المجلة الدولية للتنمية - المجلد الثالث عشر العدد الاول (2024) :75 - 101
International Journal of Development, Vol.13, No. (1) (2024): 75-101
ISSN: 2314-5552 ISSN: 2314-5560 (Online)
www. jaid.journals.ekb.eg e-mail: ijd_fas@yahoo.com

الأساليب المقترحة لإدارة مياة الأمطار بإستخدام مدخل البنية الأساسية الخضراء فى مدينة مرسي مطروح

أحمد نبيل غنيم ، عبير عبدالقوى ، اشرف خضر ، شيماء سمير عبدالقادر
كلية التخطيط الإقليمي والعمراني – جامعة القاهرة - الجيزة – مصر
ahmednapil123456@gmail.com

تاريخ استلام البحث: 12 مايو2024، تاريخ الموافقة على النشر: 20 يونيه 2024

المستخلص

يناقش هذا البحث تطبيقات البنية الاساسية الخضراء ودورها فى التعامل مع القضايا البيئية الملحة التى اصبحت تهدد حياتنا اليومية بشكل كبير مؤخرا نتيجة التغيرات المناخية العالمية التى يواجهها عالمنا فى الوقت الحالى وخصوصا ازمة تساقط الامطار على المدن المصرية التى اصبحت تراود العمران المصرى مؤخرا . وبسبب عدم مراعاة كل هذة المشكلات فى مراحل التخطيط والتصميم مسبقا ، ظهرت العديد من المشكلات الاقتصادية والبيئية والعمرانية ، مثل وقوع خسائر فى الممتلكات الخاصة والعامة للسكان وتدهور الشواطئى فى المناطق الساحلية نتيجة الجريان السطحى للامطار وعدم وجود انظمة صرف للامطار فى هذة المدن فتلجأ الادارة المحلية للمدن فى صرف هذة الكميات الكبيرة من المياة فى البحر وبعضها فى بلاعات الصرف الصحى وبذلك تسببت هذة الحلول الغير مستدامة فى فقد مورد بديل للمياة الغير ملوثة والتى قد لا تحتاج الى معالجات ذو تكلفة كبيرة لاعادة استخدامها مرة اخرى فى اغراض الشواطئ ورى المناطق الخضراء وغيرها من الاستخدامات الخفيفة . سوف يتم عرض خلال البحث دور البنية الاساسية الخضراء فى التعامل مع البيئة بشكل عام وتعاملها مع ادارة الموارد المائية (مياة الامطار) بشكل خاص ودمج الحلول البيئية والعمرانية والاجتماعية معا لحل هذة الازمة وتحويل المشكلة الى مورد جديد للموارد المائية لتخفيف الضغط على الطلب على المياة لبعض الاستعمالات التى لاتحتاج الى مياة ذات جودة عالية.

الكلمات المفتاحية: البنية الاساسية الخضراء - ادارة مياه المياة – مشكلات الامطار مطروح- مصر .

المقدمة

تنتمي مصر إلى منطقة مناخية جافة وشبه قاحلة وتغطي الصحراء حوالي 960.000 كم 2 أو 96٪ من مساحة مصر (شبه جزيرة سيناء والصحراء الشرقية والصحراء الغربية). تعاني هذه الصحاري من نقص حاد في إمدادات المياه ونتيجة لذلك تعيش حياة قاسية. لذلك فان المصدر الرئيسي للمياه في الصحراء هو هطول الأمطار وموارد المياه الجوفية والتى تكون مالحة في الغالب أو غير متوفرة على الإطلاق[1] عندما لا تهطل الأمطار ، يواجه الناس الجفاف والمجاعة. كما أن تلك السنوات الخالية من الأمطار تقلل من أراضي الرعي وتزيد من نفوق الماشية وتزيد من البؤس لسكان المناطق. عندما تكون المياه شحيحة ، ومع ذلك تواجة الاداراة المحلية للمدن المصرية قصورا كبير فى التعامل مع المياة الامطار واعتبارها مشكلة يجب التخلص منها عن طريق صرفها فى شبكات الصرف الصحى او الدفع بها فى المجارى المائية القريبة، وعدم الالتفات الى استخداماها كمورد جديد من موارد المياة فى ظل ازمة نقص المياة فى الوقت الحالى ،لذلك فإن الحاجة إلى مهارات إدارة المياه والاستخدام الفعال مطلوبة. وقد شهدت البلاد خلال هذه الآونة موجة من الطقس السيئ من الرياح والبرق والرعد، وزيادة معدلات تساقط الامطار على المدن المصرية مؤخرا والتي انتجت بحيرات من المياه بارتفاع كبير بالكثير من الشوارع ومنحدرات الكباري، مما تسبب في أزمة كبيرة في الشوارع وحدوث ازدحام مروري لعدم التخلص من المياه .وتعتبر الأمطار الشديدة والسيول نعمة كبيرة متعددة الفوائد افى حال الاستفادة منها ، إلا أن عدم الاستفادة منها حولها لأزمة كبيرة أحيانا ينجم عنها كوارث، لعدم التخلص من المياه في الشوارع، أو استخدام طرق للاستفادة منها بشكل صحيح، رغم تعدد طرق الاستفادة منها. وعلى الرغم من أن مصر تعتبر من البلاد شحيحة الأمطار بشكل عام، إلا أن الأمطار الشديدة دائما ما تكون مصدر تهديد لها، ولم يكن هناك اهتمام بالاستفادة من هذه المياه، ولكن مع التغيرات المناخية التي يشهدها العالم تضاعفت احتمالات سقوط أمطار غزيرة في مثل هذا الوقت من كل عام، وبالتالي من الضرورى تطوير سبل لمواجهتها والاستفادة من هذه المياه المتوفرة في موسم سقوط الأمطار . ويصل حجم الأمطار التي تسقط على مصر سنويا إلى كميات كبيرة، ولكن لا يتم الاستفادة من هذه الكمية سوى 1.3 مليار فقط، وهي الأمطار التي تسقط على مناطق الدلتا فقط.

مازال هناك قصور كبير فى التعامل مع هذا المورد المهمل فالحلول التقليدية أصبحت غير فعالة وغير مجدية ، لذلك وجب البحث عن حلول أكثر فعالية لاستغلال هذا المورد وكانت الحلول الخضراء هى الاكثر استجابة للتعامل مع مشكلة تساقط الامطار واستخدامها كمورد بديل للمياة ، وكأحد مداخل البنية الاساسية المستدامة التى تتعامل مع البيئة بطريقة سليمة للحفاظ عليها من التلوث الناتج عن النشاط البشرى والتغيرات المناخية التى تهدد عالمنا فى الوقت الحالى وباتت اكثر تأثيرا من اى وقت اخر.

يعرض البحث مشكلة مياة الامطار التى تعانى منها مصر مؤخرا لتقديم حلول مستدامة للتعامل مع هذة الازمة وتحويلها الى مورد بديل لمصادر المياة فى ظل مشكلة نقص المياة التى تواجة مصر فى الوقت الحالى ، كما يتم عرض نشأة مدخل البنية الاساسية الخضرا كأحد المداخل التى تساهم فى حل مشكلة تراكم مياة الامطار وعدم الاستفادة منها ، وكيف تناولت المنظمات الدولية مفهومها واهم الفوائد البيئية والاجتماعية والاقتصادية التى تساهم بها ايضا فى المجتمع بشكل عام، ثم يظهر بعد ذلك تطبيقات البينية الاساسية الخضراء فى التعامل مع مياة الامطار وطرق أدارتها والاستفادة منها على كافة المستويات التخطيطية والخروج بمعايير للتعامل مع مياة الامطار لمعرفة مدى صلاحية تطبيق هذة المعايير على الحالات المصرية ، وايضا تم عرض تجارب عالمية ظهرت فيها تدخل البنية الاساسية الخضراء فى وضع حلول اكثر فعالية واستدامة للتعامل مع هذة المشكلة وتحويلها الى موارد . وقد تم تطبيق بعض هذة التطبيقات على مدينة مرسى مطروح كأحد المدن التى تواجه مشكلة تراكم مياة الامطار بشكل مستمر خلال فصل الشتاء من كل عام فى ظل ندرة المياة التى تعانى منها المدينة باعتبارها احد المدن الصحراوية التى وتعتمد علي مياة الامطار والمياة الجوفية بشكل اساسيى لتلبية احتياجاتها اليومية من المياة

منهجية الدراسة

تتبع الدراسة الحالية المنهج الوصفي التحليلي وتشمل:

اولا: الإطار النظري
1- مشكلات الأمطار فى مصر
2- الاضرار التى تم رصدها نتيجة الامطار الشديدة على بعض المدن المصرية
3- تأثير تغير المناخ على المطر
4- نشأة البنية الاساسية الخضراء
5- معايير مدخل البنية الاساسية الخضراء للتعامل مع مياة الامطار
6- تعامل المدن المرنة مع مياة الامطار

ثانيا: التجارب العالمية
1- موقع حدائق أوميد التراثية بجودبور، راجستان
2- مدينة روتردام - هولندا

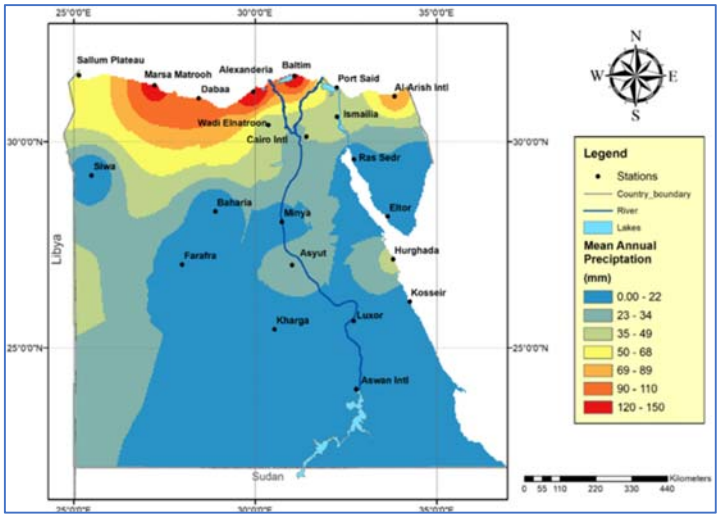
ثالثا: التطبيق على الحالة المصرية :(مدينة مرسى مطروح):
الاستنتاج والتوصيات

النتائج والمناقشة

اولا: الإطار النظري

1- مشكلات الأمطار فى مصر

ترتفع معدلات تساقط الامطار فى الشتاء بشكل متكرر كل اربع او خمس سنوات حيث تصل كميات الامطار الى 2 مليار متر مكعب ويمتد اثرها ليشمل مساحات من الصحراء المصرية ، وتتساقط على الاراضى المصرية الامطار الموسمية كل 10 سنوات حيث تسيل فوق السطح ما يقرب من 5 مليار متر مكعب ويكون تأثيرها ملحوظ ، حيث تحدث اضرار بيئية كبيرة تتسبب فى حدوث العديد من الخسائر المادية وايضا خسائر فى الارواح . وعلى الرغم من أن مصر تعتبر من البلاد شحيحة الأمطار بشكل عام، فإن الامطار كانت دائما مصدر تهديد، وأيضا لم يكن هناك اهتمام بالاستفادة من المياه، لكن مع التغيرات المناخية فى العالم، تضاعفت احتمالات سقوط أمطار غزيرة فى الخريف والشتاء والربيع، فمتوسط هطول الأمطار على الساحل الشمالي أكثر من 100 ملم / سنة. متوسط هطول الأمطار المسجل في الإسكندرية 180 ملم / سنة وعلى الساحل الشمالي الغربي تتراوح بين 120 و 150 ملم / سنة. ينخفض إلى الشرق في بورسعيد إلى 80 ملم / سنة. المطر هو المصدر الرئيسي للمياه في مدن الساحل الشمالى ، يظهر متوسط هطول الأمطار السنوي في الشكل (1) كنمط توزيع ، ويوضح هذا الشكل أن الجزء الشمالي من مصر فقط لديه كمية معتدلة من الأمطار المتاحة يمكن خلالها حصاد الأمطار. باقى انحاء البلاد فقير جدا فى مياه الامطار لذلك مدينة الاسكندرية تعانى من الجريان السطحي فى فصل الشتاء وهي افضل مدينة لحصاد مياه الامطار[2].



شكل (1). التوزيع المكاني لمتوسط هطول الامطار السنوى فى مصر. المصدر [2]

2- الاضرار التى تم رصدها نتيجة الامطار الشديدة على بعض المدن المصرية :

أ- غرق صالات مطار القاهرة :

في 22 أكتوبر من عام 2019، تسببت أمطار غزيرة في القاهرة الكبرى في حدوث فوضى واسعة النطاق في شوارع العاصمة. وظلت عدة مناطق شرق القاهرة غير قابلة للعبور بسبب تراكم مياه الأمطار ، وتعطلت حركة المرور لعدة ساعات كما لو كانت السماء تمطر طوال اليوم بينما كانت في الواقع ساعة واحدة فقط. وكان ضمن هذة الخسائر غرق الأنفاق وصالات مطار القاهرة.

شكل (2) توضح شكل غرق صالات مطار القاهرة. المصدر[3]:

ب- **عاصفة التنين" في القاهرة الجديدة 2020 :**

في مارس 2020 ، نشأت أضرار غير مسبوقة من "عاصفة التنين" في مصر ، والتي تسببت في سقوط 21 ضحية في جميع أنحاء البلاد.على الرغم من جهود الحكومة لتحسين استعداد مصر لأحداث هطول الأمطار الشديدة ومنع الإصابات البشرية ، لا تزال البنية التحتية في القاهرة الجديدة معرضة للخطر.في أكتوبر الماضي ، ضربت عواصف الأمطار والبرد أجزاء كبيرة من المنطقة ، مما أدى إلى إغراق العديد من الشوارع وتسبب في اضطرابات حركة المرور. في 9 يناير ، انتشرت صور على نطاق واسع ، على وسائل التواصل الاجتماعي ، تظهر سيارة مغمورة في بركة مياه على شارع 90 بالقاهرة الجديدة بعد هطول أمطار غزيرة ، وهو حادث نتج عن إصلاحات في شبكة الصرف الصحي ، كما زاد تواتر هطول الأمطار الغزيرة في القاهرة بنسبة 17 في المائة من عام 2000 إلى عام 2020 ، مما أدى إلى إغراق البنية التحتية الحالية للصرف الصحي في المدينة ، ويعتبر نظام الصرف الصحي في القاهرة الجديدة قادر على استيعاب متوسط هطول الأمطار السنوي البالغ 13 ملم مع هطول أمطار يوم واحد بحد أقصى 25 ملم ، ولكن لم يتم بناؤه لنوع الطقس الذي شهدته في السنوات الأخيرة. في عام 2018 ، بلغ هطول الأمطار أكثر من 40 ملم عبر سطح الحي. في عام 2020 ، ارتفع هذا الرقم إلى 56.5 ملم ، ولم تكن البنية التحتية للأمطار الغزيرة في القاهرة الجديدة مجهزة للتعامل معها - كما يتضح من الدمار الذي أعقب ذلك[5].

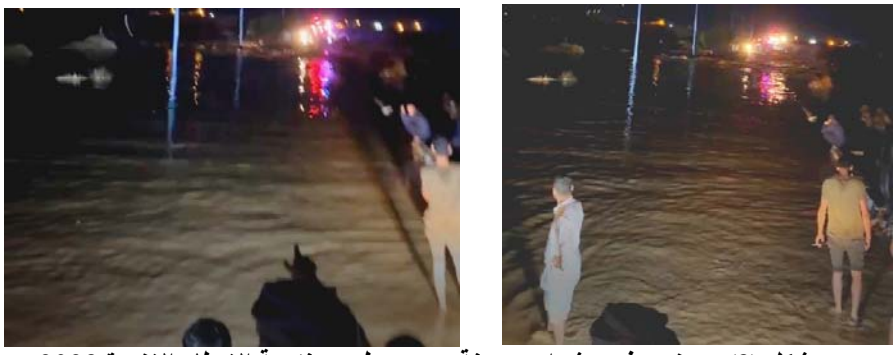
شكل (3) يوضح غرق شوارع مدينة القاهرة الجديدة خلال عاصفة التنين 2020. المصدر[4]

ت- سيول اسوان 2021 :

ظهر فى نوفمبر عام 2021 حدوث ما يعرف بظاهرة الجريان السيلى فى اسوان الذى تسبب فى حدوث خسائر كبير فى المنازل الريفية وفى الزراعات، وخسائر بالبنية التحتية ببعض المناطق نتيجة سقوط امطار غزيرة وسيول وتساقط الثلوج مع العواصف الرعدية والبرق ، لم يقف الامر عند هذا الحد فقط بل كان لخروج العقارب والثعابين من جحورها تاثيرا ايضا ، وتركزت الخسائر بمركز ومدينة أسوان التى تعرضت للجانب الأكبر من مياه الأمطار التى سقطت وتبعتها سيول، وشملت الخسائر 106 منازل ريفية انهارت تماماً، ونحو 394 منزلاً ريفياً شهدت انهياراً جزئياً[6] .

ث- العاصفة الرعدية الاخيرة على مدينة مرسى مطروح اكتوبر 2023 :

شهدت عدة مناطق في محافظة مطروح ، سقوطاً للأمطار الرعدية الغزيرة والمتوسطة، مصحوبة بأصوات الرعد وأضواء البرق، أسفرت عن تجمع كميات كبيرة من المياه بالمناطق المنخفضة، وتدفقت كميات كبيرة على الوديان وتجمعت لتشكل سيولاً في بعض المناطق، خاصة على أطراف مدينة مرسى مطروح الغربية ، وتشهد بعض مناطق غرب وجنوب مدينة مرسى مطروح عاصمة المحافظة، تجمعات لمياه اللأمطار والسيول التي قطعت بعض الطرق في طريقها لتصب في البحر، ومن بين هذه المناطق وادي الرمل والخروبة ومنطقة القصر ومنطقة الكيلو 4، وهرع الأهالي وأجهزة المحافظة، لمساعدة الأشخاص التي حاصرتهم السيول وتجمعات الأمطار، في الوقت الذي شهدت فيه مناطق أخرى سقوطاً للأمطار الخفيفة ، وعلى الرغم أن أهالي مطروح، خاصة سكان المناطق الصحراوية، ينتظرون سقوط الأمطار الغزيرة، لملئ الآبار وخزانات تجميع مياه الأمطار، التي يعتمدون عليها طوال العام في الشرب والزراعة وتربية الحيوانات، كما يسبقون موسم سقوط الأمطار بحرث الأراضي ونثر تقاوي الشعير والقمح. إلا ان الامطار تسببت فى خسائر كبيرة فى الممتلكات وتعطل حركات المرور لفترات طويلة خلال ايام الازمة .



شكل (3). يوضح غرق شوارع مدينة مرس مطروح نتيجة الامطار الاخيرة 2023 .
المصدر: [7]

3- تأثير تغير المناخ على المطر :

أدى تغير المناخ الى تغير فى حزام الامطار المتساقطة على جميع مدن مصر. وبسبب ندرة هطول الأمطار في البلاد والتكلفة الباهظة لبناء نظام منفصل لتصريف مياه الأمطارمازال يتم صرف مياه الامطار على أنظمة الصرف الصحي فى المدن الامر الذى ساهم مع زيادة الكثافة السكانية والتحضر السريع فى زيادة معلات الجريان السطحي لمياه الصرف.
وبعد الاحداث التى شهدتها العديد من المدن المصرية ومنها مدينة القاهرة الجديدة ومدينة اسوان ومدينة مرسى مطروح ، كان لابد من وجود حلول مستدامة لبنية تحتية أكثر مرونة ، وكان أحد الحلول التي طرحها العديد من أعضاء البرلمان هو حصاد مياه الأمطار ، وهي وسيلة للتخفيف في الوقت نفسه من الفيضانات والاستجابة لندرة المياه. كما تم التأكيد على الفوائد المحتملة لادارة مياه الأمطار في COP27 في السياق الأوسع لندرة المياه ، ، كما اقترح الخبراء في السنوات الماضية العديد

من الحلول المستدامة للتخفيف من تأثير هطول الأمطار الغزيرة على البنية التحتية للمنطقة. ومع ذلك ، في الوقت الحالي ، لم يتم تنفيذ انظمة لادارة مياه الأمطار أو البنية الاساسية الخضراء ، مما أثار القلق بشأن تأثير أحداث هطول الأمطار الشديدة في المستقبل.

كما هو موضح فى جدول (1) فانه يمكن حصاد 142.5 مليون متر مكعب كحد أقصى من مياه الأمطار سنويًا من المدن المصرية بشرط أن يتم جمع كل الأمطار التي تهطل على المناطق الحضرية. وتتراوح إمكانات حصاد المياه السنوي بين المدن من 0.02 مليون متر مكعب في الفرافرة إلى 60.32 مليون متر مكعب في القاهرة كما هو موضح في الجدول (2).

وبالنظر إلى الوضع الحالي لنقص المياه الذي يواجه قطاع المياه في مصر ، فقد أصبح تلبية هذه الكميات من المياه من خلال شبكة الري تحديًا كبيرًا. لذلك ، يمكن أن يؤدي حصاد مياه الأمطار إلى زيادة إمدادات المياه في مصر للاستخدامات المختلفة ويساعد في تقليل فجوة العرض والطلب المتزايدة. ومع ذلك ، فإن حصاد مياه الأمطار من مستجمعات المياه الحضرية لم يحظ بالاهتمام الكافي بعد ، تم تقدير الحجم السنوي لمياه الأمطار التي يمكن حصادها في كل المدن المصرية مع الأخذ في الاعتبار متوسط هطول الأمطار السنوي ، وإجمالي المساحة الحضرية ، ومعامل الجريان السطحي ، واشارت النتيجة إلى فقدان 20٪ من مياه الأمطار التي قد تضيع بسبب التبخر والتسرب .

جدول (1). يوضح الحجم السنوي لمياه الأمطار التي يمكن حصادها في كل المدن المصرية

	Urban area (m^2)	Average rainfall (mm/year)	Average harvested rainfall (MCM/year)
City			
Al-Arish	39,884,373	87	2.769571
Alexandria	432,854,534	172	59.560784
Aswan	28,321,970	9	0.197121
Asyut	39,427,161	39	1.220665
Baharia	7,313,058	18	0.107648
Baltim	6,463,888	140	0.723438
Cairo	1,799,592,976	42	60.322357
Dabaa	14,530,085	112	1.305383
Eltor	13,966,750	16	0.182126
Farafra	2,214,672	12	0.021792
Hurghada	50,975,970	45	1.835135
Ismailia	85,871,907	45	3.105128
Kharga	12,868,675	14	0.140011
Kosseir	8,620,559	21	0.146894
Luxor	22,400,189	22	0.385283
Marsa Matrooh	65,108,998	122	6.339012
Minya	17,443,597	18	0.256770
Port Said	40,517,193	99	3.208962
Ras Sedr	3,961,070	10	0.031372
Salloum	4,857,942	61	0.236290
Siwa	5,384,189	10	0.042212
Wadi Elnatroon	12,288,691	40	0.388323
Total			142.526277

المصدر [8]

جدول (2). يوضح كميات مياه الأمطار التي يمكن استخدامها في مناطق مختلفة في مصر.

Quantity of rainwater billion m3/year	Should be used for
1.3	Total amount of rainwater
0.38	as supplement to irrigation in the Nile Delta
0.45	in Sinai
0.20	in the Red Sea Coast
0.27	In Alexandria and Marsa-Matrouh

المصدر[1]

4- البنية الاساسية الخضراء Green Infrastructure :

تعود فكرة البنية الاساسية الخضراء إلى مفاهيم التنمية الحضرية على مدى القرنين الماضيين. عندما بدأت المدينة تفقد أسوارها وتمتد الى المناطق الريفية المحيطة بها ، بدأت الروابط الوثيقة بين سكان المدينة مع محيطها الأخضر (المناظر

الطبيعية) تختفي. لذلك كانت هناك حاجة إلى إعادة الاتصال في شكل حدائق عامة. كما ان منهجية المساحات المفتوحة كانت واضحة في مجموعة متنوعة من التخطيط الحضري والنماذج النظرية لتلك الفترة ، وكذلك في مخططات الأحزمة الخضراء والأصابع الخضراء من منتصف القرن العشرين . اليوم ، تعد البنية الاساسية الخضراء موضوعًا ناشئًا في سياسات الاتحاد الأوروبي التي أدرجت هذه السياسة كوسيلة للحفاظ على المناطق الخضراء القيمة خارج وداخل المناطق الحضرية والتعامل ايضا مع التهديدات البيئية الحالية في استراتيجية الاتحاد الأوروبي 2020[9] .

1-4 تعريفات البنية الاساسية الخضراء (Green Infrastructure):

-تعريف الاتحاد الاوروبى

يصف الاتحاد الأوروبي البنية الاساسية الخضراء بأنها "شبكة مخططة استراتيجيًا من المناطق الطبيعية وشبه الطبيعية مع ميزات بيئية أخرى تم تصميمها وإدارتها لتقديم مجموعة واسعة من خدمات النظم البيئية مثل تنقية المياه وجودة الهواء ومساحة للترفيه والتخفيف من حدة المناخ والتكيف معه. يمكن لهذه الشبكة من المساحات الخضراء (الأرضية) والزرقاء (المائية) تحسين الظروف البيئية وبالتالي صحة المواطنين ونوعية حياتهم. كما أنه يدعم الاقتصاد الأخضر ويخلق فرص عمل ويعزز التنوع البيولوجي [9].

- تعريف الامم المتحدة

البنية الاساسية الخضراء (GI) تحمل تفسيرات مختلفة لأشخاص مختلفين. في منطقة حضرية، من منظور اجتماعي وترفيهي، قد تشير إلى الأشجار الموجودة في المدينة التي توفر الفوائد "الخضراء" الضرورية، بينما من منظور هندسي قد تتضمن دمج العديد من الأساليب الفنية (مثل المستنقعات والأسطح الخضراء والحدائق والمتنزهات) لتسهيل الفوائد البيئية المختلفة ، يمكن للمؤشر الجغرافي أن يخفف من المخاطر الناجمة عن تغير المناخ عن طريق حماية المناطق الحضرية من الفيضانات وغيرها من الآثار السلبية الناجمة عن تغير أنماط الطقس . بالإضافة إلى الفوائد البيئية، من ناحية أخرى، تركز وكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA) على حماية الموائل الطبيعية في كل من المناطق الحضرية والريفية من خلال. إدخال مرافق مثل المتنزهات والحدائق والأراضي المنخفضة في البنية التحتية الحضرية وتتم إدارته من قبل وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة والمنظمات الشريكة في مختلف مناطق البلديات[10] .

- تعريف البنك الدولى

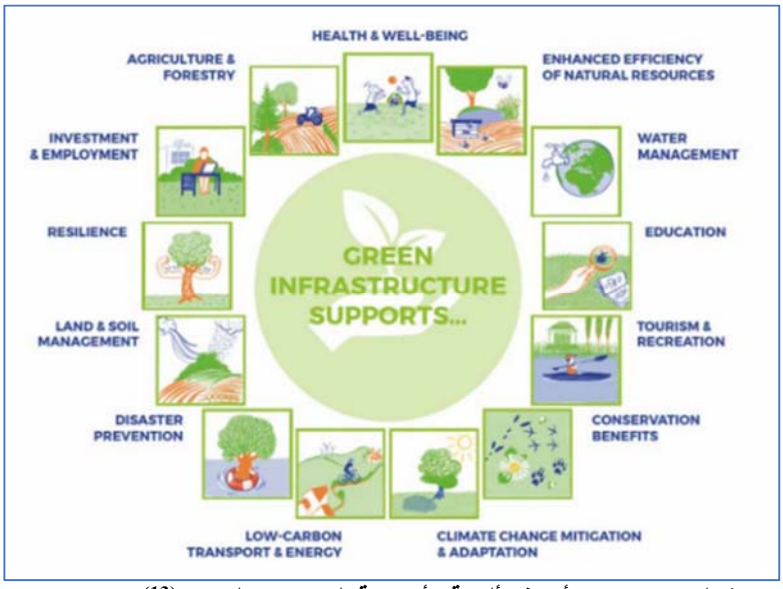
تعمل البنية الاساسية الخضراء (التي تسمى أحيانًا البنية التحتية الطبيعية، أو الهندسة مع الطبيعة) بشكل مقصود واستراتيجي على الحفاظ على عناصر النظام الطبيعي أو تعزيزها أو استعادتها، مثل الغابات والأراضي الزراعية والسهول الفيضية والمناطق المشاطئة والغابات الساحلية وغيرها، ويجمعها مع البنية التحتية الرمادية لإنتاج خدمات أكثر مرونة وأقل تكلفة[11].

- تعريفات أخرى:

عرف الباحثين البنية التحتية الخضراء على نطاق واسع على أنها تعني إما الاستثمار في المساحات الخضراء أو كبنية تحتية ذات أهداف مستدامة. بينما عرفها اخرون على أنها "مناظر طبيعية مقصودة" ، ولم يقتصر التعريف على ذلك بل تم استهداف استراتيجيات اخرى لادارة الموارد المائية وتعزيز النظم التى تعمل بشكل طبيعى مع المناطق الحضرية وكفائة استخدام الموارد ، وتعتبر البنية التحتية الخضراء هادفة ومتعمدة ومصممة ومخصصة في المقام الأول للاستخدام والمنفعة العامة على نطاق واسع[12] .

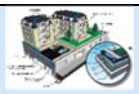
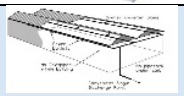
فوائد البنية الاساسية الخضراء (شكل 4)[13]

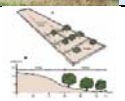
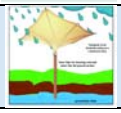
- ادارة المياه Water management
- تخزين الكربون وإزالته Carbon storage and removal
- تقليل استخدام الطاقة في المباني Reduced energy use in buildings
- تحسين نوعية الهواء Air quality improvement
- المنافع الاجتماعية Social benefits - الفوائد البيئية Ecological benefits
- فوائد صحة الإنسان ورفاهه Human health and well-being benefits.



شكل (4). يوضح أهداف ألبنية الأساسية الخضراء. المصدر[13]

5- معايير مدخل البنية الاساسية الخضراء للتعامل مع مياة الامطار :

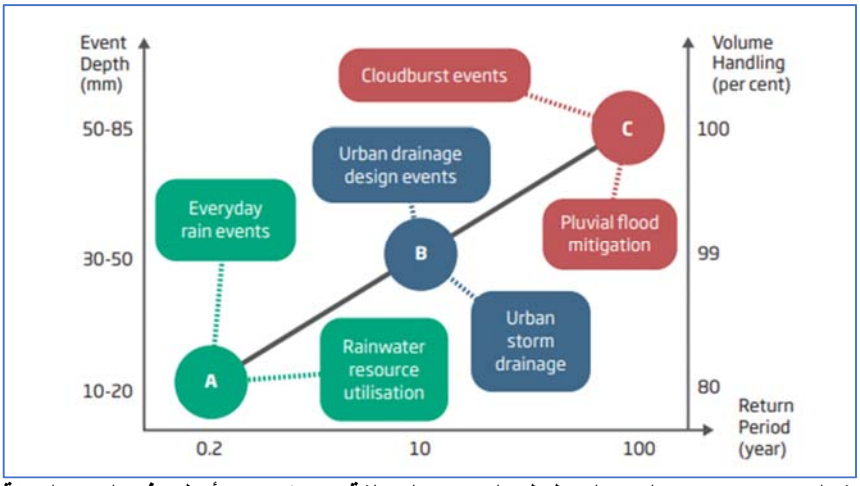
معايير مدخل البنية الاساسية الخضراء للتعامل مع مياة الامطار			
المستوى التخطيطى	تطبيقات البنية الاساسية الخضراء		الفوائد البيئية الاخرى
المبنى	الاسطح الخضراء Green roofs		تحسين جودة الهواء-كفائة استخدام الطاقة-التنوع البيولوجى
	الاسطح الزرقاء blue roofs		تحسين جودة الهواء-كفائة استخدام الطاقة-التنوع البيولوجى
	ماسورة التصريف Downspout planter		مواجهة المخاطر البيئية(السيول والفيضانات
	نظام صرف السقف السيفوني للاسطح المستوية		توفير مصدر جديد للموارد المائية
	انظمة الصرف بالجازبية للاسطح المستوية		توفير مصدر جديد للموارد المائية
الحى	حدائق الامطار rain gardens		تحسين جودة الهواء-تعزيز القيم الجمالية فى البيئة الحضرية
	الارصفة المنفذة permeable pavement		تغذية المياة الجوفية-تقليل الجريان السطحى
	خنادق تجميع المياة بالاراضى غير المرصوفة		توفير مصدر جديد للموارد المائية
	الانهار البيولوجية Bioswales		مواجهة المخاطر البيئية(السيول والفيضانات)

	نظام ال Eco Block		تقليل الجريان السطحى-وتخزين مياة الامطار على الطرق الرئيسية
المدينة	الطرق الخضراء Green ways		تحسين جودة الهواء-كفائة استخدام الطاقة-التنوع البيولوجى
	park network		تحسين جودة الهواء-كفائة استخدام الطاقة-التنوع البيولوجى
	الحواجز الكنتورية Contour bunds		توفير مصدر بديل للموارد المائية وتقليل الطلب على الموارد المائية المحلية واعادة شحن وتخزين للمياة الجوفية
	السدود شبه الدائرية والمثلثة Semi-circular and triangular bunds		
	مصاطب الحاجب Eyebrow terraces		
	مستجمعات المياه الصغيرة Negarim microcatchments		
	مستجمعات المياه الصغيرة Meskat microcatchment		
	المدرجات الكنتورية Contour bench terraces		
	نظام قناة التلال Hillside Conduit System		
	نظام جيسور The jessour system		
	مستجمعات المياه الصغيرة Hillslope microcatchments		
	canopy program		تحسين جودة الهواء-كفائة استخدام الطاقة-التنوع البيولوجى
	سياسات وخطط البنية الاساسية الخضراء		
الاقليمى	التحكم فى توجية مخرات السيول		مواجهة المخاطر البيئية(السيول والفيضانات)
	المحاور والممرات الاقليمية (الانهار-البحيرات-الاراضى الرطبة الاقليمية)		تحسين جودة الهواء-كفائة استخدام الطاقة-التنوع البيولوجى
	السياسات والخطط الاقليمية		

6- تعامل المدن المرنة مع مياة الامطار :

تعتمد إدارة المياه في المدن المرنة resilient cities على البنية التحتية الهيدروليكية سواء تحت السطح أو فوقه. لذلك يؤثر العديد من المهنيين المختلفين على عمليات التخطيط والتصميم المتعلقة بإدارة مياه الأمطار، وغالبًا ما يتم اتخاذ القرارات عند التفاعل بين ثلاثة اعتبارات رئيسية (كما هو موضح في الشكل 5).

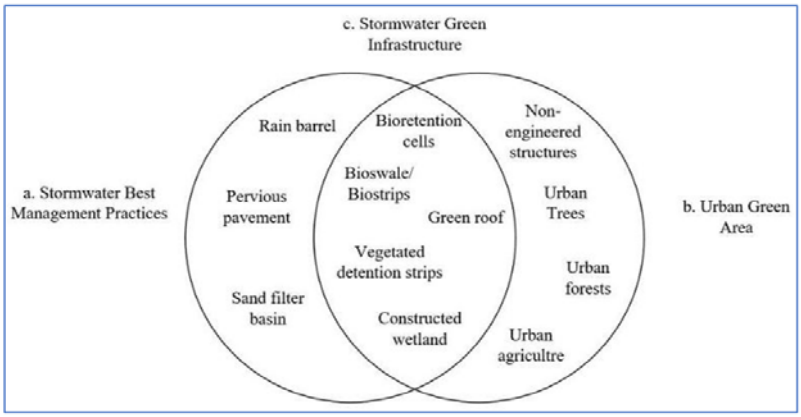
- استخدام موارد مياه الأمطار .
- تصريف العواصف الحضرية .
- التخفيف من آثار الفيضانات المطيرة.



شكل (5). يوضح عمليات التخطيط والتصميم المتعلقة بإدارة مياه الأمطار فى المدن المرنة
المصدر(14)

تقترح الاستراتيجية مجموعة من الحلول التي من شأنها حماية المدينة وجعلها مكانًا أكثر جاذبية للعيش فيه. ، فإن كميات المياه الناتجة عن الانفجارات السحابية لا توجد سعة تخزين موجودة لتخزينها (مثل المساحات الخضراء أو مواقف السيارات أو ما شابه ذلك) لن تكون كبيرة بما يكفي لاحتواء المياه. أثناء أحداث الانفجارات السحابية، يجب نقل الجزء الأكبر من هطول الأمطار إلى اقرب ممر مائي بينما سيتم توجيه جزء صغير فقط إلى المناطق الخضراء الموجودة أو الحلول القائمة على الطبيعة. تقترح الاستراتيجية تدابير مثل قنوات الفيضانات الطارئة والقنوات المشيدة والأنفاق المخصصة لمياه الأمطار كوسيلة لتقليل الأضرار في المدينة وتكاليف إدارة مياه الأمطار.

تم تحديد ممارسات البنية التحتية الخضراء لمياه الأمطار فى المدن المرنة على النحو التالى :(أ) أفضل ممارسات إدارة مياه الأمطار هي ممارسات مصممة، بما في ذلك المكونات الخضراء وغير الخضراء. (ب) تشمل المنطقة الخضراء الحضرية الممارسات الهندسية وغير الهندسية التي تحتوي على مكونات خضراء. (ج) تقع البنية التحتية الخضراء لمياه الأمطار عند تقاطع هذه العناصر وتتضمن ممارسات هندسية ذات مكونات خضراء (شكل 6).



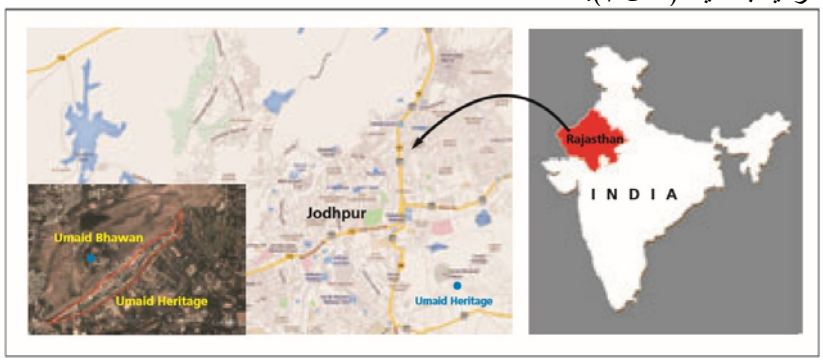
شكل (6). يوضح ممارسات البنية التحتية الخضراء لمياه الأمطار فى المدن المرنة .المصدر(15)

تشمل تطبيقات ادارة مياة الامطار بالمدن المرنة : ممارسات التسلل، وممارسات القنوات المفتوحة النباتية، وممارسات الترشيح، وبرك الاحتجاز، وبرك الاحتفاظ، والأراضي الرطبة، والمناطق النباتية المنحدرة هذه الوظائف الأساسية قد تكون أكثر تحديدًا من خدمات النظام البيئي .

ثانيا: التجارب العالمية

1- حدائق أوميد التراثية بجودبور، راجستان:

حدائق أوميد التراثية وهو مجتمع سكني بجوار قصر أوميد بهوان في جودبور، راجستان. وتقع في الجنوب الشرقي من قصر Umaid Bhawan[16] تم عزل الموقع في مدينة جودبور حيث يتم تدمير نظام إدارة المياه التقليدي تدريجياً بسبب الحداثة والتحضر وعدم وجود انظمة لادارة مياة الامطار مما ادى الى تأثر قصر اوميد التراثى الذى يمثل احد اهم المواقع التراثية بالمدينة (شكل 7).



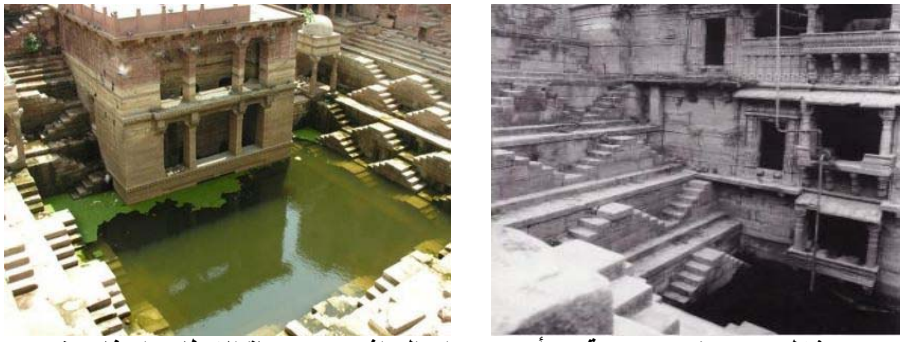
شكل (7). يوضح موقع Umaid Heritage في جودبور ، راجستان. المصدر[16] .

الملامح المناخية :

مناخ جودبور حار بشكل عام وشبه جاف. يمتد موسم الأمطار من أواخر شهر يونيو إلى شهر سبتمبر. المناخ من النوع المتطرف ، حيث تكون الاختلافات في درجات الحرارة مرتفعة للغاية. يبلغ متوسط هطول الأمطار السنوي حوالي 32 سم مع 10-12 يومًا من الأيام الممطرة سنويًا. المتوسط الطبيعي لهطول الأمطار. في 1897-98 .

بسبب ارتفاع منسوب المياه الجوفية تعاني المدينة من التشبع بالمياه على الطرق والمساحات المفتوحة في موسم الأمطار ، مما ادى الى حدوث تدهور فى حالة القصر التراثى وكاد ان يفقد قيمتة التاريخية (شكل 8).

الهدف الرئيسي من التجربة هو اعادة توجية مياة الامطار بعيدا عن قصر اوميد التراثي لحمياتة من المياة والرطوبة التى قد تتسبب فى انهيار المعلم التاريخى والاستفادة من مورد المياة الموجود وتحويل المشكلة الى مورد يمكن استغلالة عن طريق حصاد وتخزين مياه الأمطار الإضافية كمصدر بديل لإمدادات المياه .

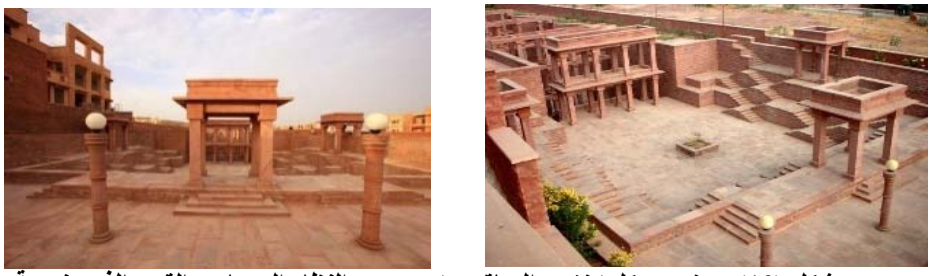


شكل (8) يوضح تدهور قصر أوميد بهوان التراثى بسبب مياة الامطار وارتفاع منسوب المياة الجوفية[16] .

تم تصميم الحى السكنى ليتكون من عدد من الانوية الخضراء . وتم تطوير نظام ادارة مياه الأمطار لتجميع الأمطار على الموقع بأكمله. يتم جمع مياه الأمطار في مخزن مفتوح مصمم ويتكامل مع مجمع سكني كمنطقة ترفيهية يمكن ان يتم بها ممارسة الانشطة الاجتماعية للسكان المحليين فى الاوقات التى لايوجد بها امطار ووقت الجفاف . ويمكن للنظام ان يجمع حوالي 30 في المائة من مياه الأمطار التى تتساقط في الموقع للحفاظ على المنطقة التراثية من الغرق و تلبية متطلبات مياه البستنة للمنطقة الخضراء (شكل 9).

شكل (9). يوضح المخطط التفصيلى للمجتمع السكني بجوار قصر أوميد بهوان في جودبور، راجستان . المصدر[16]

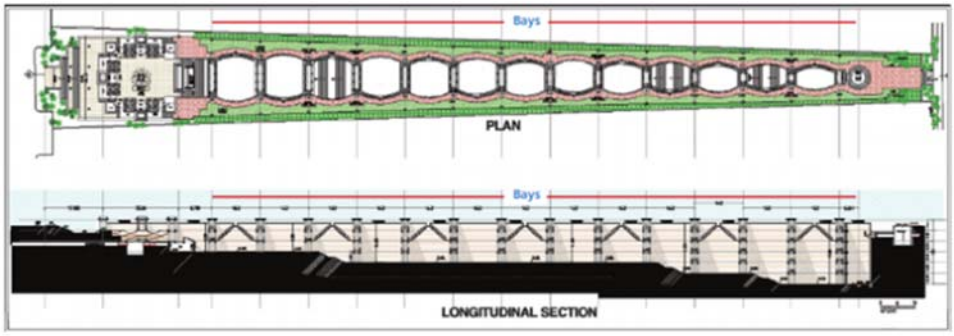
تم تخطيط وتصميم الجزء السفلي من الموقع لتجميع المياه المتدفقة عن طريق تدفق الجاذبية (شكل 10) كما ان هيكل تخزين المياة مستوحى من النظام المعمارى القديم الذى بنى بة القصر قديما ليتناسب مع الطابع المعمارى للقصر التراثى وتعتبر هذة الطريقة فى ادارة وحصاد مياة الامطار هى احد طرق دمج مدخل البنية الاساسية الخضراء بالرمادية لادارة مياة الامطار وهى الطريقة المثلى للتعامل مع مشكلة ادارة مياة الامطار فى هذة الحالة .



شكل (10) يوضح هيكل تخزين المياة مستوحى من النظام المعمارى القديم الذى بنى بة القصر التراثي. المصدر[16]

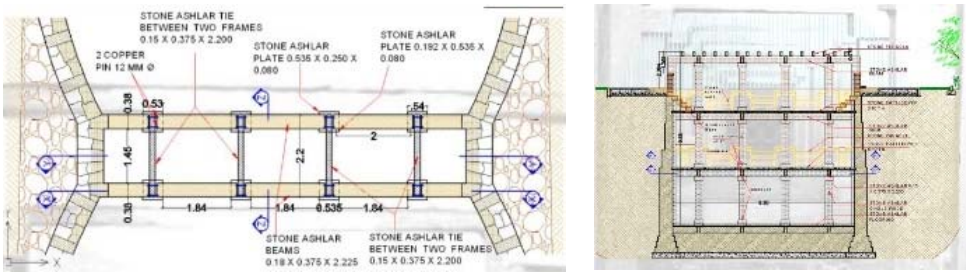
بركة البواري:

صهاريج للترسيب والتخزين تتكون بركة بواري من هيكل طولي مفتوح لتخزين مياه الأمطار. يتكون النظام من سلسلة من الخزانات المبنية مما يجعله هيكلًا طوليًا بطول 135 مترًا. مراكز المياه من جانبي هيكل التخزين الطولي الجوفي (بواري) ، والذي يحتوي على 17.5 مليون لتر من مياه الصرف المحصودة سنويًا ، ويعمل كمصدر موثوق للمياه التي تلبي متطلبات مياه رى المناطق الخضراء الطبيعية في منطقة ندرة مائية (شكل 11) .



شكل (11). يوضح مخطط وقطاع ببركة البواري . المصدر[16]

تم توفير المخطط المقطعي والارتفاع لخزان واحد في الشكل التالي حيث يمتد الهيكل على مساحة 5750 متر مربع. يوفر اللوح العمودي الحر أيضًا ظلاً للمياه المخزنة من الشمس ، وبالتالي تقليل التبخر وتكوين الطحالب (شكل 12).



شكل (12)< يوضح المخطط المقطعي والارتفاع لخزان واحد. المصدر[17]

الفوائد الاجتماعية والبيئية :

يحتوي المجمع السكني على حوالي 15 فدانًا من المساحات الخضراء. المناظر الطبيعية هي مزيج غني من الأشجار والنباتات والحدائق كجزء متكامل من المجمع. يتم استخدام المياه المخزنة من بيرخا بواري للحفاظ على المساحات الخضراء لمجمع الإسكان. يمكن أن تلبي مياه الأمطار المخزنة حوالي 8-9 أشهر من المناظر الطبيعية ومتطلبات مياه البستنة.
الفوائد الاقتصادية: يلتقط نظام حصاد مياه الأمطار حوالي 21.1 مليون لتر من مياه الأمطار ، مما يقلل الاعتماد على إمدادات المياه البلدية واستخراج المياه الجوفية، وبالتالي باستخدام مياه الأمطار كمصدر بديل للمياه ويتم توفير حوالي 2.36 مليون روبية سنويًا.

2- مدينة روتردام - هولندا:

تقع مدينة روتردام في الجزء الغربي من هولندا، على حدود دلتا نهر الراين (الشكل 13). الجزء الغربي من المدينة، الأقرب إلى بحر الشمال، يغطي واحدة من أكبر مناطق الموانئ في أوروبا. مع حوالي 600.000 نسمة، تعد روتردام ثاني أكبر مدينة في هولندا. تحتوي منطقة المدينة على 30 كم من منطقة الموانئ و 400 كم من القنوات[18]

شكل (13). يوضح موقع مدينة روتردام . المصدر[18]

الملامح المناخية :

في روتردام، ثاني أكبر مدن هولندا، المناخ رطب وممطر، يتأثر ببحر الشمال، وبالمحيط الأطلسي أيضًا ، والذي تصل منه الاضطرابات على مدار العام، لذلك يكون الطقس تجميد فى الشتاء، والصيف بارد جدا ، يتراوح متوسط درجة الحرارة من 4 درجات مئوية (39 درجة فهرنهايت) في يناير وفبراير إلى 18 درجة مئوية (64.5 درجة فهرنهايت) في يوليو وأغسطس. ، بالنسبة لهطول الأمطار فيعتبر وفير نسبيًا، حوالي 880 ملم سنويًا، ولكن قبل كل شيء، فهو شائع وموزع بشكل جيد على مدار الفصول. ومع ذلك، فإن الموسم الأكثر أمطارًا هو الخريف، وأقلها أمطارًا هو الربيع. غالبًا ما يحدث هطول الأمطار على شكل زخات قصيرة أو رذاذ. تؤثر الزيادة المستمرة في هطول الأمطار وبشكل عام في الظواهر المناخية المتطرفة على هولندا إلى حد متزايد ، لدرجة أن القلق ذاد عن مدى مقاومة المدن وخاصة الساحلية منها للمناخ. في هذا الصدد ، تعتبر مدينة روتردام واحدة من أكثر المدن عرضة لظواهر الطقس المتطرفة ، نظرًا لموقعها في الدلتا الهولندية. ونظرًا لأن مدينة روتردام كلها تقريبًا تقع تحت مستوى سطح البحر، فإن الطريقة الوحيدة للتخلص من مياه الأمطار الزائدة هي من خلال محطات الضخ. وفي الوضع الحالي، وهناك حاجة ماسة إلى تخزين مياه إضافية للحد من الأضرار الناجمة عن الفيضانات. وسيتفاقم هذا الوضع مع النتائج المتوقعة لتغير المناخ، حيث يرتفع منسوب مياه البحار والأنهار بمقدار متر

أو أكثر وتصبح هطول الأمطار أكثر شدة. لذلك يجب التدخل السريع للتعامل مع مياه الأمطار الزائدة في المدينة. ويجب إيجاد حلول بديلة لحماية المدينة من الفيضانات المتزايدة.[18].

مدينة روتردام المائية 2030 ومشاريع التعاون الدولي

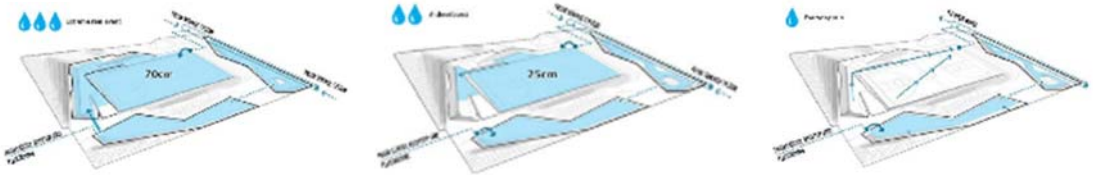
تقوم مدينة روتردام بتطوير خطط ومشروع لتحقيق رؤية المدينة المائية 2030. هناك مشروعان مهمان في هذا السياق ، احدهم هو مشروع SMARTeST، وهو مشروع يهدف إلى تطوير حلول ذكية للصمود في مواجهة الفيضانات ، توفر مشاركة المدينة في هذه المشاريع بيئة خصبة لتطوير وتطبيق تقنيات الحماية من الفيضانات المبتكرة. في السنوات الأخيرة، أصبحت مدينة روتردام تتعرض على المياه بشكل مكثف . حيث يتزايد عدد الفترات التي تشهد هطول أمطار غزيرة بشكل كبير. كما أن هناك فترات لا تهطل فيها الأمطار مما يجعل المدينة تتصدع بالجفاف[17] تم ابتكار اسلوب جديد للتعامل مع مياة الامطار فى حالات الزروة و يُعرف باسم "Water Square" (ساحة المياه) كما هو موضح بالشكل (14) وتم تطبيقة اول مرة في Benthemplein في روتردام (شكل 15) بسبب تركيب ثلاثة حمامات سباحة تمتلئ عند هطول الأمطار. ومع ذلك، تكون المسابح جافة خلال جزء كبير من العام ويمكن استخدامها كمساحات ترفيهية. يحتل أكبر وأعمق حوض سباحة وسط الساحة، ولا يمتلئ إلا عندما تهطل الأمطار الغزيرة، مما يحول "الجدار المائي" على أحد جوانبه الأربعة إلى شلال . عندما تكون فارغة يتم استخدامها كمنطقة لعب لكرة القدم أو كرة السلة أو الكرة الطائرة، ولها صفين من المقاعد المتدرجة حتى يتمكن أفراد الجمهور من مشاهدة المباريات. على الجانب الشمالي من الساحة، أمام المدخل الرئيسي للكنيسة مباشرةً، يوجد حوض سباحة أصغر حجمًا، شبه منحرف، ومزود أيضًا بمقاعد متدرجة، بالإضافة إلى جزيرة مركزية يمكن استخدامها كمسرح للرقص. . عندما يجف المسبح الثالث، يتم استخدامه من قبل الأشخاص الذين يمارسون مهاراتهم على أنواع مختلفة من العجلات وأي شخص يرغب في مشاهدتها.

شكل (14). يوضح "Water Square" (ساحة المياه)مدينة روتردام . المصدر[17]

شكل (15). يوضح مسقط افقى لساحة Water Square Benthemplein في روتردام.
المصدر[17]

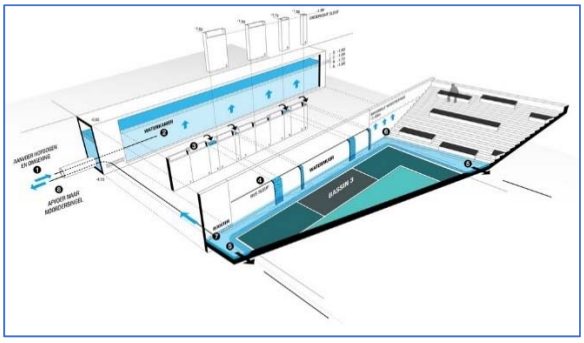
تم تصميم ساحة المطر كنقطة للمياة ، والتي تجلب المياه من أسطح المباني المجاورة. وبدلاً من ذلك ، يقوم الجدار المائي بنقل المياه إلى الحوض العميق بإيقاع شلال يتناسب طرديًا مع كمية مياه الأمطار الجارية ، بمجرد انتهاء المطر ، تتدفق مياه الحوضين الأقل عمقًا إلى جهاز تخزين تحت الأرض وتتغلغل ببطء في منسوب المياه الجوفية. وبهذه الطريقة ،

تتلقى التربة الكمية اللازمة من المياه ويمكنها التعامل مع فترات الجفاف ، مفضلة الغطاء النباتي الذي يساهم أيضًا في تقليل تأثير الجزر الحرارية النموذجية للمدن ، حيث تتدفق المياه التي يتم تجميعها في الحوض الأعمق إلى شبكة مياه المدينة في غضون 36 ساعة (وبالتالي تجنب تكوين برك من المياه الراكدة) دون الدخول إلى نظام الصرف الصحي ، وأيضًا يعد التدخل مثالًا رائعًا للتجديد الحضري. يؤكد اختيار الألوان وتوليفها على وظيفة المربع ؛ المناطق التي ستعاني من الفيضانات لها صبغة زرقاء ، وكل ما يحمل الماء مصنوع من الفولاذ المصقول المقاوم للصدأ. هذا يعني أن المزاريب هي محفزات لجذب الانتباه (شكل 16).



شكل (16). يوضح صرف مياة المطر فى احواض تجميع مياة الامطار فى حالات المطر المختلفة شديدة ومتوسطة وقليلة. المصدر[17]

وتتكون الساحة كما هو موضح بشكل (17) من ثلاثة أحواض لتجميع مياه الأمطار: حوضان ضحلان للمحيط المباشر لتجميع الماء كلما سقطت الامطار ، وحوض واحد أعمق يتلقى الماء فقط عندما يستمر هطول الأمطار باستمرار. هنا يتم جمع المياه من المنطقة الأكبر حول الساحة ، وتتدفق مياه الأمطار التي تتساقط على المربع عبر مزاريب كبيرة من الفولاذ المقاوم للصدأ فوقها ، إلى الأحواض. عندما يكون الجو جافًا ، تكون هذه الأماكن مناسبة للجميع ، ويكون الحوض العميق هو حفرة رياضية حقيقية ، بالإضافة إلى مسرح يمكن رؤيته ورؤيته.



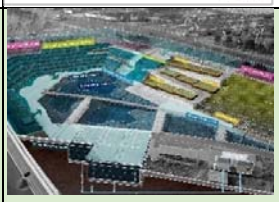
شكل (17). يوضح شبكات البنية الاساسية لتجميع وتصريف مياة الامطار فى ساحة Water Square Benthemplein. المصدر[17]

الفوائد الاجتماعية والبيئية :

تجمع ساحة المياه بين تخزين المياه وتحسين جودة الأماكن العامة الحضرية. يمكن فهم مربع الماء على أنه استراتيجية ذات شقين. إنها تجعل الأموال المستثمرة في مرافق تخزين المياه مرئية وممتعة. كما أنه يولد فرصًا لخلق جودة بيئية وهوية للمساحات المركزية في الأحياء. في معظم الأوقات ، يكون المربع المائي جافًا ويستخدم كمساحة ترفيهية للسكان للمسارسة الانشطة الاجتماعية والرياضية كما هو موضح بالشكل (18) .

شكل (18) يوضح ممارسة السكان للانشطة الترفيهيه والاجتماعية فى ساحة تجميع المياة فى وقت الجفاف. المصدر[17]

7- معايير مدخل البنية الاساسية الخضراء للتعامل مع مياة الامطار المستنتجة من التجارب العالمية

معايير مدخل البنية الاساسية الخضراء للتعامل مع مياة الامطار المصدر (الباحث)			
المستوى التخطيطي	تطبيقات البنية الاساسية الخضراء المذكورة بالتجارب		الفوائد البيئية الاخرى
الحى	صهاريج التخزين والترسيب Storage and sedimentation tanks		تخزين المياة حتى يعاد استخدامها مرة اخرى وتقليل الضغط على شبكات الصرف الصحى
المدينة	ساحات المياة Water square		ساحات لممارسة الانشطة الاجتماعية خلال فترات الجفاف
	تصميم الاحياء السكنية ذات الانوية الخضراء المتعددة multiple green cores		تقليل الجريان السطحى
الطرق السريعة	الحزام الاخضر لتجميع مياة الامطار على الطرق السريعة Green belt		ممارسة الانشطة الاجتماعية - الحفاظ على التنوع البيولوجى - ذيادة الرقعة الخضراء للحفاظ على جودة الهواء

ثالثا: التطبيق على الحالة المصرية (مدينة مرسى مطروح):

تمتد المنطقة الساحلية في مصر لأكثر من 3500 كيلومتر مربع، وهي موطن لأكثر من 40% من السكان. بما في ذلك الإسكندرية وبورسعيد ودمياط ورشيد والسويس ومرسى مطروح.

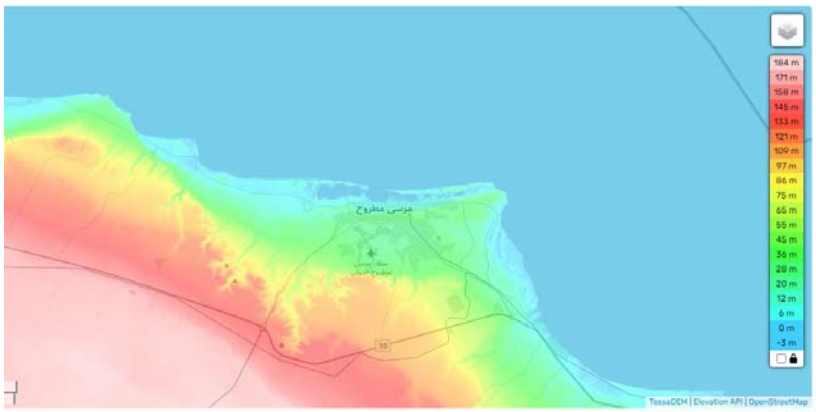
مرسى مطروح هي مدينة ساحلية في مصر وعاصمة محافظة مطروح .تقع على بعد 240 كم (150 ميل) غرب الإسكندرية و 222 كم (138 ميل) شرق السلوم على الطريق الساحلى الدولى الممتد من دلتا النيل إلى الحدود الليبية (شكل 19) .

شكل (19). يوضح موقع مدينة مرسى مطروح مع المسافات بينها وبين المدن الكبرى الأخرى

جيمورفولوجيا المدينة :

تقع مدينة مرسى مطروح على الساحل الشمالى الغربى لجمهورية مصر العربية و يوجد فرق كبير في الارتفاع حيث يتراوح بين 100 م إلى 250 م فوق سطح البحر. تعرض المنطقة المحيطة بالمدينة سمات جيومورفولوجية خاصة (شكل 20) ويمكن تصنيفها حسب 3 عناصر رئيسية . أولاً: المنطقة الساحلية وهي عباره عن سهل موازى لساحل البحر المتوسط تقريبا ويتراوح اتساعة بين 25 – 60 كم.ثانياً، الهضبة الليبية وتحد الساحل من ناحية الجنوب وهى عباره عن سطح اخذ فى الارتفاع التدريجي ويمتد غربا حتى خليج سدرة عند طرابلس بليبيا اخذا فى الارتفاع النسبى احيانا والانحدار احيانا اخرى. ثالثاً: منخفض القطارة ويبدا من جنوب العلمين على مسافة 31 كم تقريبا وهو منخفض عظيم وممتد حيث يعتبر

اكثر المناطق انخفاضا عن سطح البحر فى افريقيا . رابعاً : منطقة الواحات وتضم منطقة واحة سيوة وهى عبارة عن ارض منخفضة يبلغ منسوبها حوالى 17 متر من سطح البحر وبها مجموعة منن عيون الماء الطبيعية التى تتدفق باستمرار وتكفى للاستهلاك المحلى بالاضافة الى توفير المياة اللازمة لرى الاف من الافدنة الصالحة للزراعة وتبعد عن مدينة مرسى مطروح 300 كم جنوبا . (17).



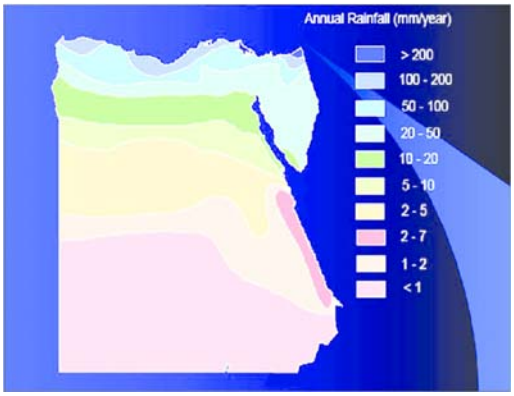
شكل (20). يوضح خريطة مطروح الطبوغرافية. المصدر[19]

مناخ مدينة مرسى مطروح :

وفقا لتصنيف كوبن-جيجر للمناخ، ينتمي المناخ إلى مناخ البحر الأبيض المتوسط شبه القاحل مع صيف حار جاف وشتاء معتدل مع هطول الأمطار، وتبخر عالي مع رطوبة نسبية متوسطة إلى عالية. ويبلغ متوسط درجة الحرارة القصوى السنوية 29.8 درجة مئوية. تتلقى المنطقة الساحلية شمال غرب البحر الأبيض المتوسط في مصر أمطارًا سنوية ملحوظة تتراوح من 180 إلى 200 ملم، معظمها خلال فصل الشتاء بين نوفمبر ومارس. ارتفاع درجة الحرارة وأشعة الشمس في الصيف تزيد من معدلات التبخر والتبخر ، حيث يصل اجمالى البخر السنوى الى 760 ملم / يوم بمتوسط عام قدرة 10.3 م/ يوم ويصل اعلى معدل للبخر فى يوليو حيث يصل الى 15.3 مم / يوم وادنى معدل للبخر فى ديسمبر حيث يصل الى 13ملم/يوم .

الموارد المائية للمدينة :

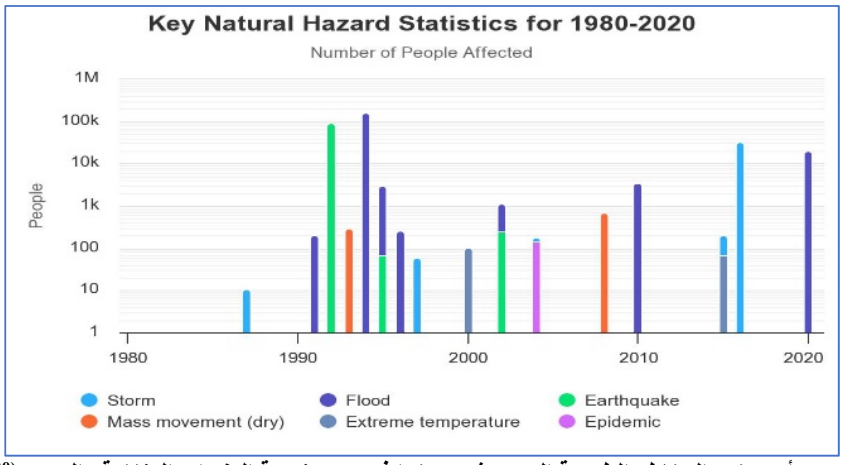
تعتبر المياه السطحية في المنطقة الساحلية محدودة للغاية من حيث الحجم (شكل 21) حيث أنها تنشأ من هطول الأمطار في فصل الشتاء. الجريان السطحي ممكن بعد هطول أمطار غزيرة إلى حد ما، وقد تتسرب كمية كبيرة من الماء إلى طبقات التربة العميقة. يمكن استخدام مياه الاودية بشكل مباشر من خلال التخزين السطحي وبشكل غير مباشر من خلال تخزين المياه الجوفية. وتعتمد مدينة مرسى مطروح اعتمادا كليا على المياة الواصلة بواسطة الخطوط من الاسكندرية ومياة الامطار المخزنة بالخزانات الارضية بالاضافة الى المياة الجوفية ، . ولا يحتوي الموقع على أي مياه سطحية متدفقة أو مسطحات مائية. تؤدي درجات الحرارة المرتفعة والإشعاع الشمسي إلى زيادة كثافة التبخر بمتوسط سنوي قدره 10.3 ملم/يوم .



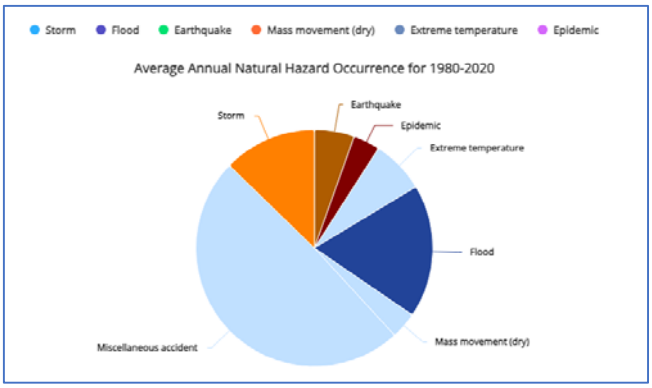
شكل (21). يوضح نمط توزيع الأمطار السنوية على مصر . المصدر[1]

المخاطر الطبيعية التى حدثت مؤخرا فى مصر نتيجة التغيرات المناخية :

يظهر من خلال الشكل البيانى (شكل 22) ان معظم المخاطر البيئية التى حدثت مؤخرا فى مصر هى مخاطر متعلقة بالفيضانات ومياة الامطار والعواصف المطيرة وذلك بسبب التغيرات المناخية التى اصبحت ملحوظة بشكل مباشر ، وهذا مايستدعى التدخل السريع لايجاد حلول لمواجهة مثل هذة المخاطر التى تعترض طريق التنمية وتسبب خسائر مادية فى الممتلكات العامة والخاصة ، وايضا يمكن الاستفادة من كميات المياة التى تتساقط عن طريق توجيهها بشكل يلائم طبيعة الموقع وتخزينها والاستفادة منها لتقليل الضغط على طلب موارد المياة النظيفة .



شكل (22). أ- يوضح المخاطر الطبيعية التى حدثت مؤخرا فى مصر نتيجة التغيرات المناخية. المصدر[20]



شكل (22). ب يوضح متوسط جدوث المخاطر الطبيعية فى مصر خلال الفترة 1980-2020 نتيجة التغيرات المناخية. المصدر[20]

مشكلة الامطار فى مرسى مطروح :

تعانى مدينة مرسى مطروح من مشكلة تساقط الامطار مؤخرا نتيجة التغيرات المناخية وتواجة الاداراه المحلية قصور كبير فى التعامل مع هذة الازمة والتى تتسبب فى حدوث خسائر مادية واجتماعية وبيئية بالمدينة على الرغم من ندرة مورد المياة بالمدينة والتى يمكن مواجهت مشكلة نقص المياة عن طريق الادارة الرشيدة للامطار باعتبارها احد الموارد الرئيسية التى تعتمد عليها المدينة لسد احتياجاتها اللازمة للزراعة وغيرها من الاستعمالات الخفيفة ولكن نظرا لضعف نظم الادارة لا يتم استغلال الا جزء بسيط من مياة الامطار .

العاصفة الرعدية على مدينة مرسى مطروح اكتوبر 2023 .

شهدت عدة مناطق في محافظة مطروح ، سقوطاً للأمطار الرعدية الغزيرة والمتوسطة، مصحوبة بأصوات الرعد وأضواء البرق (شكل 23)، أسفرت عن تجمع كميات كبيرة من المياه بالمناطق المنخفضة، وتدفقت كميات كبيرة على الوديان وتجمعت لتشكل سيولاً في بعض المناطق، خاصة على أطراف مدينة مرسى مطروح الغربية ، وتشهد بعض مناطق غرب

وجنوب مدينة مرسى مطروح عاصمة المحافظة، تجمعات لمياه اللأمطار والسيول التي قطعت بعض الطرق في طريقها لتصب في البحر، ومن بين هذه المناطق وادي الرمل والخروبة ومنطقة القصر ومنطقة الكيلو 4، وهرع الأهالي وأجهزة المحافظة، لمساعدة الأشخاص التي حاصرتهم السيول وتجمعات الأمطار ، وعلى الرغم أن أهالي مطروح، خاصة سكان المناطق الصحراوية، ينتظرون سقوط الأمطار الغزيرة، لملئ الآبار وخزانات تجميع مياه الأمطار، التي يعتمدون عليها طوال العام في الشرب والزراعة وتربية الحيوانات، كما يسبقون موسم سقوط الأمطار بحرث الأراضي ونثر تقاوي الشعير والقمح. إلا الأمطار تسببت فى خسائر كبيرة فى الممتلكات وتعطل حركات المرور لفترات طويلة خلال ايام الازمة .

شكل (23). يوضح غرق مدينة مرسى مطروح خلال العاصفة الرعدية الاخيرة اكتوبر 2023. المصدر[7]

من الاسباب الرئيسية لحدوث هذة الازمة هو عدم الاستعداد لها واهمال تطوير البنية الاساسية وخاصة شبكة الصرف الصحي التي يبلغ عمرها 105 أعوام، وعدم قدرتها على التعامل مع مثل هذه الأمطار الغزيرة. ولا يوجد في البلاد شبكة لتصريف مياه الأمطار، وتعتمد على شبكة الصرف الصحي لتصريف مياه الأمطار. ونظرا لارتفاع تكاليف انشاء شبكة صرف منفصلة لمياه الأمطار ستتكلف من 300 مليار إلى 400 مليار جنيه حسب ما قاله النائب ممدوح الحسيني، عضو لجنة الإدارة المحلية ببرلمان ويرى العديد من خبراء التخطيط العمرانى فى مصر ، أن أحد العوامل الرئيسية التي أدت إلى تفاقم الأزمة هو اعتماد مصر على شبكة الصرف الصحي لتصريف مياه الأمطار، حيث لا يوجد أي مدينة في مصر لديها شبكة منفصلة لتصريف مياه الأمطار بسبب التكلفة العالية وأيضا لأن مصر ليست دولة تكثر فيها الأمطار .

نتائج اساليب تعامل مدينة مرسى مطروح مع مياة الامطار (الوضع الراهن) :

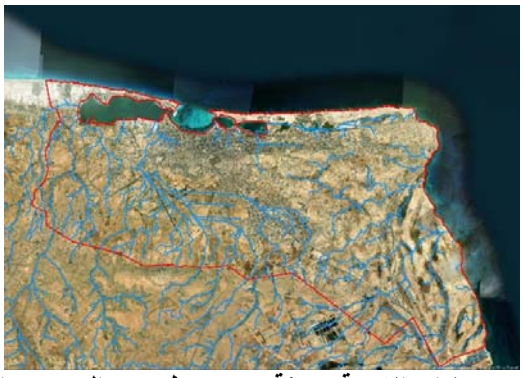
تواجة الادارة الحالية لمدينة مرسي مطروح قصورا كبيرة فى التعامل مع مياة الامطار التى اصبحت موجودة بشكل اكثر تكرارا مؤخرا نتيجة التغيرات المناخية العالمية التى تسببت فى ذيادة اوقات تساقط مياة الامطار وفى غير مواعيدها المتعاهد عليها ، وتتسبب هذة الامطار فى حدوث اختناقات مرورية ووقوع خسائر مادية وبيئية فى الممتلكات العامة والخاصة وتدهور الشواطئ الساحلية (شكل 24) نتيجة الجريان السطحى الذى تتعرض لها المياة وصولا الى البحر المتوسط وصرفها دون الاستفادة منها على الرغم من الفقر المائى الذى تتعرض له البلاد ومدينة مرسى مطروح بشكل خاص باعتيارها احد المدن الصحراوية التى بها ازمة فى توافر المياة النظيفة الصالحة للشرب والمياة اللازمة لرى المناطق الخضراء والزراعة فى المدينة واعتمادها بشكل اساسى علي مياة الابار التى ايضا لما تسلم من التلوث الناتج عن الجريان السطحى لمياة الامطار .

شكل (24) يوضح تلوث مياة البحر المتوسط نتيجة صرف مياة الامطار. المصدر[7]

التطبيق على المدينة :

لكى يتم تحديد المناطق التى يتجمع بها المياة يمكن استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية GIS وانتاج خرائط لتحديد مسارات الاودية والامكان التى تصب بها (شكل 25 ، 26) لوضع الحلول المناسبة للتعامل مع هذة المشكلة . بعد ذلك يتم تقسيم المدينة الى مناطق متجانسة بحيث كل منطقة لها طبيعتها الخاصة ولها اساليب التعامل التى تتناسب معاها لادارة مورد مياة الامطار واستغلاله بشكل سليم ، وتنقسم المدينة الى منطقتين احدهم حضرية والاخرى صحراوية جافة يتم ذراعة

مساحات متفرقة منها معتمدة على مياة الامطار الموسمية ومياة الابار فى بعض الاوقات التى لا يتساقط بها امطار وعلى الرغم من اعتمادها بشكل كبير على مياة الامطار الا انه ماذال هناك حدوث هدر لكميات كبيرة من المياة بسبب عدم وجود سياسات لحفظ وادرة مياة الامطار .



شكل (25). يوضح مسارات الاودية بمدينة مرسى مطروح . المصدر : الباحث بإستخدام برنامج Arcmap 10.8

شكل (26). يوضح مسارات الاودية بمدينة مرسى مطروح . المصدر: الباحث بإستخدام برنامج Arcmap 10.8

اولا المناطق الحضرية :

تتكون من مباني وطرق وارصفة ومناطق انتظار وغيرها من الاسطح الغير منفذة (شكل 27) والتى تعتبر احد اسباب حدوث الجريان السطحى الذى يلوث مياة الامطار قبل ان يتم تصريفها فى البحر وتتسبب بعد ذلك فى تدهور الشواطئ والحاق الضرر فى البيئة المائية . المنطقة المختارة عبارة عن أرض سكنية مختلطة الاستخدام، وتتكون من مباني سكنية مكونة في مجموعات بشكل مخطط ، ترتبط المنطقة بشبكة شوارع محلية تشكل كتلًا مقسمة. توجد منطقة خضراء تتوسط المجموعة السكنية ولكنها ليست فى افضل حالاتها لقلة كفائة ادارة المياة فى المدينة. يحد المنطقة من الشمال طريق الكورنيش ثم خط الشاطئ مباشرة .

شكل (27). صورة من جوجل ايرث توضح المناطق الحضرية بمدينة مرسي مطروح.

مستوى المبنى :

تعتبر الاعتبارات الرئيسية مثل العرض والطلب وجودة المياه والتكلفة نقاطًا أساسية لتحديد الاختيار الصحيح عند استخدام نظام خزان مياه الأمطار. في مثل هذا الموقع السكني منخفض الكثافة، ينشأ استخدام محدود لخزان مياه الأمطار بسبب انخفاض مساحة سطح السقف. إن موثوقية إمداد النظام للطلب على المياه في المساحات الخضراء منخفضة جدًا في هذه الحالة. وأيضًا، مع هطول الأمطار الموسمية المنخفضة نسبيًا في المنطقة، فإن فعالية النظام من حيث التكلفة منخفضة انخفض بسبب زيادة حجم خزان مياه الأمطار بالإضافة إلى تكلفة التوصيلات. وينبغي أن تؤخذ في الاعتبار إمدادات المياه (حدائق المطر) من أجل الحفاظ على موثوقية الإمدادات وزيادة فعالية النظام من حيث التكلفة. ان سطح الأسطح مبلط بمواد ذات معامل جريان عالي. يعتبر استخدام مياه الأمطار لري المساحات الخضراء هو الأنسب لأن المياه لا تحتاج إلى أي معالجة إضافية. يلزم وجود محول تدفق لمنع التدفق الأول للمياه الملوثة من دخول الخزان. يمكن أن يسمح توفر المساحة بوجود خزانات لامركزية فوق الأرض. لكن تعد الخزانات المركزية الكبيرة تحت الأرض خيارًا أفضل في حالة تطبيق نظام مترابط يدعم إمدادات المياه التكميلية الأخرى من حدائق المطر أو غيرها من التطبيقات .

يمكن دمج التطبيقات الثلاثة التى يمكن استخدامهم على مستوى المبنى (الاسطح الخضراء- الاسطح الزرقاء – ماسورة التصريف) لتحقيق اقصى استفادة من مياة الامطار وتقليل الضغط على شبكات الصرف الصحى اثناء فترات هطول الامطار الغزيرة والترشيح الحيوي الطبيعي.

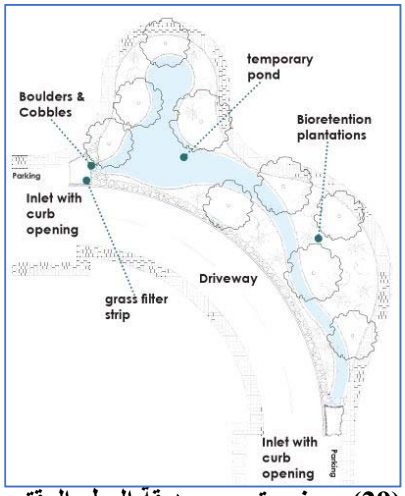
تمنع الأسطح الخضراء (شكل 28) الملوثات والسموم من الوصول إلى مجاري المياه والمجاري المائية ، يعتبر 95% من كبريتيد الرصاص والنحاس والكادميوم و19% من الزنك القادم من مياه الأمطار يبقى في الركيزة، مما يساعد على تحسين نوعية المياه المحلية وعدم تلوث مياة البحر فى حالة صرف مياة الامطار به ، وتقليل كمية ثاني أكسيد الكربون في الهواء، والتي تعتبر من أهم أسباب ظاهرة الاحتباس الحراري. يمكن لمساحة 1 متر مربع من السقف الأخضر أن تمتص 5 كجم من ثاني أكسيد الكربون سنويًا. كما انه ثبت أن الأسطح الخضراء تزيد من العمر المتوقع للسقف ثلاث مرات من الأضرار الميكانيكية والأشعة فوق البنفسجية ودرجات الحرارة القصوى، مما يؤدي إلى انخفاض تكاليف الصيانة والتجديد ، وتساعد الأسطح الخضراء على تقليل استهلاك الطاقة بنسبة 40% للتدفئة في الشتاء وبنسبة 100% للتبريد في الصيف. يعتمد الأداء على عدة جوانب بما في ذلك الظروف المناخية ونوع البناء وسمك العزل وما إلى ذلك.

شكل (28). يوضح الاسطح الخضراء ومساهمتها فى تحسين الشكل العام للمبانى والبيئة.
المصدر[21]

بعد ذلك يتم تجميع مياة الامطار وتوجيهها الى ماسورة التصريف ليتم الدفع بها بعد ذلك الى شبكات الصرف الصحى بعد انتهاء فترة ذروة سقوط الامطار لتخفيف الضغط على الشبكات وتجنب انهيارها ، وذلك عند عدم الحاجة الى استخدام المياة مرة اخرى حسب مدى الاحتياج الى المياة .

مستوى الحى :

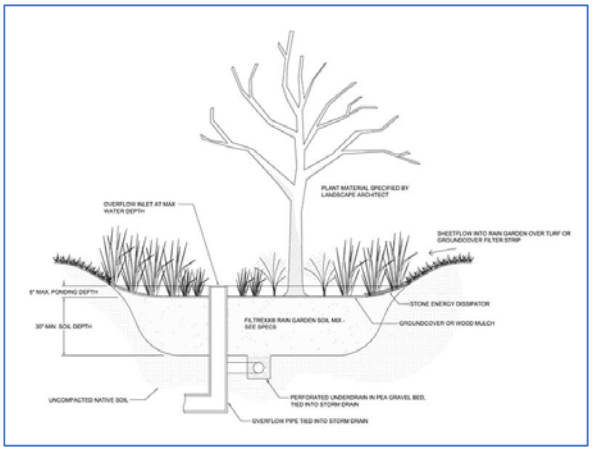
يمكن دمج منظومة الانهار البيولوجية بحدائق الامطار (شكل 29) حتى يكون نظام ترشيح وتجميع وليس نظام ترشيح. ان دمج نظام حدائق المطر مع خزان تجميع الأمطار تعتبر نظام أفضل في الموقع يمكن استخدامه لتصفية مياه الأمطار المجمعة وتحسين جودتها، قبل إعادة استخدامها في ري المناظر الطبيعية. ويجب ألا يحتفظ النظام بمياه الأمطار المجمعة أكثر من 48 ساعة. وذلك لتحسين أداء إزالة الملوثات ومنع انتشار البعوض لأنه لا يستطيع التكاثر خلال هذا الوقت.



شكل (29). يوضح تصميم حديقة المطر المقترح. المصدر[22]

حدائق المطر Rain garden (شكل 30) :

يتكون من مكونات مختلفة لها غرض في الأداء العام للنظام؛ يعد نظام المدخل مع فتحة الرصيف وشريط مرشح العشب بمثابة مرحلة معالجة مسبقة ويقلل من سرعة الجريان السطحي الوارد؛ منطقة برك للتخزين المؤقت لمياه الأمطار المجمعة؛ منطقة المهاد للترشيح، وتحفيز نمو الكائنات الحية الدقيقة؛ وسيلة زراعة لزراعة المزارع؛ النباتات الخشبية والعشبية. الفراش عبارة عن طبقات من الحصى والرمل تعمل كطبقة معالجة تلميع نهائية وطبقة تصريف؛ مخرج للنظام لنقل المياه المجمعة عن طريق أنبوب تصريف سفلي مثقوب إلى خزان التخزين. علاوة على ذلك، يجب مراعاة استنزاف الفائض لتمرير التدفقات الزائدة من العواصف إلى نظام الصرف المشترك .



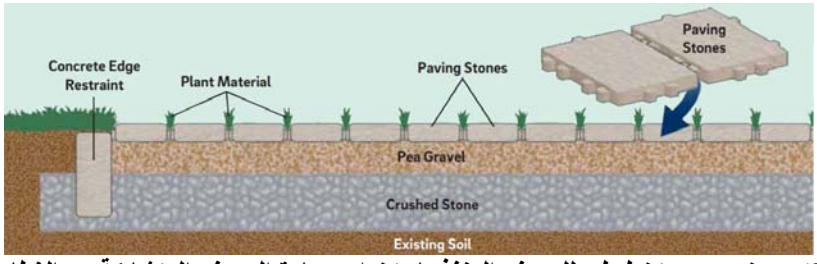
شكل (30). يوضح نظام حديقة المطر. المصدر[22]

يجب أن توفر المناظر الطبيعية والغطاء النباتي في حديقة المطر غطاءً كثيفًا لمقاومة التآكل. ويجب أن تكون النباتات المختارة محلية ذات متطلبات مائية منخفضة إلى متوسطة والتي يمكنها تحمل الجفاف وتقلب مستويات المياه لفترات طويلة. ويمكن لمجموعة متنوعة من الأشجار والشجيرات توفير التحكم في التدفق، بالإضافة إلى الظل من التعرض لأشعة

الشمس، مما قد يقلل من التبخر. يتم استخدام المستنقعات في الشرائط النباتية الخطية لجزر الشوارع كهيكل نقل على طول الشرائط، ليس للتخزين، ولكن للتسلل. تتمتع كل من المستنقعات والحدائق المطيرة بنفس الاعتبارات الأخرى المتعلقة باختيار النباتات والتربة ومكونات التصميم.

الارصفة المنفذة Premeable pavement

يسمح الرصيف المسامي للماء بالتسلل عبر السطح ولا يصبح جريانًا أبدًا. يوفر هذا النظام الدعم الهيكلي للرصيف التقليدي ولكنه يتكون من سطح مسامي وخزان حجري تحت الأرض (شكل 31). يوفر الخزان الحجري تخزينًا مؤقتًا قبل أن يتسرب الماء إلى التربة. هناك العديد من الأنواع المختلفة من الأسطح المسامية، بما في ذلك الأسفلت السابق والخرسانة السابقة والرصف المتشابك. تعمل الرصفات المتشابكة بشكل مختلف قليلاً عن الخرسانة السابقة والأسفلت. بدلاً من السماح للمياه بالتغلغل عبر الأرض، يتم تباعد الرصف بالحصى أو العشب للسماح بالتسلل ويحبذ انشاء الارصفة المنفذة فى المناطق التى يحدث بها جريان سطحى بشكل كبير مثل مناطق انتظار السيارات (شكل 32).



شكل (31). يوضح رسم تخطيطي للرصف المنفذ باستخدام حجارة الرصف المتشابكة مع الغطاء النباتي. المصدر[24]

شكل (32). يوضح الرصيف المنفذ فى مناطق انتظار السيارات. المصدر[24]

على مستوى الطرق :

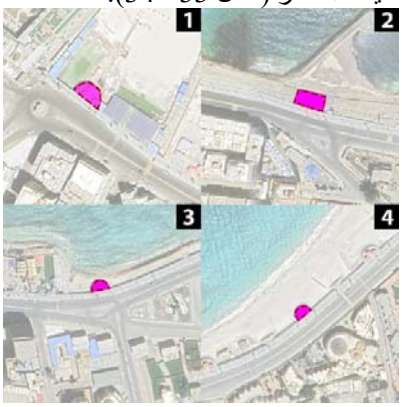
تعتبر الطرق من العناصر المهمة التى يمكن استغلال الامطار من خلالها لانها احد الاسطح الغير منفذة والتى تتسبب فى حدوث الجريان السطحى والذى يسبب تلوث المياة لذلك يجب استغلال المياة باسرع مايمكن لتقليل تعرضها للتلوث حتى يمكن الاستفادة منها مرة اخرى حسب جودتها ، لذلك الطرق الخضراء green ways تعتبر احد تطبيقات البنية الاساسية الخضراء التى تساعد على استغلال مياة الامطار وتقليل الجريان السطحى وذلك عن طريق تجميع المياة فى منطاق المنسوب الاقل لرى المناطق الخضراء وترسيب المياة من الملوثات الموجودة على الطرق لتغزية المياة الجوفية .

ج- الطرق المحلية الرئيسية (الكورنيش) :

يعتبر طريق الكورنيش اكثر الاماكن تعرضا لمياة الامطار وذلك لانة اقل منسوب فى المدينة قبل الشاطئ مباشرة لتستقر بعد ذلك المياة فى البحر والتى قد تسبب تلوث الشواطئ وتدهور البيئية البحرية ، لذلك احد اهم الطرق التى يمكنها ان تتعامل مع مياة الامطار وادارتها بصورة رشيدة على مستوى طريق الكورنيش هى ساحات المياة (water square) بحيث يمكن توزيعها على طول طريق الكورنيش بالاماكن التى تتجمع بها الامطار فى اوقات التساقط الشديدة ومن ثم يمكن اعادة استخدام المياة التى تم تجميعها بشكل يتناسب مع جودتها دون الحاجة الى اعادة تنقيتها ، حيث يمكن استخدامها فى رى المناطق الخضراء والحمامات العامة وغسل الشوارع والاستخدامات الشاطئية الاخرى .

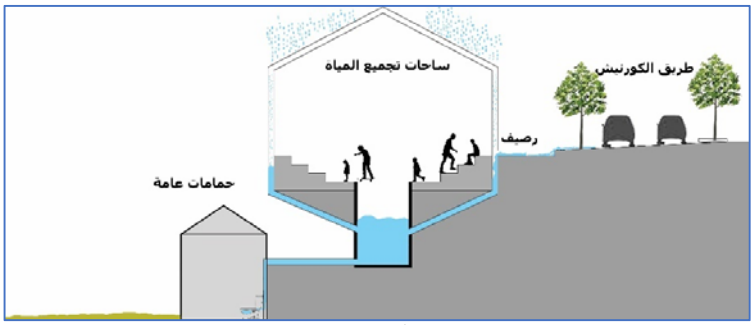
شكل (33). يوضح الاماكن المقترحة لانشاء ساحات المياة water square. المصدر : الباحث.

تم من خلال الصور الجوية اختيار المواقع لانشاء ساحات المياة باعتبارها اكثر المواقع انخفاضا عن الطريق وباعتبارها اكثر الاماكن التى يتجمع بها مياة الامطار (شكل 33 ، 34).



شكل (34). يوضح الاماكن المقترحة لانشاء ساحات المياة water square. المصدر : الباحث.

من خلال الصور الجوية اتضح ان معظم الاماكن التى تم اختيارها فى الاساس هى اماكن جلوس مظللة يستخدمها رواد الشاطئ والسكان المحليين بغرض التنزه على الكورنيش لذلك لن يكون من الصعب تحويلها الى ساحات مياة والتى ستوفر اماكن للجلوس وممارسة الانشطة الاجتماعية للسكان. ويتم تجميع المياة لاستخدامها فى الحمامات العامة على الشواطئ كاحد مصادر المياة البديلة فى اوقات تساقط الامطار لتخفيف الضغط على الموارد المائية وكذلك لتخفيف الضغط على شبكات الصرف الصحى فى اوقات الذروة وعدم صرف مياة الامطار وخلطها بمياة البحر (شكل 35).



شكل (35). يوضح ساحة المياة على طريق الكورنيش.
المصدر : الباحث.

على مستوى المدينة (المناطق الصحراوية والاودية) :

يغلب على مدينة مرسى مطروح الطابع الصحراوى وعلى الرغم من قلة الموارد المائية الا ان النشاط السائد بالمدينة هو الزراعة بجانب الانشطة السياحية الموسمية خلال فترات الصيف ، وتعتمد الزراعة على مياه الأمطار حيث لا يتوفر مصدر ري دائم. وأهالي مطروح من أبناء القبائل يزرعون الزيتون والتين في القرى والنجوع والمناطق الساحلية ، كما يتم زراعة اللوز والحبوب كالشعير، وهو ما تشتهر به المحافظة، حيث المساحات الشاسعة من آلاف الأفدنة .

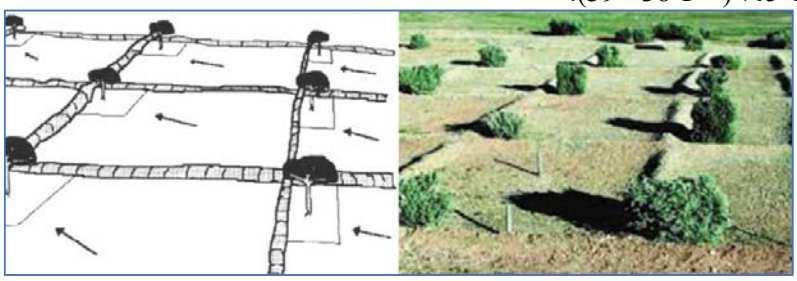
تتسبب الامطار فى حدوث تدهور فى الاراضى الزراعية وغرقها وتدهور المحاصيل (شكل 36)، لذلك يمكن استخدام تطبيقات البنية الاساسية الخضراء فى ادارة مياة الامطار بصورة سليمة بحيث يمكن الاستفادة من كميات المياة الكبيرة فى ذيادة الانتاجية للمحاصيل الزراعية ، ومن ابرز الطرق التى يمكن تطبيقها على المدينة هى السدود شبه الدائرية والمثلثة ، مستجمعات المياه الصغيرة (Negarim microcatchments ، Meskat microcatchment) وذلك لملائمتها مع طبيعة الميول(0.5 – 15%) ونوع التربة بالمدينة (شكل 37 ، 38).

شكل (36). يوضح تدهور الاراضى الراعية بسبب تساقط الامطار. المصدر[7]

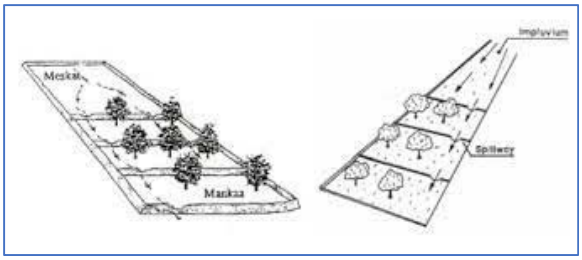
شكل (37). يوضح السدود شبه الدائرية والمثلثة. المصدر[25]

وتستخدم السدود شبه الدائرية والمثلثة على نطاق واسع لإنشاء الأشجار. وهي مفيدة في الأراضي المنحدرة التي يتراوح ميلها بين 0.5 و5% ، تحيط السدود الترابية التي يبلغ ارتفاعها حوالي 0.5 متر بانخفاض طفيف، حيث يتم تخزين المياه حتى تتسرب إلى التربة. قد يتراوح عرض الهياكل من 3 إلى 5 أمتار وتكون في الغالب مبطنة في صفوف متداخلة. يجب أن تكون أطراف الأحواض على الكفاف.

ومستجمعات المياه عبارة عن أحواض صغيرة على شكل مربعات، وتحيط بها سدود ترابية منخفضة. ويتسرب الجريان السطحي إلى أدنى نقطة حيث تزرع الأشجار ، تم العثور على معظم مستجمعات المياه الصغيرة على منحدرات بميل يتراوح بين 1-5% (شكل 38 ، 39).



شكل (38). يوضح مستجمعات المياه الصغيرة Negarim microcatchments. المصدر[26]



شكل (39). يوضح مستجمعات المياه الصغيرة Meskat microcatchment. المصدر[26]

أنظمة المسقط (شكل 39) تعتبرمناسبة للمناطق التي يتراوح معدل هطول الأمطار السنوي فيها بين 200-400 ملم والمنحدرات بين 2-15%. ويتكون النظام من منطقة مستجمع مياه تسمى "مسكات" تبلغ مساحتها حوالي 500 متر مربع، ومنطقة زراعية تسمى "منكا" تبلغ مساحتها حوالي 250 متر مربع. ويحيط بنظام المسكت بأكمله حاجز يبلغ ارتفاعه 20 سم، ومجهز بمصرف لتصريف المياه للسماح بتدفق الجريان السطحي إلى قطع أراضي المنكا والمياه الفائضة لمغادرة المنكا .

الاستنتاج:

بعد ان تم دراسة الوضع الراهن لمدينة مرسى مطروح باعتبارها احد المدن المصرية التى تتاثر بسقوط الامطار فى اوقات متعددة خلال العام وكذلك معظم المدن المصرية تواجة نفس المشكلة بسبب عدم مراعات الجوانب البيئية فى عملية التخطيط والتصميم والتى قد تتسبب فى تفاقم الازمة بمرور الوقت بسبب التغيرات المناخية العالمية والتى أدت الى زيادة ملحوظة فى معدلات تساقط الامطار وتطرف قيمها وعدم القدرة على التنؤ باوقات سقوطها بشكل مستمر ، لم تقتصر المشكلة الاساسية لسقوط الامطار على تعطيل حركات المرور وحدوث خسائر كبيرة فى الممتلكات العامة والخاصة ، بل مع الزيادة السكانية والتوسعات العمرانية التى تقوم بها الدولة مؤخرا ذاد الطلب على الموارد المائية مما أدى الى البحث عن موارد بديلة وجديدة للمياة وعلى الرغم من معدلات تساقط الامطار القليلة فى مصر الا انه اصبح من الضرورى وضع استراتيجية لادارة مياة الامطار واستغلالها الاستغلال الامثل لمعالجة مشكلة زيادة الضغط الطلب على الموارد المائية .

يساهم مدخل البنية الاساسية الخضراء كأحدى أهم المداخل الى قدمت حلول فعالة للقضايا البيئية الملحة فى الوقت الحال وبشكل خاص فى حل أزمة أدارة مياة الامطار حيث قدمت تطبيقات البنية الاساسية الخضراء العديد من الحلول المستدامة لحل الازمة وتحويلها الى مورد يمكن استخدامة فيما بعد للمشاركة فى حل ازمات اخرى مثل مشكلة نقص المياة ، كما تم دمج الحلول البيئية والاقتصادية والاجتماعية معا لتحقيق الاستدامة .

التوصيات :

- تعزيز مفهوم شراكات البنية الاساسية الخضراء فى المخططات العامة للمدن ، وبما أن معدل هطول الأمطار في المدن الأخرى أقل نسبيًا، فإن تطبيقات ادارة مياه الأمطار المحلية سيكون لها تأثير محدود، ولكن ادارة مجاري مياه الأمطار الموسمية المتدفقة من مناطق خارج المدن أمر ضروري.
- يجب تغيير ممارسات التخطيط والسياسات الحضرية لتناسب البيئة واحتياجات الناس.
- هناك حاجة إلى مزيد من الدراسات لدراسة التكلفة/البيئة/التنافسية الاجتماعية للبنية الاساسية الخضراء مقابل الحلول المحتملة.

المراجع

1- Abd El-Shafy, H.I.; El-Saharty, A.A.; Regelsberger, M. and Platzer, C. (2010). Rainwater in Egypt: quantity, distribution and harvesting. Mediterranean Marine Science, .5 11(2): , 245–258. Doi: 10.12681/mms.75

2- Mansour, R.; Mohamed, H. and Zeidan, B.A (2021).Validity of rainwater harvesting using green, 2nd International Conference on Civil Engineering:Recent Applications and Future Challenges. At Hurgada.

3- جريدة المصرى اليوم (2019/10/22). https://www.almasryalyoum.com/news/details/1436760

4- جريدة المصرى اليوم (2020/3/12).

5- Abd El-Halim., A. (2023). Explainer: Why is New Cairo so Vulnerable to Rain? At: https:// egyptianstreets.com/2023/01/29/explainer-why-is-new-cairo-so-vulnerable-to-rain/

6- الهيئة العامة للاستعلامات (2021). تقرير جهود الدولة والمجتمع المدني في مواجهة السيول باسوان. https://hrightsstudies.sis.gov.eg
7- الصفحة الرسمية لمدينة مرسي مطروح
https://www.facebook.com/Mersa.Matrouh.Official/?locale=ar_AR
8- Tamer A. Gado and Doaa E El-Agha (2019). Feasibility of rainwater harvesting for sustainable water management in urban areas of Egypt. 5 th International Scientific Research conference: Renewable Energy & Water Sustainability, 26- 29 March 2019 , Sharm El Sheikh, Egypt..(Poster)
9- Ines Hrdalo, Dora Tomićand Petra Pereković (2015). Implementation of Green Infrastructure Principles in Dubrovnik, Croatia to Minimize Climate Change Problem. Urbani izziv, 26, supplement, 2015 (special issue), S38-S49. DOI: 10.5379/urbani-izziv-en-2015-26-supplement-003
9- European Commission (2019). Review of progress on implementation of the EU green infrastructure strategy, Brussels.
10- Shikha Ranjha (2016). Green infrastructure: planning for sustainable and resilient urban environment. Germany : DLGS-IOER-TU Dresden.
11- Greg Browder Suzanne Ozment, Irene Rehberger Bescos, Todd Gartner and Glenn-Marie lange (2019). Integrating green and gray: Creating Next Generation Infrastructure. World resources institute. e MaGICLandscapes INTERREG Central Europe project.
12- Abdulla, F.A. and Al-Shareef, A.W. (2009). Roof Rainwater Harvesting System for Household Water Supply in Jordan. Desalination, 243: 195-207.
13- Gian Luigi Rossi1 ; Simone Ciadamidaro1 ; Mariarita Minciardi1 ; Christopher Marrs; Simonetta Alberico; Gabriele Bovo; Florian Danzinger; Mita Drius; Martin Erlebach; David Freudl; et al. (2020). Manual for creating evidence-based green infrastructure strategies and action plans a tool supporting local Planning.
14- State of Green (2020). Stormwater management for resilient and liveable cities . How rethinking urban water management can transform cities of the future State of Green IWA Denemak. https://stateofgreen.com/en/news/stormwater-management-for-resilient-and-liveable-cities./
15- Leila Mosleh; Masoud Negahban-Azar and Mitchell Pavao-Zuckerman (2023). tormwater Green Infrastructure Resilience Assessment: A Social Ecological Framework for Urban Stormwater Management. Water ,15(9):1786. https://doi.org/10.3390/w15091786
16- Nidhi Pasi; Mahreen Matto and Shivali Jainer (2014). Urban Rainwater Harvesting: Case studies from different agro-climatic regions. Centre for Science and Environment ،
17- Watersquare Benthemplei, Rotterdam. De Urbanisten. https://www. urbanisten. nl/work/benthemplein.
18- Zuza Nazaruk (2022). How Did Rotterdam Become A Fortress Against Climate Change And Sea Level Rise ?NOVEMBER, 2022 At: https://ozoneeg.net/2022/11/21
19- https://en-gb.topographic-map.com/map-r454s/Marsa-Matruh/
20- Climate Change Knowledge Portal. https://climateknowledgeportal. worldbank.org/country/ egypt/vulnerability
21- Ayokunle O. Familusi; Adebola A. Adekunle; Adedayo A. Badejo; Olayemi J. Adeosun; Kasali A. Mujedu; Joel O. Olusami; Babatunde E. Adewumi and Damilola A. Ogundare (2021). A short review on passive strategies applied to minimise the building cooling loads in hot locations. Analecta Technica Szegedinensia., 15(2).
22- Mahmoud Moursy Hussein (2018). Sustainable regeneration of urban green areas in Egypt's desert cities . Adopting green infrastructure strategies in new Borg EL-Arab city. M.Sc. Thesis, Resource Efficiency in Architecture and Planning HafenCity University, Hamburg, Germany Hamburg, Germany : Hafen City University.

23- FOR RAIN GARDENS .filtrexx sustinable technolgy .http://filtrexx.hu/rain-garden/index.php.
24- Smart Stormwater Management:A How-to for Homeowners.2020 .
25- newTree Semi-Circular Edges .RUVIVAL .2021 .https://www.ruvival.de/es/bordos-semicirculares-newtree./
26- Vito Bobek (2019). Smart Rainwater Management: New Technologies and Innovation . Austria : Universities of Applied Sciences Joanneum.

Proposed methods for rainwater management using the green infrastructure approach in Marsa Matrouh city

Ahmed N. Ghoneim* ، Abeer A.Mohamed ، Ashraf A. Khedr and Shimaa S. AbdelKader
Faculty of Regional and Urban Planning - Cairo University - Giza - Egypt
*E-mail: ahmednapil123456@gmail.com

ABSTRACT

This research discusses the applications of green infrastructure and its role in dealing with pressing environmental issues that have become a major threat to our daily lives recently as a result of the global climate changes that our world is facing at the present time, especially the crisis of rain falling on Egyptian cities, which has become a phenomenon of Egyptian urbanism recently. Due to the failure to take into account all of these problems in the planning and design stages in advance, many economic, environmental and urban problems have emerged, such as the occurrence of losses in the private and public properties of residents and the deterioration of beaches in coastal areas as a result of surface rain runoff and the lack of rain drainage systems in these cities, so the local administration of the cities resorts to These large quantities of water are spent in the sea, and some of them in sewage drains. Thus, these unsustainable solutions have caused the loss of an alternative resource for unpolluted water, which may not require large-cost treatments to reuse it again for the purposes of beaches, irrigation of green areas, and other light uses. The research will present the role of green infrastructure in dealing with the environment in general and its dealings with water resources management (rainwater) in particular, and integrating environmental, urban and social solutions together to solve this crisis and transform the problem into a new source of water resources to reduce the pressure on water demand for some uses. Which does not require high quality water.

Keywords: Green infrastructure, Rainwater management, rain problems, Marsa Matrouh, Egypt.