water Square المصدر: https://www.google.com/maps بتاريخ ديسمبر 2023	 شكل10: موقع ساحة Potsdamer المصدر: https://www.google.com/maps بتاريخ ديسمبر 2023	 شكل11: موقع متنزه Sherbourne المصدر: https://www.google.com/maps بتاريخ ديسمبر 2023
	ساحة في مدينة روتردام تم تنفيذها بهدف معالجة المياه الزائدة نتيجة هطول الأمطار الغزيرة خاصة مع زيادة معدل هطولها بزيادة قدرت ب25% خلال آخر مئة عام [52]. في السابق كان الفراغ عبارة عن مجموعة من المباني تضم مسارح وصالات ألعاب رياضية ومدارس وكنيسة. وعلي الرغم من مركزية الساحة وسط كل تلك الاستخدامات المتنوعة؛ إلا إنها كانت فراغ مهمل لم يتم استغلاله بالشكل الأمثل الذي يخدم مستخدميه [49] (شكل12). شكل 12: ساحة Benthemplein قبل التطوير المصدر: https://shorturl.at/dgnLM	ساحة Postdamer من أمثلة في البنية التحتية الخضراء لمكافحة كوارث المياه. وهي ساحة تقع في منطقة مركزية بوسط برلين، حيث كانت إحدى الساحات التاريخية التي قسمها جدار برلين وأعيد بناؤها عقب سقوط الجدار. وتقع في نقطة التقاء أكثر خمسة شوارع مزدحمة بالمدينة. ويحيط بها عدة معالم حيث تقع بين قناة Landwehr ومكتبة برلين المركزية والمركز الثقافي ببرلين. وتستوعب عدة أنشطة فنية وترفيهية. وقد تم تصميم الساحة من قبل المعماري Renzo Piano بهدف تجميع المياه وإعادة تدويرها لتصبح صالحة للاستخدام. المصدر الرئيسي للمياه هي مياه الأمطار التي يتم جمعها من المناطق المحيطة بالساحة بما فيها أسطح المباني التسعة عشر المحيطة بها والحوض الرئيسي الذي يقوم أيضا بتجميع مياه الأمطار من الفراغات المحيطة بها. تتكون الساحة من قناة ضيقة في الشمال وعناصر مائية أخري حول الساحة. وصولا إلى حوض المياه الرئيسي مثلث الشكل في الجنوب [50] (شكل16) (شكل17).	متنزه Sherbourne common في مدينة تورنتو في كندا، تم بناؤه على موقع صناعي سابق وتحويله إلى ساحة ومتنزها عاماً يخدم السكان خاصة مع واجهته المميزة على بحيرة اونتاريو. ويستوعب المتنزه طلاب الجامعة والموظفين في الشركات المحيطة بالإضافة إلى سكان المدينة. تم تصميمه ليستوعب نموذجين من الحياة الحضرية؛ توفير مساحة هادئة للهروب من صخب المدينة وفوضي الحياة الحضرية وتوفير مساحة جذابة للتفاعل والتواصل الاجتماعي (شكل19). تتميز الساحة بجاذبيتها طوال فترات العام، ففي الصيف يستمتع الزوار بالستائر المائية ونوافير المياه (شكل20). والتي تتجمد شتاء وتتحول إلى ساحة للتزلج [51](شكل21). شكل 19: تنوع الأنشطة في المتنزه المصدر: https://rb.gy/uxlgz8
وصف الفراغ	في البداية تم الترويج لبناء خزانات تحت الأرض لجمع مياه الأمطار والاستفادة منها لاحقا، إلا أنه وبسبب التكلفة العالية لتلك التقنية تم البحث عن طرق بديلة للاستغلال الأمثل لتلك المياه. وكانت الاستراتيجية المقترحة هي تخزين المياه على سطح الأرض مع إمكانية مساهمة هذا العنصر المائي في زيادة جودة		شكل 20: النوافير التفاعلية في الساحة الوسطي  صيفا والتزلج عليها شتاءا المصدر: https://rb.gy/uxlgz8

	الفراغ الحضري عن طريق توفير مساحة ترفيهية للسكان. تم تصميم الساحة بحيث تتكون من ثلاثة أحواض تمتلئ بالمياه في فترات الأمطار، أكبرها يتحول إلى ملعب لكرة الطائرة أو القدم او السلة يحيط بهم صفوف من المدرجات (شكل13)، بينما الحوض المقابل للكنيسة مزود أيضاً بمقاعد متدرجة يتوسطها ساحة للرقص والعروض أو الجلوس (شكل14). والحوض الثالث يتحول إلى ساحة للعب بالدراجات والباركور وما شابهها من أنشطة (شكل15). شكل 13: الساحة الرئيسية كملعب طوال أوقات السنة وكحوض لتجميع مياه الأمطار المصدر: https://shorturl.at/xyzHV شكل14: ساحة الكنيسة كمكان للعروض والجلوس المصدر: https://shorturl.at/lCHL3 شكل15: الفراغ الثالث كحوض للمتزلجين والدراجين في فترات عدم سقوط الأمطار المصدر: https://shorturl.at/tAGIR	شكل 16: ساحة Potsdamer platz المصدر: https://shorturl.at/mAQ14  شكل 17: حوض المياه الرئيسي بساحة Potsdamer Platz المصدر: https://rb.gy/3a3818 يتم تخزين المياه في خمسة خزانات تحت الأرض بسعة 2600م3 بالإضافة الي السعة التخزينية للحوض والتي تصل إلى 1300 م3 (شكل18). شكل18: نظام تجميع المياه بساحة Potsdamer Platz المصدر: https://rb.gy/3a3818	ويتكون المتنزه من قناة مائية بها ثلاث منحوتات بارتفاع 9متر تتدلي منها المياه المعالجة في شكل ستائر مائية. وتنتهي هذه القناة بالساحة الرئيسية للمتنزه والتي تحتوي علي بركة مائية كبيرة بها مجموعة من النوافير التفاعلية وتاليا يتم توجيه المياه عبر قناة مائية طولها 240م إلى بحيرة اونتاريو [51](شكل21). شكل21: تصميم المتنزه المصدر:https://rb.gy/uxlgz8 الهدف من تصميم المتنزه هو معالجة مياه الأمطار وذلك بسبب تعرض المنطقة لفيضانات غزيرة مما تسبب في حدوث ما يسمي بفيضان المجاري المشترك combined sewer overflow الذي تتسبب في تلوث ميكروبي للمياه الواردة إلى الحديقة بها وتسبب في توجيه كمية هائلة من مياه الصرف الصحي لبحيرة اونتاريو (شكل22). شكل 22: تسرب مياه الصرف لبحيرة اونتاريو المصدر: https://rb.gy/uxlgz8 لذا تم الاعتماد على تكنولوجيا تطهير المياه باستخدام الاشعة فوق البنفسجية UV لمعالجة المياه وجعلها قابلة للاتصال البشري من خلال استخدامها في طرق مختلفة تفاعلية بالمتنزه، هذا البروتوكول ساعد على تقليل الجريان السطحي للمياه وتنقيتها لتصبح صالحة للاستخدام التفاعلي.
التعامل مع المياه	أما عن آلية توصيل المياه لتلك الأحواض فقد تم تصميم قنوات من الحديد المقاوم للصدأ مدمجة في	مياه الامطار التي تم تجميعها من أسطح المباني يتم وضعها فالخزانات ومن ثم يتم تنقيتها من خلال تمريرها على التربة الطبيعية	يتم تجميع مياه الأمطار عن طريق استخدام الأسطح المنفذة للمياه والقنوات التي تجمع المياه من الطرق والمباني المحيطة، حيث يتم توجيهها

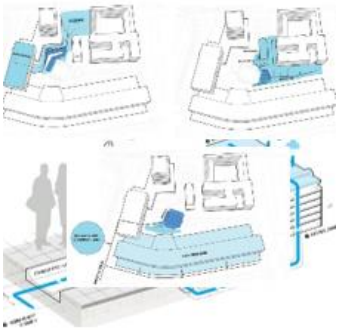
الأرصفة تقوم بنقل مياه الأمطار تجاه الأحواض (شكل23). هذه القنوات تم تصميمها أيضاً كمسارات للمتزلجين في فترات عدم وجود أمطار. كما قام المصممون بتحديد اتجاه سريان المياه لكل حوض من الأحواض الثلاث وطريقة امتلائها في حالات الكوارث المائية (شكل24) مما يجعل الساحة قابلة للاستخدام حتى خلال فترات هطول الامطار، ولكن مع اختلاف الأنشطة

التي يقوم بها المستخدمون. كما يتضح من (شكل25) فإن عملية تجميع الأمطار لا تشمل الساحة فحسب وإنما تتضمن أيضاً أسطح المباني المحيطة والتي يتم ربطها بشبكة القنوات لتجميع المياه

شكل 23: قنوات من الحديد المقاوم للصدأ لتجميع مياه الأمطار
المصدر: https://rb.gy/4km6ip

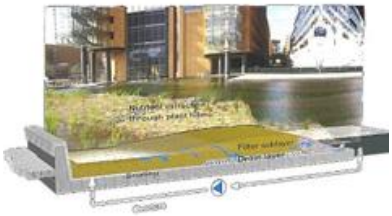
شكل 24: تحديد طريقة ملء كل حوض من الأحواض فالساحة
المصدر: https://rb.gy/4km6ip

شكل 25: مسار انتقال مياه الأمطار من سطح المبني لقنوات تجميع المياه



المصدر: https://rb.gy/3gjk69

أما في مرحلة ما بعد تجميع المياه تتدفق مياه الحوضين الأصغر إلى الأرض حيث تتسرب تدريجياً إلى المياه الجوفية. مما يساعد في الحفاظ على توازن منسوب المياه الجوفية ويساعد على الحفاظ على الأشجار ونباتات المدينة خلال فترات الجفاف. وفيما يتعلق بالحوض الأكبر فيتم ربط المياه بعد ترشيحها بشبكة المياه. للاستفادة من مياه التي تتكون غالبا من الرمل وبنسبة 5% من صخور البركانية التي تعمل على إزالة الفوسفور من المياه. حيث يتم تنقيتها وتصفيتها دون إضافة أي مواد كيميائية أو استهلاك قدر كبير من الطاقة (شكل26)، يتم تنقية 15,000 م3 من المياه مرة كل ثلاثة أيام وهي فترة قصيرة لا تسمح للطحالب المجهرية بالظهور، مما ساهم في جعل مياه الساحة تحتل المركز الثاني في برلين في جودة المياه.



شكل 26: تنقية المياه بساحة Potsdamer Platz
المصدر: https://rb.gy/3a3818

ساهمت في تعزيز التنوع البيولوجي فالمدينة حيث تشكل موطنا ممتازا لنمو أنواع من النباتات وتجذب الحيوانات. كما يتم استخدام المياه المعالجة كمياه رمادية للري وللمراحيض وأنظمة مكافحة الحرائق فيما تتدفق المياه النظيفة للساحة ليستمتع بها الزوار حيث انها تعمل على تلطيف الجو في الصيف من خلال مساهمتها في تخفيض درجة الحرارة بمقدار درجتين في الصيف (شكل27). كما توفر الساحة 23,000م3 من المياه صالحة للشرب سنويا، مما ساهم في انخفاض استخدام المياه العذبة في المدينة.

شكل 27: مساهمة الساحة في تخفيض حرارة الجو
المصدر: https://rb.gy/3a3818

يستوعب هذا النظام ما يقارب من 61% من إجمالي سقوط الامطار حيث يتبخر حوالي 30% من المياه المتجمعة فيما تنتقل الكمية الباقية إلى الخزانات الخمسة. ساهمت هذه العوامل في جعل ساحة Potsdamer تعج دائمًا بالزوار فهي وجهة مفضلة لكل من السكان المحليين والسياح على حد سواء حيث يزورها ما يصل إلى 100000 شخص يوميًا.

لخزانات تمثل مرحلة المعالجة الأولية حيث يتم ترسيب المواد العالقة بالمياه. ثم يتم تمريرها على نظام الترشيح للأشعة فوق البنفسجية الخاص بالمنتزه، والموجود في الطابق السفلي من جناح المنتزه، حيث تتم معالجتها بالأشعة فوق البنفسجية عن طريق مفعالين معالجة بقدرة معالجة 6000م3 من المياه يومياً قبل إعادتها إلى الحديقة (شكل29).

شكل 29: مفاعلات الأشعة فوق البنفسجية
المصدر: https://rb.gy/uxlgz8

ليتم تحويلها إلى قنوات المتنزه عن طريق ثلاث منحوتات بطول 9 أمتار حيث تتدفق منها المياه متخذه شكل الستائر المائية (شكل 30).

شكل 30: الستائر المائية في المتنزه
المصدر: https://rb.gy/uxlgz8

ثم تمر المياه في قناة بها طبقة ترشيح بيولوجية من الصخور النهرية والأعشاب المائية مثل Iris versicolour وEquisetum hyemale وتاليا يتم توجيهها إلى قناة مائية بطول 240م حتى تصل إلى منتصف المتنزه ليستمتع بها الزوار قبل أن تتوجه للبحيرة (شكل31). ساهمت هذه الطريقة في توفير ما يقارب 68م3 من المياه الصالحة للشرب يومياً.

شكل 31: مسار المياه في المتنزه
المصدر: https://rb.gy/uxlgz8

تعد عملية تنقية مياه الأمطار جزء أساسي من الطبيعية الجمالية والتفاعلية للمتنزه مما يساعد على تثقيف الزوار على ضرورة الحفاظ على نظافة البحيرة، وبيان أهمية المياه من خلال

	الأمطار بدلا من اهدارها في شبكات الصرف الصحي كما كان معتادا من قبل حين تجف الأحواض تعود الساحة إلى وظائفها الأساسية وتستعيد أنشطتها دون وجود أي تأثير للأمطار.	وتتعدد الأنشطة بها بين الأنشطة الترفيهية والاجتماعية والفنية (شكل28). شكل 28: الأنشطة بساحة potsdamer المصدر:https://rb.gy/3a3818	تتبعهم لها ولعملية تنقيتها منذ هطول الأمطار وحتى انتهائها في بحيرة اونتاريو.

جدول14: تقييم الحالات الدراسية لفراغات حضرية مصممة للتعامل مع كوارث المياه
المصدر: الباحث

الاعتبارات التصميمية لتصميم فراغات عامة مقاومة لكوارث المياه						
		طريقة تطبيق المعيار	Water Square	Potsdamer	Sherbourne	الوزن النسبي
1- اعتبارات المرونة الحضرية	1-1 الاعداد	1-1-1وضع الاضطرابات المائية في الاعتبار عن التصميم لاستيعابها في حال حدوثها	●	●	●	%3.95
		2-1-1 توقع الاضطرابات المائية من خلال أجهزة استشعار متصلة بصمامات لحجز المياه	X	X	X	0
		3-1-1 توقع الاضطرابات المائية من خلال أجهزة استشعار متصلة بالجهات المعنية والسكان لتحذيرهم	X	X	X	0
	2-1 الاستيعاب	4-2-1 وجود مساحات طبيعية مفتوحة لاستيعاب كميات المياه المتوقعة	●	●	X	%2.63
		5 -2-1 صمامات قابلة للتحكم يدوياً أو بأجهزة الاستشعار تفتح وتغلق بناء على منسوب المياه.	X	X	X	0
	3-1 التعافي	6-3-1 قدرة الفراغ على العودة إلى وظائفه الأساسية في فترة زمنية قصيرة بعد الكارثة	●	●	●	%3.95
		7-3-1 إمكانية التصرف في جميع المياه بشكل مناسب دون خسائر	●	●	●	%3.95
	4-1 التكيف	8-4-1 إمكانية استخدام الفراغ بأمان أثناء وقوع الكارثة	●	●	●	%3.95
		9-4-1 قدرة الفراغ في تغيير أنشطته واستخداماته خلال أوقات الكارثة	●	●	●	%3.95
		10-4-1 وجود حلول هيدروليكية في الفراغ كحوائط أو أرضيات قابلة للتحريك	X	X	X	0
		الوزن النسبي لمعيار المرونة الحضرية	17 نقطة من أصل 30 نسبة المعيار 22.37%			
2- اعتبارات البنية التحتية الخضراء	2- 1 التكامل	2-1- 11 تكامل الفراغ مع الفراغات والمباني المحيطة به عمرانيا.	●	●	X	%2.63
		12-1-2 تكامل طرق التعامل مع مياه الكوارث مع البني التحتية للمدينة.	●	●	●	%3.95
	2-2 الاتصال	13-2-2 إمكانية وسهولة الحركة داخل أجزاء الفراغ أثناء حدوث الكارثة	●	●	●	%3.95
		14-2-2 سهولة الوصول للفراغ أثناء الكارثة عن طريق المشي	●	●	●	%3.95
		15-2-2 سهولة الوصول للفراغ أثناء الكارثة عن طريق المركبات	●	●	X	%2.63
	2-3 تعدد الوظائف	16-3-2 تواجد وظائف متعددة للفراغ من خلال الجمع بين وظائف اجتماعية واقتصادية بجانب الوظائف البيئية.	●	●	●	%3.95
	2-4 المشاركة	17-4-2 التعاون مع مجموعة متنوعة من أصحاب المصلحة من المجتمع المحلي.	●	X	X	%1.32
		الوزن النسبي لاعتبارات البنية التحتية الخضراء	17 نقطة من أصل 30 نسبة المعيار 22.37%			
ارات وسائل إدارة الكوارث المائ	3-1 الجمع	18-1-3 جمع المياه على أسطح المباني المحيطة بالفراغ	●	●	X	%2.63
		19-1-3 جمع المياه في برك أو أحواض معدة مسبقاً	●	●	X	%2.63
		20-1-3 جمع المياه من خلال الأرضيات المتحركة هيدروليكيا	X	X	X	0
		21-1-3 جمع المياه من خلال عناصر تنسيق الموقع	X	X	X	0
	3-2 التخزين	21-2-3 تخزين المياه فوق الأرض في البحيرات او البرك	●	●	X	%2.63
		22-2-3 تخزين المياه من خلال حواجز وصمامات هيدروليكية	X	X	X	0

		3-2-3 تخزين المياه في خزانات تحت أرضية	X	●	●	%2.63
	3-3 التسريب	3-3-25 استخدام أنواع من البلاطات المنفذة للمياه في خزانات تحت أرضيه	X	X	●	%1.32
		3-3-26 تسريب المياه لجوف الأرض بعد تخزينها	●	X	X	%1.32
	3-4 النقل	3-4-27 نقل المياه من الفراغات المحيطة عن طريق قنوات مائية مكشوفة	●	●	●	%3.95
		3-4-28 نقل المياه من المباني والفراغات المحيطة عن طريق أنابيب مائية	●	●	X	%2.63
		3-4-29 نقل المياه إلى أنهار أو بحيرات قريبة	X	●	●	%2.63
	3-5 الرفع	3-5-30 رفع منسوب أجزاء من الفراغات فوق منسوب المياه المتوقع أثناء الكارثة	X	X	X	0
		3-5-31 وجود أجزاء من الفراغات يمكن رفعها هيدروليكيا أثناء الكارثة فوق مستوي المياه المتوقع	X	X	X	0
	3-6 التجنب	3-6-32 تجنب وصول المياه الزائدة إلى الفراغات عن طريق الإنشاءات كالسدود	X	X	X	0
		3-6-33 تجنب وصول المياه للفراغات عن طريق حوائط ساندة لتغيير اتجاه المياه	X	X	X	0
		3-6-34 تجنب وصول المياه للفراغات عن طريق صمامات تغلق عند حدوث الكارثة	X	X	X	0
	الوزن النسبي لاعتبارات وسائل إدارة المياه		17 نقطة من أصل 51 نسبة المعيار 22.37%			
4- اعتبارات الأنشطة البشرية	4-1 اجتماعية	4-1-35 أنشطة اجتماعية في غير أوقات الكارثة كالمرافق رياضية والترفيهية	●	●	●	%3.95
		4-1-36 أنشطة اجتماعية أثناء الكارثة كالصيد والتزلج	●	●	●	%3.95
	4-2 ثقافية	4-2-37 وجود أنشطة ثقافية في الفراغ	●	X	X	%1.32
		4-2-38 وجود بعد ثقافي للفراغ يحاكي ثقافة وهوية المجتمع	X	X	X	0
	4-3 اقتصادية	4-3-39 توفر أنشطة مربحة تحقق فوائد اقتصادية تساهم في دعم الفراغ ماديا	X	X	X	0
		4-3-40 وجود جدوى اقتصادية من التعامل مع المياه أثناء الكارثة	X	●	●	%2.63
		4-3-41 اسهام الفراغ في التقليل من استخدام المياه العذبة	●	●	●	%3.95
	4-4 تعليمية	4-4-42 توفر الفراغ فرصا تعليمية لزيادة الوعي البيئي المتعلق بطرق التعامل مع المياه الفائضة وكذا الاستفادة منها وعدم إهدارها.	X	X	●	%1.32
	الوزن النسبي لمعيار الأنشطة البشرية		13 نقطة من أصل 24 نسبة المعيار 17.10%			
5- طريقة التعامل مع المياه بعد الكارثة	5-1 التنقية	5-1-43 تنقية المياه بوسائل كيميائية مثل الكلور	X	X	X	0
		5-1-44 تمريرها من خلال تربة مسامية لتنقية الشوائب	●	●	X	%2.63
		5-1-45 تمريرها من خلال النباتات لتنقية الشوائب	X	●	X	%1.32
		5-1-46 تمريرها من خلال مرشحات لتنقية لشوائب	●	X	X	%1.32
		5-1-47 معالجتها بطرق تكنولوجية حديثة ومتطورة	X	X	●	%1.32
	5-2 الاستخدام	5-2-48 استخدام المياه في الشرب في المدن التي تتعرض للفقر المائي الشديد	●	X	X	%1.32
		5-2-49 استخدام المياه كمياه رمادية في ري النباتات وصرف المراحيض وخزانات مياه الحرائق	●	●	●	%3.95
		5-2-50 تصريف المياه بشكل آمن في جوف الأرض أو في القنوات والانهار والبحيرات القريبة	●	●	●	%3.95
	الوزن النسبي لمعيار التعامل مع المياه بعد الكارثة		12 نقطة من أصل 24 نسبة المعيار 15.79%			
	الاوزان النسبية مجمعة لكل المعايير		اجمالي نقاط المعايير 76 من أصل 150 الوزن النسبي للنقطة المحققة 1.316% اجمالي الأوزان النسبية لكل المعايير 100%			

* يشير الرقم الأحادي (1،2،...) إلى الاعتبارات الرئيسية الأربعة، بينما يشير الرقم المزدوج (1-1، 2-1،...) إلي الاعتبارات الفرعية حيث يمثل أول رقم الاعتبار الرئيسي والرقم الثاني هو رقم الاعتبار الفرعي، بينما يشير الرقم الثلاثي (1-1-1 ، 2-1-1 ، .....) إلي تطبيقات الاعتبارات الفرعية برقم ثلاثي يمثل أول رقمين الاعتبار الرئيسي والفرعي بينما يشير الرقم الثالث إلي مسلسل تطبيقات الاعتبارات الفرعية

10. النتائج والتوصيات

من تحليل النتائج السابقة وجد أن معايير المرونة الحضرية والبنية التحتية الخضراء ووسائل إدارة المياه لها الوزن النسبي الأكبر بنسبة 22.37% لكل منهم، أما معايير الأنشطة البشرية فحققت 17.10%، بينما معايير التعامل مع المياه المجمعة بعد الكارثة بنسبة 15.79%. وبتحليل المعايير الفرعية لوسائل إدارة المياه وجد أن اعتبارات النقل والجمع والتخزين حققت اعلي الاوزان النسبية، فيما كانت استراتيجيات الرفع والتجنب هي الأقل. وهو ما يتفق مع نتائج Leالتي توصلت إلي ان استراتيجيات التجنب في التعامل مع كوارث المياه هي الأقل استخداما، وعن الأنشطة في الفراغات فكانت الأنشطة الأكثر تواجدا هي الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية، فيما كانت الأنشطة التعليمية والثقافية هي الأقل [45] وهو أيضا ما توصلت اليه Le حيث إن الفراغات المصممة لمواجهة كوارث المياه تكتسب طابعا اجتماعيا يمكن استغلاله لتحقيق بعض المنافع الاقتصادية. وعن معيار طريقة التعامل مع المياه كانت الأوزان النسبية للمعايير الفرعية متقاربة الي حد كبير ويرجع ذلك الي تنوع أساليب التعامل مع المياه بين الفراغات طبقا لأسلوب إدارة المياه واحتياجات الفراغ للمياه. وبشكل عام فإن نتائج التقييم جاءت متوافقة مع النتائج التي توصلت اليها Le وهي أن الفراغات العمرانية المرنة لا يمكنها مواجهة كوارث المياه من خلال طريقة لجمع أو تصريف المياه فقط؛ وإنما هي نتاج دمج الوظائف البيئية والاجتماعية مع استراتيجيات المرونة والبنية التحتية واستخدام وسائل إدارة المياه المناسبة للبيئة المحيطة. هذا الدمج يعظم دور الجانب الإنساني في التعامل مع الكارثة مما يساهم في تحقيق أكبر قدر من الاستفادة منها ماديا ومعنويا عوضا عن مجرد تجنب حدوثها [45].

يمكن استخدام النموذج المقترح للتقييم بالأوزان النسبية في دراسات مستقبلية سيتم فيها تقييم فراغات حضرية تتعرض لكوارث المياه للوقوف على المعايير التي يحتاج الفراغ الي العمل عليها وتطويرها ليصبح قادرا علي مقاومة كوارث المياه.

المراجع

[1] Resilience Alliance, "Resilience Alliance Initiative for Transforming Urban Systems towards Sustainable Future," CSIRO, Arizona State University, Stockholm, 2007.

[2] - Sena and Michael, "Disaster Event Ion and Preparedness," *Ethiopia Public Health Training Initiative (EPHTI),* 2006.

[3] D. A. Economics, "Building Resilience to Natural Disasters in Our States and Territories Australian Business Roundtable for Disaster Resilience and Safer Communities (ABRDRSC)," Deloitte Touche, London, 2017.

[4] Fritz, C.E., "Disaster. In: Merton, R.K. and Nisbet, R.A., Eds., Contemporary Social Problems," *Harcourt, Brace and World,,* no. New York, pp. 651-694.

[5] Perry W.R., "What is a disaster? In H. Rodríguez, Quimby J., & R.R. Dynes (Eds.)," *New York: Springer Science + Business Media LLC,* pp. 1-15, 2007.

[6] Porfiriev, B. N, "Issues in the definition and delineation of disasters and disaster areas. What is a disaster? Perspectives on the question," *New York, NY: Routledge.,* pp. 56-72, 1998.

[7] عبد المجيد، ريم. الكوارث البيئية: المفاهيم والنظريات، المجلة الدولية للدراسات الإنسانية، 2022

[8] Shaluf, Ibrahim Mohamed, "Disaster types," *Disaster Prevention and Management,* pp. 704-717, 2007.

[9] Gad El-Hak, M, "The art and science of large-scale disasters," *Bulletin of the Polish Academy of Sciences,* vol. 1, no. 57, pp. 1-20, 2009.

[10] N. Database. [Online]. Available: https://www.munichre.com/en/reinsurance/business/non-life/natcatservice/index.html. [Accessed 15 March 2024].

[11] Caldera H. , S. Jithamala, Wirasinghe and L. Zanzotto, "an approach to classification of natural disasters by severity," *Resilient Infrastructure,* 2016.

[12] Lettieri. Emanuele & Masella, Cristina & Radaelli, Giovanni, " Disaster management: Findings from a systematic review," *Disaster Prevention and Management,* 2009.

[13] Lennon M., Scott M., and O'Neill E. , "Urban design and adapting to flood risk: the role of green infrastructure," *J. Urban Des,* vol. 19, p. 745–758, 2014.

[14] Morrison A, Westbrook C J. and Noble. B F., "A review of the flood risk management governance and resilience literature," *Flood Risk Manage,* vol. 11, p. 291–304, 2018.

[15] Benedict M.A. and McMahon E.T. , Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities, Washington, DC: Island press, 2012.

[16] Flores C.C. ,Vikolainen V. and Crompvoets J., "Governance assessment of a blue-green infrastructure project in a small size city in Belgium," *The potential of Herentals for a leapfrog to water sensitive cities,* 2021.

[17] Takin M., Cilliers M. , Ghosh S., "Advancing flood resilience: the nexus between flood risk management," *green infrastructure and resilience,* 2023.

[18] Woolley, H, "Freedom of the city: Contemporary issues and policy influences on children and young people's use of public open space in England," *Children's Geographies,* vol. 4, pp. 45-59, 2006.

[19] Ashihar. Yoshinobu,, Exterior Design in Architecture, New York: Van Nostrand Reinhold, 1981.

[20] Lynch. K, A Theory of Good City Form, Cambridge: MIT Press, 1981.

[21] التخطيط والتصميم الحضري. دراسة نظرية تطبيقية حول المشاكل الحضرية, القاهرة: الموسوي، هاشم .دار حامد, 2006

[22] Ching, F, Architecture. Form, Space, and Order, New York: Van Nostrand Reinnhold, 1996.

[23] Mandour, Alaa, "Healthy urban space ratios through Environmental and Human Aspects," *Engineering Research Journal,* 2023.

[24] Ghel, J, Life between buildings, Washington: Island press, 2011.

[25] جودة,ضحي المرونة الحضرية في الفراغات العمرانية, القاهرة: جامعة بنها , 2023.

[26] Zevenbergen C, Gersonius B, "Challenges in urban flood management," *Advances in urban flood management, Taylor and Francis, New York,* 2007.

[27] Holling C. S. , Meffe G. K., "Command and control and the pathology of natural resource management," *Conservation Biology,* vol. 10, no. 2, pp. 328-337, 1996.

[28] (FDRP) Flood Damage Reduction Program, 1975. [Online]. Available: https://www.ec.gc.ca/eauwater/default.asp?lang=En&n=0365F5C2-1 . [Accessed 15 March 2024].

[29] Schelfaut K, Pannemans B, Van der Craats I, Krywkow J, Mysiak J and Cools J, "Bringing flood resilience into practice: the FREEMAN project.," *Environmental Science & Policy,* vol. 14, no. 7, pp. 825-833, 2011.

[30] Folke, Carl. "Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses," *Global Environmental Change,* vol. 16, no. 3, pp. 253-267, 2006.

[31] Buckle, Philip & Mars, G. & Smale, R.S, "New Approaches to Assessing Vulnerability and Resilience," pp. 8-15, 2000.

[32] Holling, C.S , "Resilience and Stability of Ecological System," *Annual Review of Ecological System,* 1973.

[33] Wardekker, A. Wilk, B. Brown, V. Runhaar, H. , "a diagnostic tool for supporting policy making on urban resilience," *Elsiever,* 2020.

[34] Desouza, K. C., & Flanery, T. H. , "Designing, Planning, and Managing Resilient Cities: A Conceptual Framework. Cities, ,," vol. 35, pp. 89-99, 2013.

[35] Romero, P. Gantz, D. Wilhelmi, O. Hayden, M., "Urban Sustainability and Resilience: From Theory to Practice.," 2016.

[36] Caputo S, Caserio M, Coles R, Jankovic L, Gaterell MR,, "Urban resilience: two diverging interpretations," *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability,* pp. 8-22, 2015.

[37] Sharifi A, Yamagata Y, "Principles and criteria for assessing urban energy resilience," *A literature review. Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 2016.

[38] Biggs R, Schlüter M, Biggs D, Bohensky EL, BurnSilver S, Cundill G, et al., "Toward Principles for Enhancing the Resilience of Ecosystem Services," *Annual Review of Environment and Resources,* 2012.

[39] Rouse, D. C., and Bunster-Ossa, I. F., Green Infrastructure: A Landscape Approach, London: Routledge, 2013.

[40] Marsalek, J., and Chocat, B., International report: stormwater management, Water Sci. Technol., 2002.

[41] Parker, J., and Zingoni de Baro, M. E., "Green infrastructure in the urban environment: a systematic quantitative review. Sustainability," 2019.

[42] Ahern. J, Cilliers. S, and Niemelä. J, "The concept of ecosystem services in adaptive urban planning and design: a framework for supporting innovation. Landscape. Urban Plan.," 2014.

[43] Gill, Susannah & Handley, J.F. & Ennos, Roland & Pauleit, Stephan, "Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure. Built Environment.," 2007.

[44] Miguez-Macho, Gonzalo, Fan, Ying, " A simple hydrologic framework for simulating wetlands in climate and earth system models," *Climate Dynamics,* 2011.

[45] Le, To Quyen & Devisch, Oswald & Trịnh, Tú Anh, "Flood-resilient urban parks: Toward a framework Area.," 2019.

[46] Chiesura, Anna, "The Role of Urban Parks for the Sustainable City," *Landscape and Urban Planning,* vol. 68, pp. 129-138, 2004.

[47] Burby, J. French, S, "Coping With Floods: The Land Use Management Paradox," *Journal of the American Planning Association, Routledge,* 1981.

[48] Drake, K., & Kim, Y., "Urban Sponge Park: A Sustainable Approach to Flood Management in Seoul, Korea," *Journal of Sustainable Development,* vol. 4, no. 5, pp. 162-171, 2011.

[49] Bravo. D, ""Water Square" in ethemplein," 2020. [Online]. Available: https://www.publicspace.org/works/-/project/h034-water-square-in-benthemplein. [Accessed 10 March 2024].

[50] Cocchiara, Francesca, "Potsdamer Platz," *Theory and practice of urbanism since 1945,* 2014.

[51] TMIG, "The Municipal Infrastructure Group Ltd," in *the 2012 canadian consulting engineering awards,* Canada, 2012.

[52] Bokern, A., "WHAT Architecture Building of the Week WHERE Rotterdam," in *The Netherlands WHO De Urbanisten,* Netherlands, 2014.

[53] Philip Buckle, "New Approaches to Assessing Vulnerability and Resilience," 2000.

[54] Davies, R, "floodlist," 2023. [Online]. Available: https://floodlist.com/america/brazil-floods-alagoas-pernambuco-july-2023. [Accessed 12 April 2024].

[55] Emanuele Lettieri, Cristina Masella & Giovanni Radaelli, "Disaster management: Findings from a systematic review," *Disaster Prevention and Management,* 2009