كتيّب حصاد المياه في سوريا

إعداد الدكتورة: قمر محمود خزعل

ترجمة: سهيلة حسن صعب

منظمة MERCY CORPS - 2023

WASH Cluster
Water Sanitation Hygiene

MERCY CORPS

مقدمة

في تشرين الأول/أكتوبر 2021، أقر مجلس الأمن التابع للأمم المتحدة بأن "ملايين الأشخاص في شمال وشمال شرق الجمهورية العربية السورية يتأثرون بأزمة المياه ولا يستطيعون الحصول بشكل موثوق على مياه كافية وآمنة بشكل منتظم، بسبب انخفاض غير مسبوق في منسوب مياه نهر الفرات، وعدم انتظام وانخفاض هطول الأمطار، وانخفاض القدرة التشغيلية لمحطة مياه أولوك، وتعطل نظام المياه. وقد ارتفع معدل انتشار الأمراض المنقولة بالمياه في المناطق المتضررة. ومن المرجح أن يؤدي فقدان المحاصيل وسبل العيش الزراعية إلى تفاقم المعدلات المرتفعة بالفعل لانعدام الأمن الغذائي وسوء التغذية. وتتأثر النساء والفتيات بشكل غير متناسب بسبب دورهن البارز في قطاع الزراعة

في آب/أغسطس 2022، تم تنظيم النسخة الأولى من ورشة عمل "التخفيف من تأثير أزمة المياه في سوريا" من قبل قطاعي الأمن الغذائي في سوريا بأكملها وقطاعات المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية، بدعم من CARE، و Solidarités International، وWelthungerhilfe، وMercy Corps.

وكانت ورشة العمل فرصة لمناقشة سبل التخفيف من العوامل المتعددة والمعقدة التي تسبب ندرة المياه في سوريا، فضلاً عن حقيقة أن حالة ندرة المياه هذه أدت إلى تفاقم الأزمة الإنسانية على مر السنين. حدد المشاركون (الجهات الفاعلة في مجال الأمن الغذائي وسبل العيش والمياه والصرف الصحي والنظافة الصحية) أن التغييرات يجب أن تحدث في طريقة الحصول على المياه وإدارتها، سواء على مستوى الأسرة أو المجتمع (لا سيما داخل المجتمعات الزراعية). وطلبوا الحصول على قائمة بالحلول المنزلية والمجتمعية لتجميع مياه الأمطار التي يمكن استخدامها/تطبيقها في سوريا، كخيارات مستدامة للتخفيف من تأثير أزمة المياه على مختلف المستويات.

تتمثل إحدى النتائج التنظيمية لـ Mercy Corps للسنوات القادمة في حصول الأشخاص على وصول عادل ومستدام إلى المياه النظيفة والآمنة لتلبية احتياجاتهم اليومية. وتلتزم استراتيجيتنا، المضمنة في إطار المرونة، أيضًا بالمبادرات الذكية المناخية. كان دعم تطوير مثل هذا الكتالوج متوافقًا تمامًا مع أهداف منظمتنا في سوريا.

وبناءً على ذلك، اتصلت منظمة Mercy Corps بالدكتور م. قمر خزعل، خبير سوري في مجال تجميع مياه الأمطار، قام بإعداد هذا الكتالوج لأي منظمة عاملة في سوريا مهتمة وراغبة في تجربة/تنفيذ حلول حصاد مياه الأمطار. الغرض منه هو أن يكون نقطة انطلاق ولم يتم تصميمه لجمع الخبرات السابقة أو تقديم مبالغ تقديرية في الميزانية أو بروتوكولات صارمة.
وسيكون من الأهمية بمكان أن يتشاور الشركاء مع المجتمعات المحلية وأصحاب المصلحة المعنيين قبل ترتيب أي من هذه الخيارات. ونأمل أن يكون هذا الكتالوج بمثابة مرجع ودليل لإثارة المزيد من النقاش في جميع أنحاء سوريا ولجميع الجهات الفاعلة التي تسعى إلى خيارات أكثر استدامة للتخفيف من تأثير أزمة المياه وتوفير الوصول العادل والمستدام إلى المياه النظيفة والآمنة.

نيكول هارك

المدير القطري - سوريا

عن المؤلف

الدكتورة قمر خزعل هي خبيرة تتمتع بخلفية أكاديمية شاملة وخبرة واسعة في إدارة الموارد المائية، مع التركيز بشكل خاص على تدخلات حصاد المياه. وهي مهندسة زراعية من جامعة دمشق وبدأت دراسة الماجستير في الهندسة الزراعية من جامعة دمشق حول تحسين الخواص المائية والفيزيائية لتربة البادية السورية باستخدام البوليمرات في تطبيقات حصاد المياه لمحاصيل المراعي الصحراوية. لسوء الحظ، بسبب الحرب السورية، انقطع البحث مما اضطرها إلى وقف دراسة الماجستير.
وبعد ذلك حصلت على درجة الدكتوراه. حصلت على درجة الدكتوراه في الإدارة المستدامة للنظم الزراعية والغذائية والغابات من جامعة فلورنسا، حيث بحثت في مراقبة السدود الرملية وتحديد المواقع الأمثل لها كأنظمة لجمع المياه في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. وتضمن ذلك استخدام أدوات متقدمة مثل صور QGIS وLandsat 8.

على الصعيد المهني، تعمل الدكتورة خزعل حالياً كخبيرة دولية في إدارة الأراضي والمياه. على مدى السنوات القليلة الماضية، عملت في العديد من المشاريع التي تشمل إنتاجية المياه، والإدارة المستدامة للأراضي، وحصاد المياه، وتنمية القدرات في المنظمات الدولية. تشمل مساهمات الدكتورة خزعل الدولية سوريا والأردن وتونس وباكستان وموزمبيق وغيرها.

شكر وتقدير

إنني أقدر بشدة ماوريسيو بيريرا نيفيس بريتو لإشرافه الذي لا يقدر بثمن في هذا المشروع. شكر خاص لـ Manon Dumortier وفريق Mercy Corps على الدعم الثابت، وكذلك الزملاء في NWS وNES. أود أن أعرب عن امتناني لجولياسرينا جالياردیني من مجموعة المياه والصرف الصحي والنظافة الصحية لدعمها الفني ولأحمد مسعود للمساعدة الفنية والمراجعة الدقيقة للكتالوج العربي.

المحتويات

مقدمة 6

الخلفية والسياق 6

حصاد مياه الأمطار كحل مستدام 7

فهم البيئة السورية 7

المناطق المناخية السورية 7

الاختلافات الموسمية 8

التربة في سوريا 10

أهمية حصاد المياه 12

تقنيات أنظمة حصاد المياه 13

نظم حصاد المياه الكبرى 14

تغذية المياه الجوفية 15

تحليل التكاليف والفوائد 15

أمثلة على تقنيات حصاد مياه مستجمعات المياه الكلية 15

تخزين الماء في التربة 16

الجريان السطحي / القناة على جانب التل 16

ليمان 17

حزم كبيرة نصف دائرية أو شبه منحرفة 18

جريان فوق الطرقات 20

سد الأخدود / الأخاديد الإنتاجية 21

قطع المصارف (إعادة توجيه المياه) 22

مرافق تخزين المياه 23

الأحواض المحفورة 24

المستوعبات / الخزانات المزروعة 25

هياكل مجرى النهر الغارقة 26

برك لتغذية المياه الجوفية 27

السدود السطحية 29

السدود الترابية والحجرية الصغيرة 30

سدود الصدّ 31

السدود الحجرية لمستجمعات المياه الصخرية: 32

سدود المياه الجوفية / السدود المحتجزة 33

التخزين تحت السطح 33
السدود الجوفية 34
السدود الرملية 35
سدود الترشيح 36
الخزانات الجوفية: خزانات المياه الجوفية/مستوعبات التخزين 38
تقنيات تجميع المياه الصغيرة وحصاد المياه على الأسطح 39
أنظمة حصاد المياه الصغيرة 39
أمثلة على تقنيات حصاد مياه مستجمعات المياه الصغيرة 39
حفر الزراعة 40
حزم مثلثة / على شكل حرف V 41
حزم نصف دائرية 42
الحواجز الهلالية 44
أحواض من نوع فاليراني (نصف دائرية ميكانيكية) 45
الحزم الكنتورية والتلال 47
نظام حصاد المياه على السطح 49
المزاريب 51
الفلترة 52
مرافق التخزين 54
معالجة المياه 56
صيانة أنظمة حصاد المياه 57
التحديات في أنظمة حصاد المياه 58
الاستنتاج والتوصيات 58
المصادر 60
Annex 63

مقدمة

الهدف الرئيسي من هذا الكتيّب هو أن يكون بمثابة دليل علمي لتقنيات حصاد المياه في سوريا. والغرض منه هو أن يكون مرجعاً قيّماً للأفراد والمجتمعات والمنظمات النّشطة في تنفيذ أساليب حصاد المياه للأغراض الزراعية والمنزلية.

يعرض هذا الكتيّب مجموعة متنوعة من أنظمة حصاد المياه المصممة خصيصًا للتحديات البيئية والمناخية التي تواجه سوريا، مع مراعاة تغير المناخ والاستعداد للأحداث المشابهة للجفاف المحتملة ولبناء قدرة جماعية متزايدة على التكيف مع الآثار الضارة لعواقب تغير المناخ (من خلال تخفيف المخاطر المرتبطة بتغير المناخ). وقد تم تصميمه ليكون بمثابة وثيقة تأسيسية لبدء مشاريع حصاد المياه في مختلف مناطق البلاد، ومواءمة هذه المشاريع مع احتياجات السكان المحليين والهدف النهائي المتمثل في استخدام المياه المجمّعة بشكل فعال لتعزيز استدامة استخدام المياه.

وإن أفضل طريقة لاستخدامه هي مقابلة مجتمع المستفيدين ومناقشة نوع النشاط الذي يرغبون في المشاركة فيه. حيث تعد مشاركة المجتمع أمرًا أساسيًا لضمان الحفاظ على النشاط بعد انتهاء المشروع.

الخلفية والسياق

تقع سوريا ضمن المناطق القاحلة وشبه القاحلة في شرق البحر الأبيض المتوسط، وتواجه أزمة تُصنّف على أنها كبيرة في ندرة المياه، أصبحت سوريا تعاني من ندرة المياه بشكل متزايد مع ارتفاع الطلب على المياه وتجاوز مصادر المياه المتاحة في البلاد (Varela-Ortega and Sagardoy, 2002). وتتحول سوريا إلى بلد شحيح المياه بشكل متزايد مع زيادة المتطلبات المستقبلية لدرجة عدم قدرة الموارد الحالية على تلبيتها. على الصعيد العالمي[1]، من المسلّم به أن ندرة المياه هي مصدر قلق مُلحّ وله آثار بيئية واجتماعية واقتصادية متعددة الأوجه. وفي الوقت الحالي، يعيش 40 في المائة من سكان العالم في أحواض أنهار تعاني من نقص المياه، ومن المتوقع أن يزيد الطلب على المياه بنسبة 55% بحلول عام 2050[2]. وفي حين أن تحدي ندرة المياه في سوريا يعكس اتجاهاً عالمياً أوسع نطاقاً، إلا أنه يتفاقم بفعل عوامل إقليمية ومحلية فريدة من نوعها.

ترجع ندرة المياه في سوريا إلى عوامل متعددة ومعقدة تركت ملايين السوريين لسنوات يعتمدون على مصادر مياه غير آمنة[3]. ممارسات مثل استخدام المياه غير المستدامة. وقد تجاوز الإفراط في استخراج المياه الجوفية، مدفوعاً بالمتطلبات الزراعية والصناعية والبلدية، معدلات تجديدها، مما أدى إلى استنزاف طبقات المياه الجوفية. وتؤدي عدم القدرة على التنبؤ بهطول الأمطار إلى تفاقم الإجهاد المائي، مما يزيد من تعقيد إدارة الموارد المائية.

أدت ندرة المياه إلى حدوث أزمة إنسانية، مما أدى إلى تقليص إمكانية الوصول إلى مياه الشرب النظيفة، وتسبب في ظهور الأمراض المنقولة بالمياه والتحديات الصحية المرتبطة بها، وأفاد 24% من المجتمعات المأهولة بالسكان أنهم نادرًا ما يحصلون على ما يكفي من مصادر المياه الأساسية، مما يعني أن ما يقدّر بنحو 6.9 مليون شخص لم يتمكنوا من الوصول إلى مصدر المياه الأساسي إلا ما بين 2-7 أيام في الشهر[4]. ويجبر نقص المياه الأسر على اللجوء إلى آليات التكيف السلبية، مثل تغيير ممارسات النظافة أو زيادة ديون الأسرة لتحمل تكاليف المياه[5]. وقد تحمل القطاع

[1] Varela-Ortega and Sagardoy 2002; Salman and Mualla 2004

[2] OECD, 2012 https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/49844953.pdf

[3] NRC 2023 https://reliefweb.int/report/syrian-arab-republic/inside-syrias-water-crisis-cholera-outbreak-making

[4] https://reliefweb.int/report/syrian-arab-republic/critical-response-and-funding-requirements-response-water-crisis-syria-august-2022

[5] OCHA 2022 https://reliefweb.int/report/syrian-arab-republic/critical-response-and-funding-requirements-response-water-crisis-syria-august-2022

الزراعي، وهو أحد ركائز الاقتصاد السوري، وطأة ندرة المياه. إذ أدى تناقص توافر المياه إلى انخفاض غلات المحاصيل، وزيادة انعدام الأمن الغذائي، والصعوبات الاقتصادية للمجتمعات الريفية[6]. وفي نهاية عام 2022، كان 12 مليون شخص يعانون من انعدام الأمن الغذائي و2.5 مليون يعانون من انعدام الأمن الغذائي الشديد[7] (OCHA 2023).

حصاد مياه الأمطار كحل مستدام

يعد تجميع مياه الأمطار ممارسة مستدامة تم اختبارها عبر الزمن، وتشمل جمع وتخزين مياه الأمطار لتكملة وتعزيز المياه السطحية والجوفية، وقد تم استخدامها في تطبيقات متنوعة، بما في ذلك الزراعة والاستخدام المنزلي. وقد شهدت هذه التقنية القديمة اهتماماً متجدداً في السنوات الأخيرة، نظراً لفوائدها البيئية والاقتصادية والاجتماعية الجذابة. ويلعب دورًا محوريًا في التخفيف من تحديات ندرة المياه، لا سيما في المناطق التي تعاني مع القضايا المتعلقة بتوافر المياه والتوزيع العادل.

يعتمد اختيار تقنية حصاد مياه الأمطار على عدة متغيرات مثل الظروف البيئية السائدة (كثافة الأمطار وتوافر الموارد المائية وجودة مياه الأمطار وتوزيع المواسم)، والعوامل الفنية (المساحة المتاحة ومقصد الاستخدام وسعة الخزان واستخدام المياه). والنظام واللوائح المحلية (التصميم الفعال للنظام وبروتوكولات الصيانة الصارمة والإدارة اليقظة لجودة المياه) والعوامل الاقتصادية (الميزانية وتكلفة البناء وتكلفة تشغيل النظام والصيانة) والسياسات واللوائح في المنطقة هي عامل مهم أثناء تصميم النظام.

فهم البيئة السورية

المناطق المناخية السورية

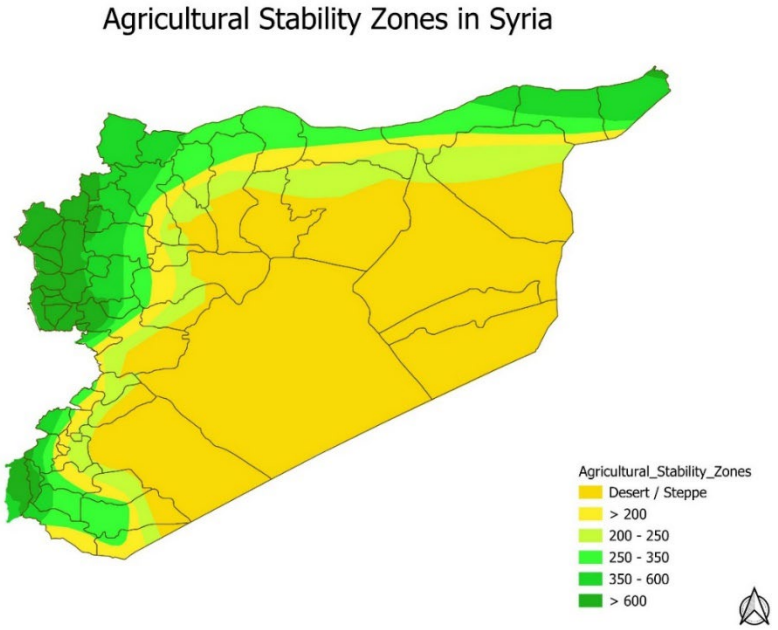
تم تحديد مناطق ASZ، والتي يشار إليها باسم مناطق المستوطنات الزراعية السورية (ASZs)، بناءً على مجموعة متنوعة من العوامل الزراعية الإيكولوجية، وتحديداً عمق هطول الأمطار السنوي واحتمالية ذلك، بالإضافة إلى الخصائص الجيومورفولوجية. تم استخدام هذا التصنيف لأغراض السياسات والتخطيط منذ أوائل السبعينيات (الصندوق الدولي للتنمية الزراعية 2010). إن تحديد فئات ASZ، كما هو موضح في الدراسة التي أجراها Ülker وErguven وGazioglu (2018)، هو كما يلي:

1. ASZ 1 تتكون هذه المنطقة من المناطق الفرعية ASZ1a وASZ1b
ASZ1a : تمثل هذه المنطقة الأكثر رطوبة في سوريا، وتشهد هذه المنطقة هطولاً سنوياً يتجاوز 600 ملم، مما يجعلها مناسبة لزراعة المحاصيل البعلية الإنتاجية. وهنا تزدهر المحاصيل مثل القمح والبقوليات والمحاصيل الصيفية. ومنطقة ASZ1b يتراوح فيها هطول الأمطار السنوي بين 350-600 ملم، وما لا يقل عن 300 ملم في سنتين من ثلاث سنوات، بحيث تكون هذه المنطقة الفرعية لديها القدرة على موسمين زراعيين كل ثلاث سنوات. وتشمل المحاصيل الأولية القمح والبقوليات والمحاصيل الصيفية.
2. ASZ 2: تستقبل هذه المنطقة هطولات سنوية تتراوح بين 250-350 ملم، على أن لا تقل عن 250 ملم خلال سنتين من أصل ثلاث سنوات. ويصلح لزراعة الشعير والقمح والبقوليات والمحاصيل الصيفية. تختلف ممارسات تناوب المحاصيل بناءً على عمق التربة. ففي التربة العميقة يزرع القمح والبقوليات والمحاصيل العلفية، بينما تضاف المحاصيل الصيفية إذا كانت الأمطار الشتوية كافية. أما في التربة الضحلة، فيعتبر الشعير هو المحصول الرئيسي، على الرغم من أنه قد يتم تخصيص بعض الأراضي للكمون. ونتيجة لذلك، فإن فترات الراحة نادرة.

[6] https://epc.ae/en/details/featured/the-impact-of-water-scarcity-on-northeast-syria-s-agricultural-sector
[7] https://reliefweb.int/report/syrian-arab-republic/half-syrias-population-faces-hunger-conflict-passes-12-year-milestone-and-earthquakes-deepen-economic-woes#:~:text=Some%2012.1%20million%20people%2C%20more,reaching%20levels%20never%20seen%20before.

3. ASZ 3: يبلغ معدل هطول الأمطار السنوي 250-300 ملم في هذه المناطق، مع أكثر من 250 ملم في عام واحد من أصل عامين. المحصول الأساسي في هذه المنطقة هو الشعير، مع إمكانية إدخال بعض البقوليات في الدورة الزراعية. ومن الممكن تحقيق موسم أو موسمين زراعيين كل ثلاث سنوات، مع تنفيذ ممارسات البور في حالات الاستثمار المحدود.
4. ASZ 4: وهي الأراضي الهامشية التي تتميز بمعدل هطول أمطار سنوي يتراوح بين 200-250 ملم، ولا يقل عن 200 ملم خلال نصف السنوات المعنية.
5. ASZ 5: تتوافق هذه المنطقة مع المناطق الصحراوية والسهوب التي تتميز بمستويات هطول سنوية تقل عن 200 ملم. بعد استبعاد الأراضي المروية، تصنف هذه المنطقة على أنها منطقة زراعية بيئية في البادية. وهي بمثابة منطقة رعي طبيعية للأغنام والإبل، مع نشاط زراعي محدود (الصندوق الدولي للتنمية الزراعية، 2010).

الشكل:1 مناطق الاستقرار الزراعي في سوريا



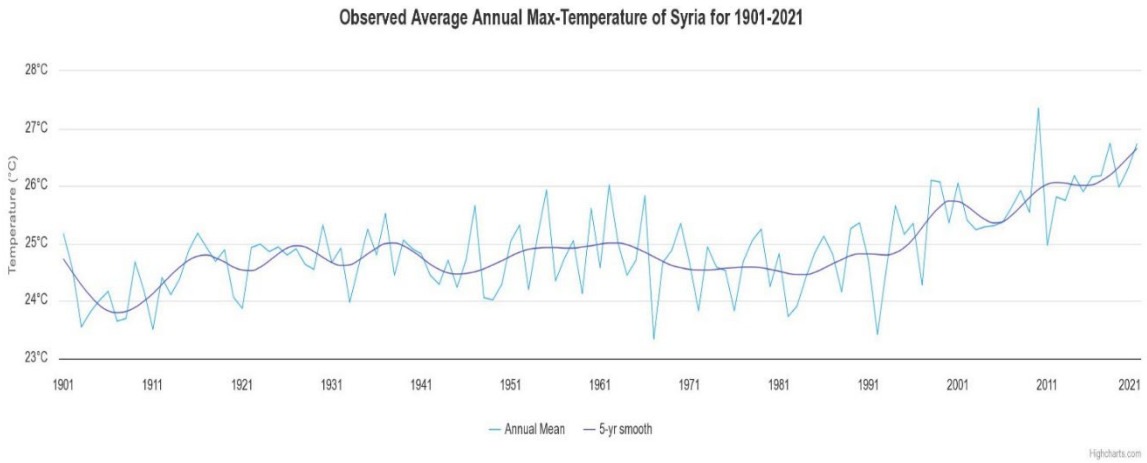
المصدر: modified by author, September. 2023. REACH

الاختلافات الموسمية

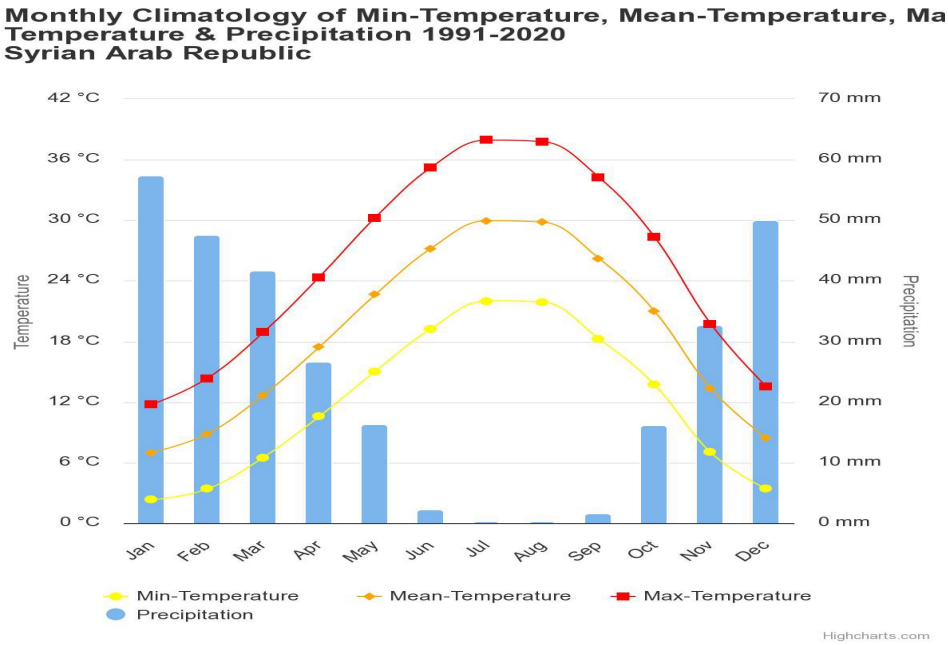
تعتبر التغيرات الموسمية في درجات الحرارة في سوريا مؤشرات على مناخ البحر الأبيض المتوسط الذي تعيشه البلاد في الغالب، مع ارتفاع درجات الحرارة ومعدلات التبخر في الصيف ومعتدل إلى بارد شتاءً في معظم أنحاء البلاد.

وتشير التغيرات في التباين خلال العشرين سنة الماضية إلى ارتفاع متوسط درجة الحرارة القصوى في سوريا بنحو درجتين مئويتين وتميل درجات الحرارة في الصيف إلى تجاوز 30 درجة مئوية بينما يبلغ المتوسط السنوي خلال فصل الشتاء حوالي 18.1 درجة مئوية في السهل الساحلي و15.2 درجة مئوية في الجبال، انظر الشكل 2 و3 لمعرفة الأرقام الواردة من البوابة المعرفية لتغير المناخ التابعة لمجموعة البنك الدولي أدناه.

الشكل 2: متوسط درجة الحرارة العظمى السنوية المرصودة في سوريا 1901-2021



الشكل 3: علم المناخ الشهري (درجة الحرارة الدنيا، متوسط درجة الحرارة، درجة الحرارة، هطول الأمطار 1991-2020)

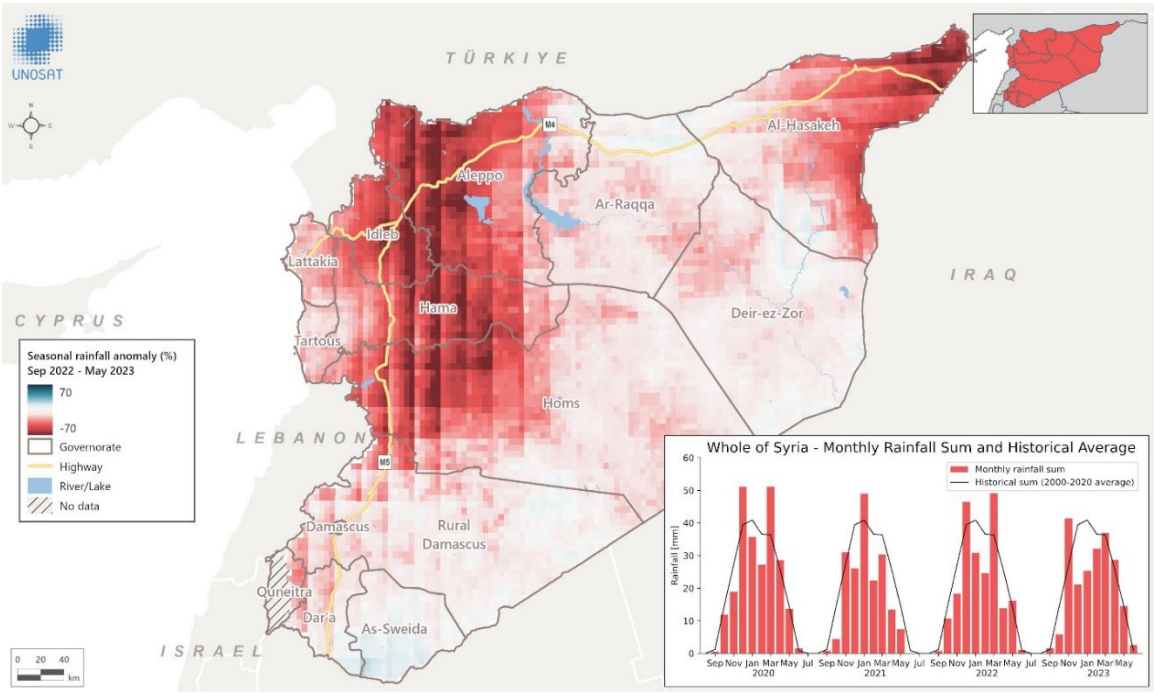


المصدر: WBG, climate change knowledge portal. https://dataviz.vam.wfp.org/version2/climate-explorer

وتواجه سوريا انخفاضاً حقيقياً في هطول الأمطار. الخريطة التالية من REACH الشكل 4 تعطي فكرة عن انحراف الهطولات المطرية عن العشرين سنة الماضية (2000-2022)، اتسم الموسم الزراعي 21/2020 بتأخر هطول الأمطار لمدة شهرين على الأقل في جميع أنحاء البلاد، مع انخفاض هطول الأمطار قبل نوفمبر 2020. علاوة على ذلك، لم تستقبل العديد من المناطق أي أمطار بعد مارس 2021، وهو بداية مبكرة لموسم الجفاف. الموسم الذي يبدأ عادة في نهاية يونيو/حزيران وفي نفس العام بدأ الموسم المطري بداية شهر

نوفمبر/تشرين ثاني ليشهد تأخر هطول الأمطار لمدة شهرين على الأقل في جميع المحافظات منذ هطول الأمطار عام 2021. وبشكل عام لم يكن التوزيع الزمني والمكاني لهطول الأمطار عام 2021/2020 جيداً من الفترة سبتمبر/ايلول 2020 إلى فبراير/شباط 2021 في عموم البلاد، رغم أن كميات الأمطار تجاوزت المستويات السابقة في معظم المحافظات. (منظمة الأغذية والزراعة، 2021أ). وإلى جانب ارتفاع درجات الحرارة كما هو واضح في الشكل 4، فإنها تولد ظروفًا شبيهة بالجفاف تشهدها البلاد، مما يتسبب في زيادة الحاجة إلى تطبيق ممارسات الإدارة المستدامة للمياه في البلاد لمواجهة هذه التغييرات، أبرز أحد الأمثلة من دراسة أجراها IMMAP (2022) أن متوسط درجة الحرارة آخذ في الارتفاع في شمال شرق سوريا، وأن المنطقة الآن أكثر سخونة بحوالي 0.8 درجة مئوية عما كانت عليه قبل 100 عام.

الشكل 4: خريطة ومخطط هطول الأمطار WoS 22/23



المصدر: REACH[8]

التربة في سوريا

تعمل التربة كعنصر حاسم في نظامنا البيئي، حيث تضم مزيجًا معقدًا من المعادن والمواد العضوية والكائنات الحية الدقيقة، فهي تغذي نمو النباتات وتنقي المياه وتحافظ على استقرار المناخ. يعد الاعتراف بأهمية التربة أمرًا بالغ الأهمية للزراعة والتنوع البيولوجي ومواجهة التحديات البيئية، مثل التآكل وتغير المناخ. ومن الجدير بالذكر أن التربة بمثابة مستودع كبير للكربون العضوي، متجاوزًا كلاً من الغطاء النباتي والغلاف الجوي، حيث تحتوي على ما يقرب من ثلاثة أضعاف الكربون العضوي الموجود في النباتات وضعفي كمية الكربون الموجودة في الغلاف الجوي في المتوسط (Batjes and Sombroek 1997).

بالنسبة لتخطيط أنظمة حصاد مياه الأمطار، نحتاج إلى معلومات حول خصائص التربة في المنطقة المستهدفة التي سيقام فيها نظام حصاد المياه بما أن عمق التربة وأنواع التربة تلعب دورًا حاسمًا في نجاح حصاد المياه،

[8] https://syria-land-water-monitoring.org/
https://code.earthengine.google.com/e2a7b044d8a3fe9c27ffbbaa5e2f1536

ومن الناحية المثالية، يجب أن تكون التربة في منطقة مستجمعات المياه عالية الجريان، وعلى عمق يساوي متر واحد أو أكثر.

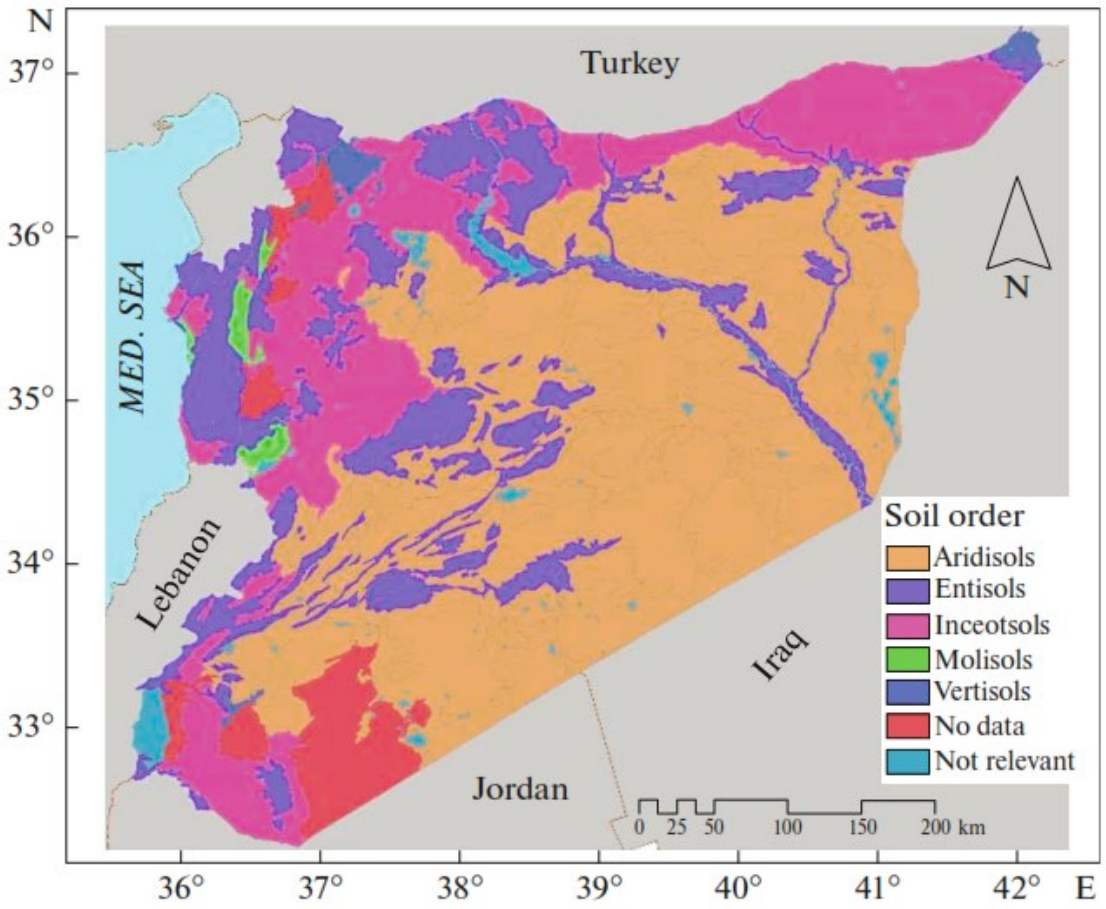
تعتبر التربة الطمية أكثر ملاءمة لحصاد المياه من أنواع الترب الأخرى، مع قدرتها العالية على الاحتفاظ بالمياه والتغذية العالية والنشاط البيولوجي الجيد[9] مع أنواع مختلفة من التربة، يمكن أن يكون حصاد المياه وسيلة للحد من التآكل الشديد للتربة والسيطرة عليه.

في سوريا، نشرت وزارة الإدارة المحلية والبيئة (MLAE) مسحاً للتربة السورية في عام 2006 كما هو موضح في الخريطة أدناه، وكشفت عن مجموعات التربة التالية:

a) ينتشر الاريديسول في المناطق القاحلة وشبه القاحلة في سوريا، خاصة في المناطق الشمالية والغربية مثل تدمر والحسكة ودير الزور والرقة والقامشلي ووادي الفرات. ويمكن التأكيد على أن هذه الترب هي النظام الأبرز في سوريا، نظراً لمحدودية الهطولات المطرية وارتفاع درجات الحرارة، خاصة في البادية السورية.
b) توجد الإنسيبتيسولات عادةً في المناطق ذات الجفاف الأقل نسبيًا والتي يتجاوز معدل هطول الأمطار السنوي فيها 350 ملم. المنطقة الأساسية التي يسود فيها هذا النظام الترابي تشمل سهل الغاب الذي يقع داخل سوريا، بالإضافة إلى المناطق الحدودية السورية مع تركيا، إلى جانب الأجزاء الغربية والجنوبية الغربية من البلاد.
c) إنتيسولز، التي تغطي حوالي 14% من التربة السورية، معرضة بشدة للتصحر. وتوجد في الغالب في وديان الأنهار مثل الفرات والخابور، إلى جانب البادية السورية. يمكنك أيضًا ملاحظتها في الجبال الساحلية وبعض المرتفعات العالية في جنوب غرب البلاد.
d) فيرتيزول لها توزيع أكثر محدودية. تتواجد بشكل أساسي في الشمال الشرقي، بالقرب من الحدود العراقية التركية وفي المناطق الشمالية الغربية التي يتجاوز معدل هطول الأمطار السنوي فيها 500 ملم. وتنتشر بعض الوحدات على طول الحدود الشمالية وسهل حوران ومناطق قليلة في جبل العرب.
e) تشكل الموليسولات حوالي 2% من مساحة الأراضي السورية. وتتواجد في مناطق مختلفة منها الجبال الساحلية وسهل الغاب وبعض وحدات هضبة الجولان وجبل العرب حيث يتجاوز معدل هطول الأمطار السنوي 750 ملم.

[9] https://www.slideshare.net/YimamMekonen/rainwater-harvestingpptx-259632589

الشكل 5: ترتيب التربة في سوريا نشرته MLAE



Source: MLAE

أهمية حصاد المياه

يلعب حصاد المياه دورا حاسما في الإدارة المستدامة للمياه والممارسات الزراعية، وخاصة في المناطق التي تعد فيها ندرة المياه والأمن الغذائي عاملاً مهماً. فهو يساعد على تسخير موارد مياه الأمطار بشكل فعال، وتعزيز الحفاظ على البيئة والرفاه الاجتماعي والاقتصادي للمجتمعات، بعض النقاط التي يمكن تلخيصها:

• تعزيز الموارد المائية: فهو يساهم في زيادة توافر المياه عن طريق احتجاز مياه الأمطار التي قد تضيع كجريان سطحي. وهذا أمر حيوي بشكل خاص في المناطق ذات أنماط هطول الأمطار غير المنتظمة أو موارد المياه المحدودة.

• الإنتاجية الزراعية: يدعم حصاد المياه الزراعة من خلال توفير مصدر موثوق للمياه لأغراض الري. وهذا يمكن أن يؤدي إلى تحسين غلات المحاصيل وتقليل التعرض للجفاف.

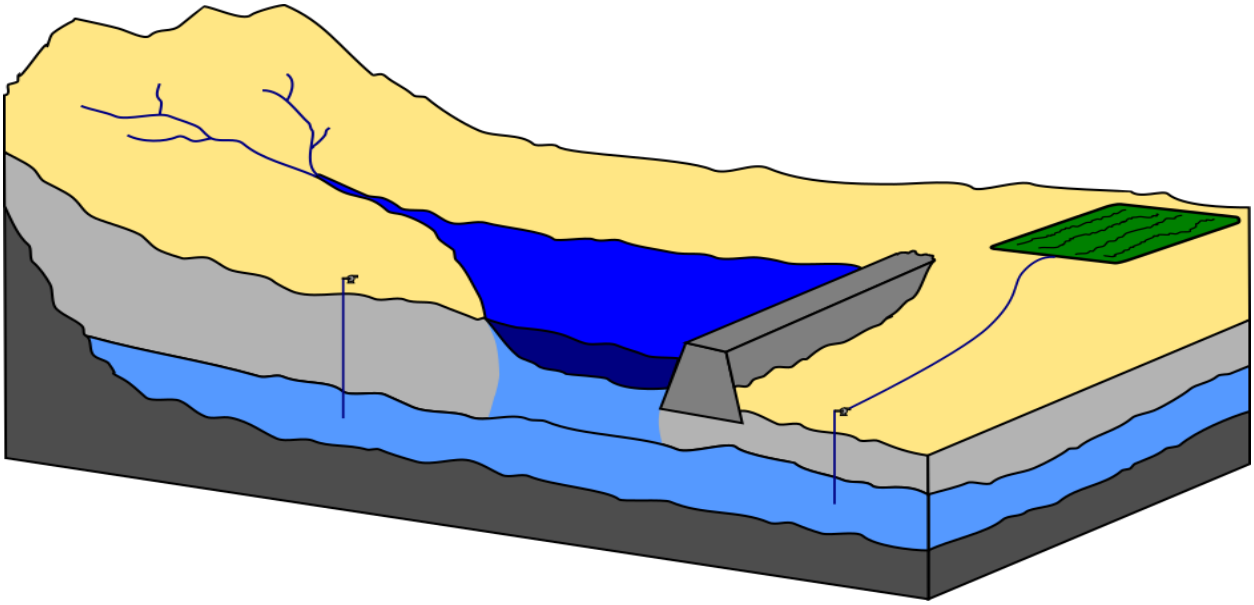
• مكافحة التآكل: من خلال إبطاء تدفق مياه الأمطار والسماح لها بالتغلغل إلى التربة، تساعد هذه الأنظمة على منع تآكل التربة وتدهور الأراضي.

• تغذية المياه الجوفية: يمكن أن تتسرب مياه الأمطار المحصودة إلى الأرض، مما يؤدي إلى تجديد طبقات المياه الجوفية وتعزيز استدامة موارد المياه الجوفية.

• تحسين سبل العيش: يمكن لتوفر المياه لأغراض الزراعة والاستخدام المنزلي أن يعزز سبل عيش المجتمعات في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، مما يقلل من اعتمادها على مصادر المياه الخارجية.

• الفوائد البيئية: لها آثار بيئية إيجابية، بما في ذلك استعادة الموائل وزيادة الغطاء النباتي ودعم الحياة البرية.

• القدرة على التكيف مع تغير المناخ: يمكن أن تساهم في تعزيز القدرة على التكيف مع تغير المناخ من خلال توفير حاجز ضد تأثيرات تغير المناخ، مثل فترات الجفاف الطويلة وعدم انتظام هطول الأمطار.



باختصار، يلعب تجميع المياه دورًا حاسمًا في الإدارة المستدامة للمياه والممارسات الزراعية، خاصة في المناطق التي تشكل فيها ندرة المياه والأمن الغذائي شاغلاً كبيراً. فهو يساعد على تسخير موارد مياه الأمطار بشكل فعال وتعزيز الحفاظ على البيئة والرفاه الاجتماعي والاقتصادي للمجتمعات.

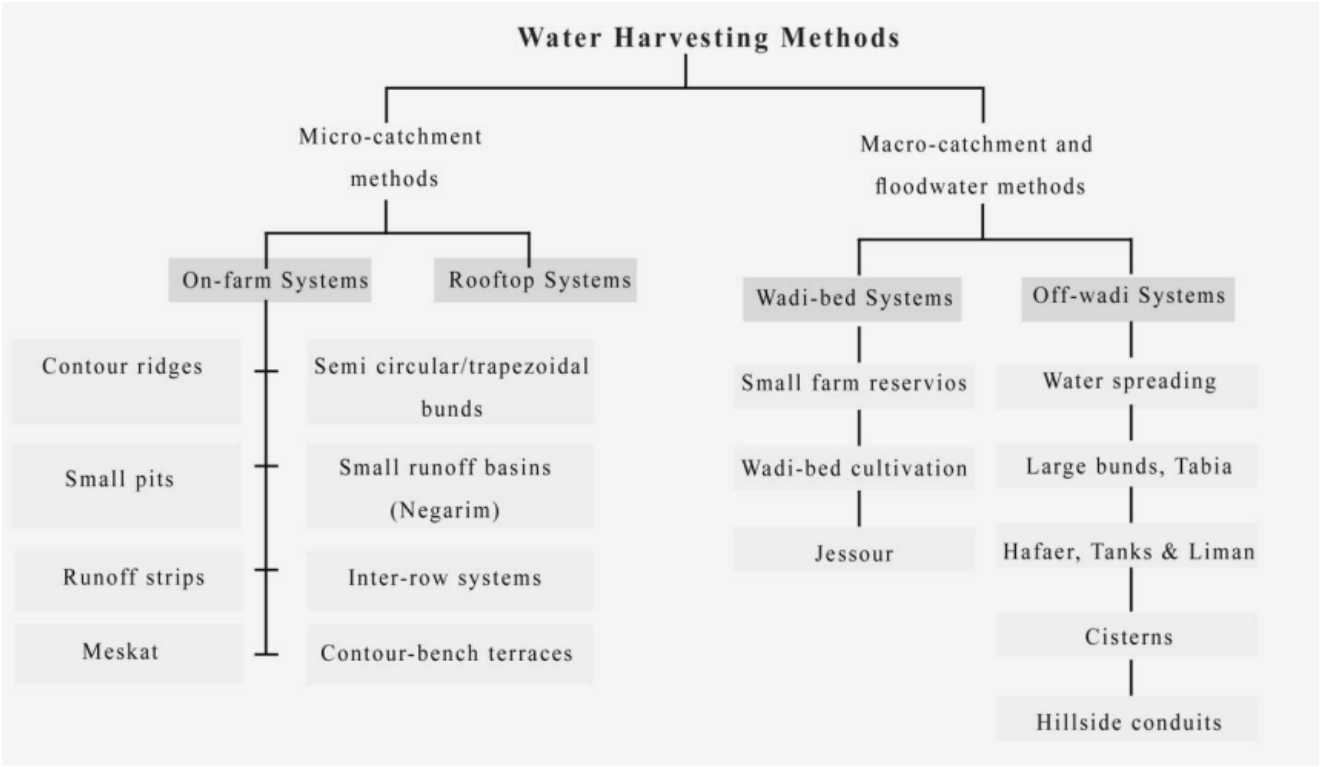
الشكل 6: مخطط نظام حصاد المياه

تقنيات أنظمة حصاد المياه

تعتمد التقنيات التي يمكن استخدامها في أي منطقة على العديد من العوامل البيئية والاقتصادية والاجتماعية مثل توافر المياه، وحجم النظام (على سبيل المثال، منزلي أو على مستوى المجتمع)، والبيئات الريفية مقابل المناطق الحضرية، ودرجة التغيير الاجتماعي اللازم والتعقيد الفني. من التكنولوجيا.

يوضح الشكل 7 التصنيفات المختلفة لأنظمة حصاد المياه، وهي مقسمة بشكل أساسي إلى طرق مستجمعات المياه الكلية ومياه الفيضانات وطرق مستجمعات المياه الصغيرة التي تشمل الأنظمة على مستوى المزرعة وأنظمة حصاد المياه من الأسطح.

الشكل 7: تصنيف أنواع حصاد المياه حسب Oweis et al. (2001)



المصدر: Oweis et al. (2001)

نظم حصاد المياه الكبرى

يعد حصاد مياه المستجمعات الكبرى أسلوبًا مستدامًا للزراعة وإدارة المياه يتضمن احتجاز مياه الأمطار وإدارتها على نطاق واسع، وعادةً ما يكون ذلك على منطقة جغرافية واسعة نسبيًا تُعرف باسم "المستجمعات الكبرى". وهو مفيد بشكل خاص في سد نقص المياه في المناطق القاحلة وشبه القاحلة وشبه الرطبة مع مواسم الجفاف الممتدة وهطول الأمطار التي تتباين بشكل كبير مع مرور الوقت (RUVIAL). تم تصميم هذه التقنية لتعظيم جمع واستخدام جريان مياه الأمطار لأغراض مختلفة، مثل الري وإمدادات مياه الشرب وإعادة تغذية المياه الجوفية.

تشمل السمات الرئيسية لتجميع مياه مستجمعات المياه الكبرى أربعة مكونات:

1. منطقة مستجمعات المياه: في هذا النظام يتم جمع المياه بشكل رئيسي من المناطق الخارجية التي يمكن أن تمتد إلى 2 هكتار أو في بعض الحالات مناطق مستجمعات كبيرة تصل إلى 50 كم (R. A. Abdelkhaleq and I. A. Ahmad, 2007) في المناطق القاحلة ذات الأمطار المنخفضة، وقد يكون من الضروري إنشاء أنظمة مستجمعات مياه كبيرة تغطي عدة مئات من الهكتارات لجمع كمية كافية من المياه. وفقا للعديد من الباحثين (Oweis, 2004; Oweis et al., 2001; Critchley and Siegert, 1991) فإن حجم مستجمعات المياه الكلية أو مياه الفيضانات لا يقع تحت سيطرة المصمم. يقوم المصمم فقط بتحديد مدى المساحة المزروعة التي سيخدمها الجريان السطحي المتوقع.

2. جمع الجريان السطحي: الهدف الأساسي هو جمع جريان مياه الأمطار من الأسطح المضغوطة، بما في ذلك سفوح التلال والطرق والمناطق الصخرية والمراعي المفتوحة والأراضي المزروعة وغير المزروعة والمنحدرات الطبيعية وتوجيهها إلى مرافق التخزين أو الأرض للاستخدام المستقبلي.
3. منطقة التخزين: يمكن تقسيم مناطق التخزين إلى مناطق سطحية وتحت سطحية وترتبط مباشرة بالاستخدام النهائي للمياه المجمعة من النظام. غالبًا ما تتضمن أنظمة مستجمعات المياه الكلية إنشاء هياكل مختلفة مثل السدود الحاجزة أو السدود الكنتورية أو المدرجات أو برك الترشيح. تساعد هذه الهياكل على إبطاء تدفق مياه الأمطار والتحكم فيها، مما يمنع التآكل ويسهل التسرب.
4. منطقة التطبيق: حيث سيتم استخدام المياه، يمكن أن تكون هذه المنطقة هي نفس منطقة التخزين عندما يتم تخزين المياه مباشرة في التربة أو تهدف إلى إعادة شحن المياه الجوفية.

استخدام متعدد الأغراض: يمكن استخدام مياه الأمطار المحصودة لأغراض مختلفة، مثل ري المحاصيل، وسقي الماشية، وإعادة تغذية طبقات المياه الجوفية، وحتى الاستهلاك المنزلي، اعتمادًا على الاحتياجات المحلية والبنية التحتية.

يمكن أن يختلف حجم واستخدام أنظمة حصاد مياه مستجمعات المياه الكبيرة بشكل كبير اعتمادًا على السياق المحدد والموقع وأهداف النظام. وفيما يلي بعض الأمثلة الرقمية لتوضيح حجم واستخدام هذه الأنظمة:

تغذية المياه الجوفية

في المناطق التي يكون فيها تغذية المياه الجوفية هدفاً أساسياً، يمكن لنظام مستجمعات المياه الكلي أن يساهم في رفع منسوب المياه الجوفية مما يخلق منطقة عازلة ضد الجفاف على المدى الطويل[10].

تحليل التكاليف والفوائد

يمكن أن تختلف تكلفة إنشاء نظام مستجمعات المياه بشكل كبير اعتمادًا على عوامل مثل التضاريس والمواد وتكاليف العمالة على سبيل المثال، توصي جمعية إدارة مياه الأمطار في المملكة المتحدة بأن متوسط تكلفة نظام الجودة الجيدة يجب أن يتكلف ما بين 2000 إلى 3000 جنيه إسترليني[11]، وفي أفغانستان يتراوح متوسط التكلفة الوطنية من 1000 دولار إلى 3500 دولار[12]..

ويمكن أن تشمل فوائد هذا النظام زيادة الدخل الزراعي وانخفاض تكاليف شراء المياه وتحسين الأمن الغذائي. قد يختلف عائد الاستثمار (ROI)، ولكنه غالبًا ما يكون إيجابيًا في غضون بضع سنوات.

أمثلة على تقنيات حصاد مياه مستجمعات المياه الكلية

تعتبر هذه الأنظمة مفيدة في المناطق الجافة وشبه الجافة مثل سوريا وتكون فوائدها على مستوى كبير للمجتمع بأكمله في منطقة النظام.

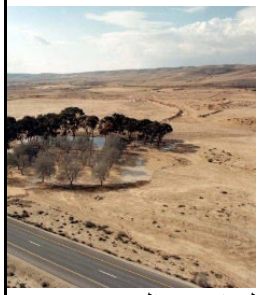
[10] https://archive.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/events/files/rainwater_harvesting-english_version.pdf

[11] https://www.graf.info/en-gb/knowledge-hub/blog/how-much-does-a-rainwater-harvesting-tank-typically-cost.html#:~:text=The%20UK%20Rainwater%20Management%20Association,costs%20that%20could%20be%20applied.

[12] https://www.fixr.com/costs/rainwater-collection-system

تخزين الماء في التربة

الجريان السطحي / القناة على جانب التل			
نوع النظام **النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)**	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
في أنظمة التربة المستخدمة بشكل رئيسي للزراعة	يستخدم على المنحدرات > 10% هطول الأمطار السنوي 100 - 600 نسبة المستجمعات/المساحة المطبقة من 10:1 إلى 175:1 تتم تسوية الحقول وإحاطتها بجدران/سدود محتجزة مع مجاري لتصريف المياه الزائدة إلى الحقول الواقعة أسفل مجرى النهر. مصادر المياه الطبيعية في المنطقة بمجرد امتلاء الحقول. جميع التربة الزراعية.	يتم تخزين الماء في التربة. يمكن تطبيقه على العديد من المحاصيل وأشجار الفاكهة وخاصة تلك التي تتحمل التشبع بالمياه.	 الجريان السطحي/ الترعة والترع المنحدرة من التلال لزراعة الحبوب، سوريا (HP. Liniger)

ليمان			
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
في نظام التربة/تكنولوجيا استصلاح التلال.	هياكل فردية على ارتفاع 30 سم من المنحدرات الطويلة (1 – 10%)، ارتفاع 1 – 3 متر حول منطقة الزراعة. حجم المساحة المحصولية يتراوح بين 0.1 – 0.5 هكتار يمكن أن تمتد منطقة مستجمعات المياه إلى 200 هكتار. يصل معدل هطول الأمطار إلى 100 ملم مع قلة هطول الأمطار سنويًا.	يتم تخزين الماء في التربة. ويستخدم للأشجار والمحاصيل المثمرة والحرجية. التي تتحمل المياه غير القادرة على التصريف وفي نفس الوقت تقاوم أشهر الجفاف. (على سبيل المثال، بالنسبة للمحاصيل: الذرة الرفيعة واللوبيا).	 ليمان في النقب (الصورة: (Courtesy KKL

(Mekdaschi & Liniger 2013)

حزم كبيرة نصف دائرية أو شبه منحرفة			
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
في أنظمة التربة المستخدمة للزراعة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة	تتكون من سدود ترابية تواجه المنحدر ومبنية في صفوف طويلة متداخلة. وهي تتكون من حاجز أساسي متصل بحاجبين جانبيين بزاوية حوالي 135 درجة مع مسافة بين الأطراف تتراوح بين 10 – 100 متر. ويفضل أن يتم تعزيز أجنحة الحزم الجانبية بالحجارة. هذه التقنية مناسبة للمناطق التي يتراوح معدل هطول الأمطار السنوي فيها بين 200 و400 ملم. تقوم هذه الهياكل بجمع مياه الجريان السطحي من مستجمعات المياه الخارجية في	يتم تفريغ الفائض حول أطراف الحزم الجانبية. تتم زراعة المحاصيل عندما تنحسر المياه المحاصرة في المنطقة المغلقة.	 سدود حجرية نصف دائرية لأشجار الزيتون عفرين، قرية المغارة، حلب 2010/01/25 **الصورة:** ICARDA (P.O. Box 5466, Aleppo, Syria)

	المنحدرات وتستخدم للمحاصيل السنوية والدائمة وكذلك المراعي. غالبا ما يتم بناؤها باستخدام الآلات. يمكن أن تصل مساحة المناطق المغلقة إلى هكتار واحد (C:A 15:1 – 100:1).		

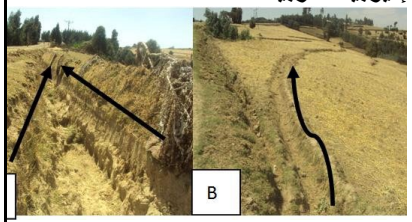
(Mekdaschi & Liniger 2013)

جريان فوق الطرقات			
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
الجريان السطحي للصفائح والجداول، الناتج إما من الأسطح المضغوطة للطرق أو من تدفق القنوات عبر المجاري، يتم تحويلها مباشرة إلى الأراضي المزروعة، أو إلى هياكل التخزين مثل البرك	عندما يتم تحويل المياه مباشرة إلى الحقول، تنتشر عبر شبكة من القنوات ويتم تخزينها في التربة. عند جريان المياه في الأحواض، يتم ضخها واستخدامها للري التكميلي: ويفضل هذا النظام للمحاصيل البستانية ذات القيمة العالية. معظم أنظمة الجريان السطحي على الطرق تقليدية، وقد تم تطويرها من قبل مستخدمي الأراضي.	يتم تخزين المياه على مستوى الحقل في التربة أو استخدامها مباشرة للري.	**يستخدم هذا النظام في إثيوبيا وكينيا** هيكل تحويل على شكل حرف V تم تشييده من التربة والحجر لنشر المياه من المجرى المائي، إثيوبيا (green road for water)

(Mekdaschi & Liniger 2013)

سد الأخدود / الأخاديد الإنتاجية			
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
في أنظمة تخزين التربة المستخدمة في الزراعة تؤدي السدود أو الحواجز النباتية إلى ترسب الرواسب الخصبة والمواد العضوية، وتجميع المياه أثناء هطول الأمطار الغزيرة. يمكن زراعة هذه الأخاديد بمجموعة متنوعة من المحاصيل مثل المحاصيل السنوية وأشجار الفاكهة والأعلاف.	وفي كثير من الأحيان، يتم استخدامها كسدود مؤقتة أو هياكل مبنية للمساعدة في إنشاء غطاء تربة دائم يساعد في الحفاظ على التربة والمياه في المنطقة. يمكن أن يكون للسدود تأثير مفيد هائل على رطوبة التربة في الأراضي المجاورة والمياه الضحلة لإحداث تحسن في الزراعة في هذه المناطق. من الأفضل أن يكون المنحدر في المنطقة أقل من 10٪ أو أعمق من 2 متر. وفي المناطق الأكثر ازدحامًا، يمكن إضافة قنوات التحويل لتقليل العبء على هيكل سد الأخدود (Geyik, 1986). يؤثر حجم وشكل منطقة الصرف على معدل الجريان السطحي وكمية المياه السطحية.	في التربة، وقادرة على الاحتفاظ برطوبة التربة. ويستخدم المزارعون الذين يواجهون فقدان التربة الغطاء النباتي وسدادات الأخدود، ربما في المناطق ذات المنحدرات في الحقول. إذا كانت هناك حجارة في المنطقة، فيمكن استخدامها لبناء الأخاديد.	 في الصورة (فحص السد أو سدادة الأخدود) يجب أن يوقف تآكل الأخدود. المصدر: MALESU et al. (2007)

(Mekdaschi & Liniger 2013)

قطع المصارف (إعادة توجيه المياه)			
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
يقوم الصرف المتقطع بتصريف المياه الجارية بأمان في مجرى مائي. ومن هناك تتدفق المياه إما إلى نظام الصرف الطبيعي أو يتم حصادها في مرافق التخزين لاستخدامها مرة أخرى.	يتم حفر المصارف المقطوعة عبر المنحدر للاستيلاء على الجريان السطحي وجعله ينتقل إلى منفذ مثل قناة أو جدول. يتم جمع التربة المحفورة في سلسلة من التلال في الجزء السفلي من الخندق، والتي تعمل بمثابة حماية للسد في حالة التجاوز. مناسبة لجميع أنواع استخدامات الأراضي. ولكن غالبًا ما يتم بناؤها بين المنحدرات أو عدة أنواع من الأراضي. يمكن أن تكون بمثابة خنادق للتسلل واحتباس الماء في المناطق الجافة.	وفي مناطق الأخاديد الكبيرة، يمكن استخدام السدود لتخزين الرواسب والفيضانات. السد الفائض هو سد ترابي ذو واجهة حجرية يحبس الرواسب ويخلق أراض زراعية جديدة. (Desta et al., 2005).	**إثيوبيا الغربية**  Atnafe, Addisu & Maru, Husen & Adane, Demeku. (2015).

(Mekdaschi & Liniger 2013)

مرافق تخزين المياه

يمكن أن تكون مرافق تخزين المياه تحت السطح أو سطحية، ويتم تحديد التكنولوجيا المستخدمة بناءً على النظام والمنطقة التي يتم تطبيقها فيها. وقد تم تصنيف هذه الأنظمة في حصاد المياه:

دليل للممارسات الجيدة.(Mekdaschi Studer, R. & Liniger, H)

البرك والأحواض المفتوحة

يطلق عليها البرك أو الأحواض المائية المفتوحة بالتبادل. ومع ذلك، عادة ما ترتبط البرك بالرعاة، في حين يتم استخدام الأحواض بشكل أكثر شيوعًا من قبل المزارعين. تُستخدم هذه الهياكل للاحتفاظ بجريان مياه الأمطار التي يتم جمعها من سفوح التلال النباتية أو الأخاديد أو الطرق أو ممرات المشاة أو الأراضي العشبية أو مجاري المياه الطبيعية أو مسارات الماشية. ومن المهم أن نلاحظ أن الماء غالباً ما يفقد بسبب التسرب والتبخر. (Mekdaschi Studer، R. & Liniger، H. 2013).

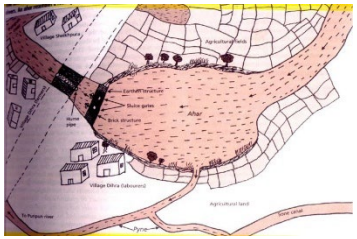
بركة طبيعية في ريو غراندي دا سيرا (البرازيل) حقوق الصورة: Silvestre, D. T. (2011)

الأحواض التي تتشكل طبيعياً

الأحواض الموجودة بشكل طبيعي هي المنخفضات التي تتجمع فيها مياه الأمطار خلال موسم الأمطار، دون تدفق إلى الخارج. وهي تستخدم في المقام الأول لمياه الماشية، على الرغم من أن بعض الناس لا يزالون يستخدمونها للأغراض المنزلية. في غرب أفريقيا، يشار إليها باسم "mare naturelle"

الأحواض المحفورة			
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
نظام التخزين تحت السطح: تستخدم هذه البرك عادة لاستهلاك الماشية	متوفرة بأحجام مختلفة، تتراوح من 200 إلى 500 متر مكعب للأسر الفردية وتصل إلى 10000 متر مكعب على مستوى المجتمع. غالبًا ما تبدأ بسعة أصغر ويتم توسيعها تدريجيًا بمرور الوقت. لتقليل التسرب، يمكن ضغط قاع البركة أو تبطينه بمواد مثل البناء أو الخرسانة أو الأغطية البلاستيكية المتينة[13].	التخزين السطحي داخل منطقة التخزين	**من الأمثلة على ذلك الحفير/الحفير في السودان، وبحيرات كولينير في الجزائر، ومادجن في المغرب، وديغ في السنغال، وبرك الفحم في الأراضي الجافة ويمكن أن تستخدم أيضًا للري أو مياه الشرب عندما تكون المصادر الأخرى شحيحة.** **تنزانيا، خاك في تركمانستان، أو مهافور في شمال غرب شبه الجزيرة العربية (المملكة العربية السعودية).** **بركة مياه الأمطار التي بناها السكان السوريون** (Muna Dajani, 2012)

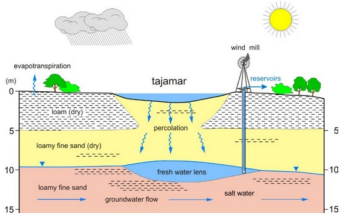
(Mekdaschi & Liniger 2013)

نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	تفاصيل النظام	حلول تخزين المياه المرتبطة بها	أمثلة
الخزانات المزروعة هي هياكل ترابية لحفظ المياه وتكون مبنية فوق سطح الأرض.	يتم بناؤها على منحدرات طفيفة الانحدار (1 - 10%) عن طريق حفر التربة و/أو بناء السدود (الخزانات). يتم توجيه المياه المجمعة إما من الخزان إلى الحقول السفلية أو إلى خزان تحت الأرض أو بئر ضحلة للري، عادة بنسبة 10:1 إلى 100:1. عند استخدام مياه الخزان، تصبح رطوبة الخزان نفسه متمثلة في التربة. هذا النظام مناسب للمناطق التي يتراوح فيها معدل هطول الأمطار السنوي بين 150 و 600 ملم.	التخزين تحت السطح غالبًا ما يتم بناء Ahars[14] على شكل سلسلة، ولكنها محدودة في غمر المناطق المزروعة في المناطق المعرضة للتآكل. 	يُعرف باسم خدين وأهار في الهند وسريلانكا، أو غاوان في الصومال، أو خوسكابا في باكستان، أو تيراس في السودان. من أمثلة الحفائر في السودان الخزانات/الخزانات المستطيلة أو شبه الدائرية المستخدمة لتخزين المياه لكل من البشر والماشية. وتتراوح أحجامها من 15.000 متر مكعب إلى 100.000 متر مكعب، مع بذل الجهود لتوحيد الأحجام (Muna Dajani, 2012)

[14] Ahars عبارة عن خزانات ذات سدود من ثلاث جهات ويتم بناؤها في نهاية خطوط الصرف مثل المجاري المائية أو الأعمال الصناعية مثل البينس Pynes .عبارة عن قنوات تحويل تنطلق من النهر لأغراض الري وحجز المياه في الآهار.

هياكل مجرى النهر الغارقة			
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
تُعرف باسم دوحة في الهند، وهناك حفريات مستطيلة في مجاري الأنهار الموسمية مصممة لالتقاط الجريان السطحي وتعزيز إعادة تغذية المياه الجوفية.	يتم بناء الدوحات في المناطق شبه القاحلة حيث تكون الأمطار منخفضة وموسمية. يتراوح عمقها النموذجي بين 1.0 و1.5 مترًا، ومتغير الطول (يصل إلى 40 مترًا)، وبعرض (يصل إلى 10 أمتار)، ويبلغ متوسط السعة 400 مترًا مكعبًا.	عادةً ما يتم إنشاء الأحواض بالتسلسل وتعمل جنبًا إلى جنب مع الآبار الضحلة لجمع المياه الجوفية الزائدة لأغراض الري التكميلي.	 بركة في مجرى النهر. حقوق الصورة ل: Shiell, I.(2008) :

(Mekdaschi & Liniger 2013)

نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	تفاصيل النظام	حلول تخزين المياه المرتبطة بها	أمثلة
يتم استخدام المياه لاستهلاك الماشية والاستخدام المنزلي بعد الترشيح و/أو الكلورة ولكنها تعمل أيضًا على إعادة تغذية طبقات المياه الجوفية بشكل مصطنع.	تمتلئ هذه المنخفضات التي هي من صنع الإنسان بمياه الجريان السطحي وتغذي في نهاية المطاف "عدسات" المياه العذبة تحت الأرض التي تطفو فوق طبقة المياه الجوفية المالحة. تستخدم مضخات المياه لضخ المياه مرة أخرى إلى السطح. يمكن تطبيق التغذية الاصطناعية من خلال برك الترشيح في أي مكان تقريبًا، بشرط توفر إمدادات من المياه العذبة النظيفة على الأقل لجزء من السنة، وأن يكون قاع البركة منفذًا، وأن تكون طبقة المياه الجوفية المراد إعادة شحنها عند السطح أو بالقرب منه.	يتم إعادة ملء طبقات المياه الجوفية أو تخزين المياه، أو استخدام مضخات المياه لضخ المياه مرة أخرى إلى السطح  	مثال على هذا النظام هي تاجاماريس في أوروغواي وباراغواي، وشيرلي في تركمانستان، حيث يتم ضخ المياه إلى خزان بواسطة طاحونة هوائية، ولتجنب التلوث بالحيوانات، يجب تسييج التجامات. في بنغلاديش، يتم تكوين المياه العذبة داخل المياه الجوفية قليلة الملوحة من خلال آبار الترشيح. تتضمن هذه العملية توجيه مياه البركة ومياه الأمطار الموجودة أسفل الطبقة الطينية إلى طبقة المياه الجوفية الضحلة. ويتم بعد ذلك استخدام المياه العذبة المتولدة للأغراض المنزلية خلال موسم الجفاف. في جنوب أفريقيا، تلعب أحواض ترشيح الكثبان الرملية دورًا حاسمًا في تعزيز تغذية المياه الجوفية الطبيعية لإمدادات مياه الشرب وحماية احتياطيات المياه الجوفية العذبة من تسرب المياه المالحة. يتم حفر هذه

			الأحواض أو تتكون بشكل طبيعي، مع الاحتفاظ بالمياه بداخلها حتى تتسرب بشكل فعال من خلال قاع الحوض. وفي النيجر، تمت استعادة ري حدائق الخضروات في الواحات من خلال رفع منسوب المياه الجوفية. وقد تم تحقيق ذلك من خلال بناء سد منخفض (وابل) مع حوض تسريب.

(Mekdaschi & Liniger 2013)

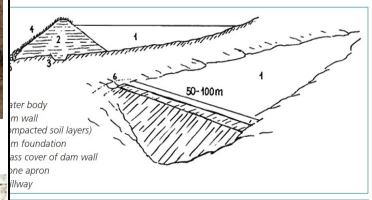
السدود السطحية

السدود السطحية، والمعروفة أيضًا باسم السدود الترابية أو ببساطة السدود، هي هياكل مبنية عبر الأنهار أو الجداول أو المسطحات المائية الأخرى لتخزين المياه. يتم بناؤها باستخدام مواد مختلفة، بما في ذلك التراب أو الصخور أو الخرسانة، لإنشاء حاجز يمنع المياه، وتشكيل خزان أو بركة خلف السد.

سد حجري في قاع النهر، حقوق الصورة:Carpkazu (2009)

سد تشكيلي صغير، حقوق الصورة: Smith, A. (2006) EngineerTache

مستجمعات الصخور، حقوق الصورة:

السدود الترابية والحجرية الصغيرة			
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
تُستخدم المياه في الغالب بشكل جماعي لاستهلاك الماشية وللري التكميلي المعروف باسم نديفاس في إثيوبيا وتنزانيا.	نديفاس مناسبة للمناطق التي يتراوح معدل هطول الأمطار فيها بين 300 و600 ملم	يتم تخزين المياه في السد، وفي أغلب الأحيان تكون مكشوفة، مما يجعلها غير آمنة للاستهلاك البشري المباشر. 	 المصدر: E, Nissen-petersen Kenya[15]

(Mekdaschi & Liniger 2013)

[15] https://www.adirondackexplorer.org/stories/indian-lake-stone-dam-repairs-to-begin-in-october

سدود الصدّ:			
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
سد صغير أو مؤقت أو دائم يتم تشييده عبر خندق تصريف أو مستنقع أو قناة لتقليل سرعة التدفقات المركزة لمجموعة تصميمية معينة من العواصف.	يمكن بناء السد الحاجز من جذوع الخشب أو الحجر أو أكياس الرمل المملوءة بالحصى أو الطوب والإسمنت. بمثابة هياكل للتحكم في التآكل، والحماية من تكوين الأخاديد أثناء أحداث الفيضانات. يجب أن تكون جوانب السد الحاجز أعلى من المركز بحيث يتم توجيه المياه دائمًا فوق مركز السد (وهذا يتجنب تطويق السد بالتدفق). يتراوح عرض جدار السد بين 1 – 2 متر بينما يتراوح ارتفاعه بين 2 – 4 متر حسب عمق الأخدود يتم تحديد المسافة بين السدود الحاجزة المتجاورة على أساس توفر المياه والأرض المحتملة التي يمكن ريها. (Mekdaschi & Liniger 2013)	الهدف الأساسي من السدود الحاجزة هو تخفيف سرعة الجريان السطحي مع تسهيل تجديد المياه الجوفية وترسيخ الرواسب. يجب فحص السدود للتأكد من عدم تراكم الرواسب بعد كل هطول أمطار غزيرة. يجب إزالة الرواسب عندما تصل إلى نصف الارتفاع الأصلي أو قبل ذلك. (Ruffino 2009)	 16

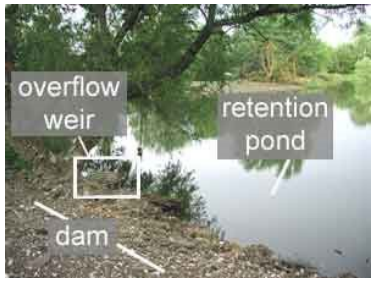
(Mekdaschi & Liniger 2013)

السدود الحجرية لمستجمعات المياه الصخرية			
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
بناء الجدران الحجرية، غالبًا ما يتم استخراج المياه المجمعة في سدود مستجمعات المياه الصخرية للاستهلاك المنزلي والماشية أو للري التكميلي.	في حالة مستجمعات المياه الصخرية الكبيرة، يتم استخدام الأسمنت والمزاريب الحجرية لتوسيع منطقة مستجمعات المياه لجمع الجريان السطحي من مستجمعات المياه بحجم عدة هكتارات. الميزة الرئيسية لأنظمة مستجمعات المياه الصخرية هي أن هناك القليل من فقدان الماء من خلال التسرب. (Mekdaschi & Liniger 2013)	يكون هيكل التخزين إما سدًا أو خزانًا بجوار مستجمع الصخور. يجب أن يكون للخزان نسبة عمق عالية نسبيًا إلى السطح لتقليل التبخر.	شائعة في العديد من بلدان أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى الصورة: Friends of Kitui

(Mekdaschi & Liniger 2013)

[16] https://megamanual.geosyntec.com/npsmanual/checkdams.aspx

<table>
<tr><td colspan="4">سدود المياه الجوفية / السدود المحتجزة</td></tr>
<tr><td>نوع النظام
النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)</td><td>تفاصيل النظام</td><td>حلول تخزين المياه المرتبطة بها</td><td>أمثلة</td></tr>
<tr><td>عرقلة التدفق الطبيعي للمياه الجوفية</td><td>هناك مجموعة متنوعة من الهياكل، والتي يشار إليها عادةً باسم سدود الاحتفاظ، تخدم هذا الغرض.</td><td>تخزن المياه تحت سطح الأرض، مما يؤدي في نهاية المطاف إلى تجديد الآبار الواقعة أعلى السد.

(Mekdaschi & Liniger 2013)</td><td> 

تقوم برك الاحتفاظ بجمع المياه الجارية من المناطق المحيطة. تساعد على التحكم في الفيضانات وجمع الرواسب.

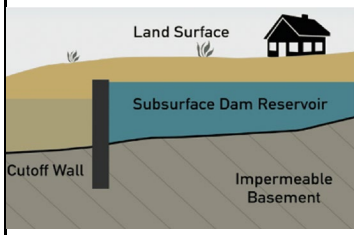
Image by M. Mamo

Zedler Mill Dam-Jerdon[17]</td></tr>
</table>

التخزين تحت السطح

[17] http://www.jerdonlp.com/services/retention-ponds-waterways-spillways-weir-and-dams/

السدود الجوفية

نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	تفاصيل النظام	حلول تخزين المياه المرتبطة بها	أمثلة
يتم بناؤها تحت الأرض داخل مجاري الأنهار الرملية للمجاري المائية الموسمية. ترتكز هذه السدود على قاعدة صخرية غير منفذة لاعتراض تدفق المياه الجوفية.	تعمل كحواجز غير منفذة، وعادة ما تكون مصنوعة من مواد مثل الطين أو البناء أو الخرسانة، مما يعيق حركة المياه تحت السطح. يمكن استخراج المياه الجوفية من هذه السدود من خلال الآبار أو الخزانات أو المصرف المجمع. تبلغ سعة السدود الجوفية الأصغر حجمًا حوالي 10000 متر مكعب، بمتوسط عمق 4 أمتار، وعرض 50 مترًا، وطول 500 متر. ويمكن أن تصل السدود الجوفية الأكبر حجمًا إلى أعماق تتراوح من 5 إلى 10 أمتار، وعرض من 200 إلى 500 متر أو أكثر، وتتراوح سعات التخزين من 100 ألف إلى 1 مليون متر مكعب.	تلعب السدود الجوفية دورًا في استقرار تقلبات منسوب المياه الجوفية عند منبع السد. يمكن أن يؤدي إنشاء سدود متعددة في سلسلة متتالية إلى زيادة إجمالي حجم المياه الجوفية المخزنة والتخفيف من مشكلات التسرب المحتملة.  المصدر: AQUOR	السدود الجوفية في البرازيل كان هناك حوالي 500 سد صغير تحت السطح تم تشييده في ولاية بيرنامبوكو في شمال شرق البرازيل في التسعينيات. وأظهر تقييم لحوالي 150 سداً أن مثل هذه السدود أدت إلى تحسين كبير في تنوع ونوعية المحاصيل الغذائية المنتجة. كما كان لهم دور مهم في سقي الماشية وتوفير علف الحيوانات في موسم الجفاف. (Foster and Tuinhof, 2004).[18] *Dam under construction*

[18] https://www.samsamwater.com/library/Sub_surface_dams_-_a_simple_safe_and_affordable_technology_for_pastoralists.pd

السدود الرملية			
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
السدود الرملية أكبر من السدود الجوفية والسدود حيث يمكن رفعها إلى عدة أمتار فوق سطح الأرض في مجاري الأنهار الرملية.	نظرًا لأن تدفق المياه يحمل رملًا خشنًا، فإنه يتم ترسبه عند منبع السد، مما يملأ قاع النهر تدريجيًا، بينما يتم نقل المواد الأخف وزنًا إلى ما وراءه خلال فترات التدفق العالي. وبمرور الوقت، تزداد سماكة طبقة المياه الجوفية الاصطناعية هذه، مما يعزز قدرتها على تخزين المياه. علاوة على ذلك، فإن وجود الرمال يعمل على تقليل التبخر وتلوث المياه داخل المسطحات الرملية الواقعة خلف السد، مما يجعل المياه المخزنة مناسبة لأغراض مختلفة، بما في ذلك سقاية الماشية أو الإمدادات المنزلية أو الري على نطاق صغير.	وتتواجد المياه المخزنة داخل الفراغات المسامية داخل الرمال الخشنة المترسبة، مما يؤدي إلى إنشاء طبقة مياه جوفية صناعية بشكل فعال.	**شائعة في العديد من البلدان في أفريقيا** [19] سد الرملي إمبو، كينيا (HP. Liniger)

[19] https://thecharitablefoundation.org/projects-lists/sand-dams-in-kitui-and-makueni-kenya/

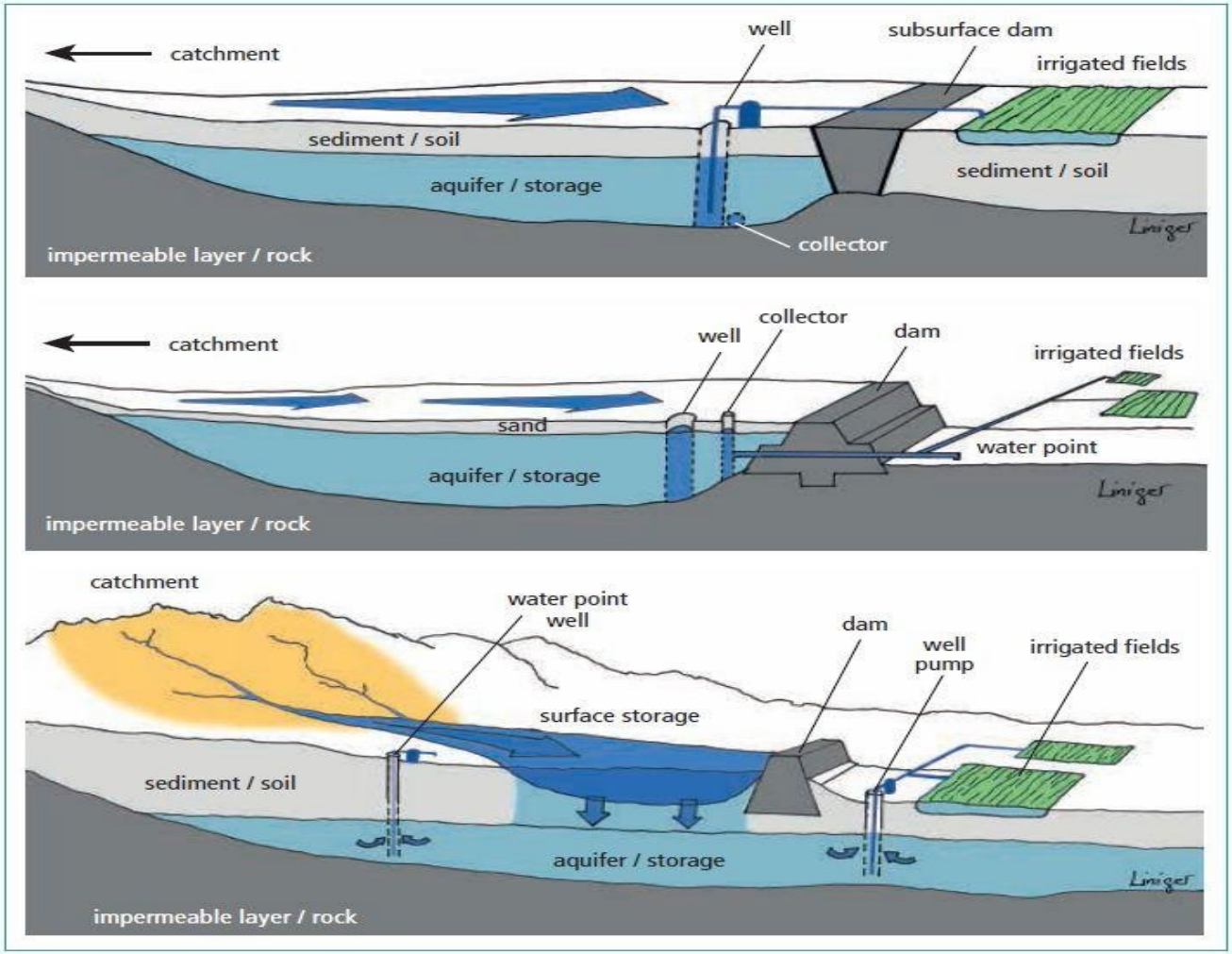
سدود الترشيح			
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
على عكس الأنظمة السابقة، لا تعيق تدفق المياه الجوفية. وبدلا من ذلك، فإنها تخدم ثلاثة أغراض أساسية: أ. تباطؤ سرعة تدفق المياه السطحية. ب. تعزيز الترشيح لإعادة تغذية طبقات المياه الجوفية الضحلة. ج. إعاقة حركة الرواسب.	يتم بناؤها عبر مجاري الأنهار وقنوات الصرف الطبيعية والأخاديد. السدود الحاجزة البسيطة مصنوعة من مواد طبيعية متوفرة محليًا مثل الصخور وجذوع الأشجار والخيزران والعصي والفروع. يتم إنشاء سدود أكثر تطوراً باستخدام الصخور والقضبان الفولاذية (أقفاص). يتم استخدام الخرسانة لصنع السدود الحاجزة الدائمة ولكن أساس جدار السد يصل إلى الطبقة غير المنفذة.	غالبا ما تستخدم المياه من الآبار المعاد شحنها لري المحاصيل، بينما في تايلاند، تستخدم سدود الترشيح في جهود إعادة التشجير.	في تايلاند يتم استخدامها لإعادة التشجير. 20

(Mekdaschi & Liniger 2013)

[20] https://en.gaonconnection.com/35-check-dams-broken-32-percolation-tanks-water-harvesting-structures-encroached-in-drought-prone-yavatmal-district-of-maharashtra-new-study/

ويمكن رؤية الأنواع الثلاثة للسدود من الجداول السابقة في الشكل أدناه.

الشكل 8: مقطع طولي لسد تحت سطح الأرض (أعلى)، وسد رملي (وسط)، وسد ترشيح (أسفل). حقوق الصورة: (Mekdaschi & Liniger 2013)



نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
ضمن مجموعة Macro WH الكلية، تخدم الخزانات في المقام الأول أغراضًا مثل استهلاك الحيوانات والري، على الرغم من أن فائدتها قد تمتد إلى مياه الشرب المجتمعية اعتمادًا على جودة المياه التي تم الحصول عليها.	وتتراوح القدرة التخزينية لهذه الهياكل من 10 إلى 1000 متر مكعب. وفي مناطق معينة، يتم حفر خزانات صغيرة مباشرة في التكوينات الصخرية. تستخدم الصهاريج الأكبر حجمًا مواد تبطين مختلفة مثل التربة المضغوطة أو الطين أو طلاء الملاط أو الخرسانة أو الصفائح البلاستيكية لمنع التسرب. يتم جمع المياه الجارية إما من منطقة مستجمعات المياه القريبة أو توجيهها من مستجمع مياه أبعد. وفي حالة الخزانات المجتمعية الكبيرة، فإن لديها القدرة على تخزين ما يصل إلى 80.000 متر مكعب من المياه. ويشار إلى الخزانات تحت السطح المبطنة بمواد مثل الخرسانة أو الأسمنت الحديدي باسم "بركس" في أرض الصومال.	وتقع هذه الصهاريج عادة إما تحت طبقة صخرية صلبة أو مغطاة للتخفيف من خسائر التبخر. لتقليل الترسيب داخل الصهريج، غالبًا ما يتم تركيب أحواض التسطير، المعروفة أيضًا باسم مصائد الترسيب، عند المدخل، مما يقلل الحاجة إلى التنظيف المتكرر. عندما تكون هناك حاجة إلى سعة تخزين أكبر، يمكن إنشاء هياكل متعددة في نفس الموقع	**في تركمانستان، تُعرف الخزانات تحت الأرض التي تم بناؤها باستخدام الملاط والطوب الجيري، والتي تتميز بقبة مغطاة، باسم "سردوب."** **في قانسو، الصين، يشار إلى هذه الهياكل عادة باسم "أقبية المياه"، بينما في المغرب، يطلق عليها اسم** **"مطفية" أو "جوب."** صهريج في تونس(M. Ouessar) .

(Mekdaschi & Liniger 2013)

تقنيات تجميع المياه الصغيرة وحصاد المياه على الأسطح

أنظمة حصاد المياه الصغيرة

يحتوي التصميم العام للنظام على نفس مناطق أنظمة مستجمعات المياه الكبرى مع منطقة مستجمعات المياه والجريان السطحي ومنطقة التجميع، وقد تم تصميم هذه الأنظمة لاحتجاز وجمع الجريان السطحي من منطقة مستجمعات المياه الصغيرة نسبيًا، عادةً (10-500 متر مربع) داخل حدود المزرعة.

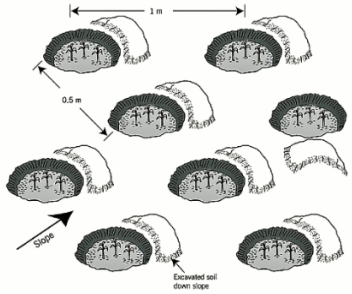
يتم بعد ذلك توجيه المياه الناتجة عن الجريان السطحي إلى منطقة التجميع والتطبيق حيث تتراكم في السدود والحفر والأحواض والسدود. سوف يتسرّب الماء إلى التربة ويمكن استخدامه لزراعة النباتات.

عادة ما يتم تخزين المياه من أنظمة مستجمعات المياه الصغيرة في منطقة الجذر وتزود المحاصيل مثل الذرة الرفيعة والدخن والذرة والشجيرات والأشجار أو محاصيل العلف.

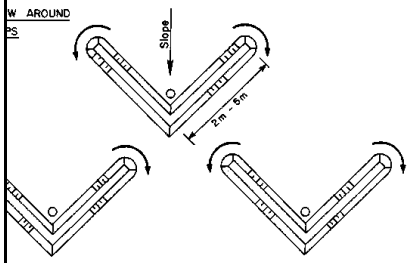
يمكن أن تتراوح النسبة بين منطقة مستجمع المياه (الجمع) إلى المنطقة المزروعة (التطبيق) بين 2:1 و10:1. يمكن للمزارع التحكم بسهولة في حجم مستجمع المياه، مما يجعل النظام سهل التكيف والتكرار. (Mekdaschi & Liniger 2013)

أمثلة على تقنيات حصاد مياه مستجمعات المياه الصغيرة.

تُستخدم أنظمة مستجمعات المياه الصغيرة على المستوى الفردي ويمكن للمزارعين تطبيقها مباشرة في الحقل.

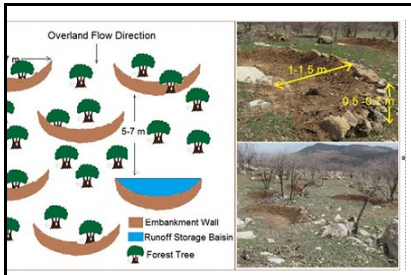
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	تفاصيل النظام	حلول تخزين المياه المرتبطة بها	أمثلة
أحواض صغيرة مزروعة بعدد قليل من بذور المحاصيل السنوية أو المعمرة.	تأتي في عدة أحجام وأشكال وكثافات (حفر / هكتار). نسبة C:A 3:1. الحفر عادة ما تكون 20 – 30 سم عرض وعمق 20 - 30 سم ومسافة 60 سم - 1 متر الحفر يتم حفرها باليد. في حالة توفر السماد العضوي و/أو الأسمدة، يمكن إضافتها إلى كل حفرة.	يتم عمل الحفرة أسفل المنحدر ويتم تشكيلها أحيانًا على شكل سلسلة من التلال الصغيرة لالتقاط هطول الأمطار والجريان السطحي بشكل أفضل. يتم وضع حفر الزراعة على الأراضي المسطحة والمنحدرة بلطف (0 - 5٪) والتي تتلقى هطول أمطار يتراوح بين 350 - 600 مم / سنة يساعد نمو العشب بين الحجارة على زيادة التسرب بشكل أكبر ويسرع تراكم الرواسب الخصبة. غالبًا ما يتم العثور على الحفر مع الخطوط الحجرية لإعادة تأهيل الأراضي المتدهورة والمتقشرة وإعادتها إلى الزراعة.	 **المصدر** MALESU et al. : (2007) **حفر زراعية (تاسا) قبل الزراعة وموسم الأمطار، النيجر**(HP. Liniger).

(Mekdaschi & Liniger 2013)

حزم مثلثة / على شكل حرف **V**			
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
تحيط السدود الترابية التي يبلغ ارتفاعها حوالي 0.5 متر بحفرة في الأعلى، حيث يتم تخزين المياه حتى تتسرب إلى التربة.	يبلغ عرض الهياكل عادةً حوالي 1 - 7 أمتار في صفوف متداخلة. يجب أن تكون نهايات الأحواض على المحيط. نسبة C:A هي حوالي 5:1. تستخدم على نطاق واسع في إنشاء الأشجار: مثل أشجار اللوز والمشمش والخوخ والفستق والزيتون أو الرمان، ولشجيرات العلف. بشكل عام، يتم تطبيقها على المنحدرات التي يصل معدل هطول الأمطار فيها إلى 20% في المناطق التي يزيد فيها معدل هطول الأمطار السنوي عن 300 ملم.	يتسرب الماء إلى التربة في موقع الشجرة.	 **المصدر** : https://www.fao.org/3/u3160e/u3160e07.htm حزمة حجرية مثلثة) على شكل حرف(V). . (Benli, 2012)

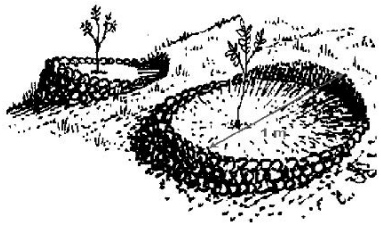
(Mekdaschi & Liniger 2013)

حزم نصف دائرية			
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
عادة ما تكون مصنوعة من الأرض أو الحجر ويبلغ قطرها عادة 2-8 م (يصل إلى 12 م).	يتم وضع نهايات الحزم على الخط المحيط المواجه للمنحدر. ارتفاع الحزم هو 30-50 سم. يتم بناؤها بتسلسل متدرج على قطعة أرض. هذا هو الخط الثاني الذي يصور الجريان السطحي الذي يتدفق بين الهياكل في السطر أعلاه؛ وهلم جراً. تتراوح نسبة C:A بين 1:1 و3:1. في الظروف الجافة، تكون الحزم أكبر. في الظروف الأكثر رطوبة، يتم إنشاء المزيد من السدود ذات نصف قطر أصغر لكل هكتار. يتم تطبيقها على المنحدرات التي يصل معدل هطول الأمطار فيها إلى 15%، ولكن نادرًا ما يتم استخدام السدود الترابية على المنحدرات الأكثر انحدارًا من 5%،	يتسرب الماء إلى التربة في موقع الشجرة.	 المصدر : international Centre for agricultural research in the dry areas (ICARDA). Water harvesting, indigenous knowledge for the future of the drier environment by theib oqeis, dieter prinz, ahmed hachum.

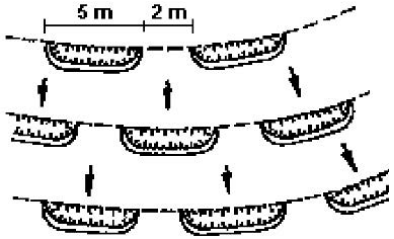
	والتي تتلقى أكثر من 300 ملم/سنة من الأمطار. عادةً ما تُستخدم أنصاف الدوائر الأكبر حجمًا والأكثر تباعدًا، كما تسمى هذه السدود (بالفرنسية: demi-lunes)، لإعادة تأهيل أراضي المراعي أو إنتاج الأعلاف. تُستخدم أنصاف الدوائر الصغيرة والمتقاربة في نمو الأشجار والشجيرات. وغالبًا ما يتم استخدامها في منطقة الساحل لإنتاج الدخن اللؤلؤي. عندما يتم استخدامها لزراعة الأشجار في أنظمة الحراجة الزراعية باستخدام حفرة واحدة محفورة في أدنى نقطة، فإنها تعمل بشكل فعال كناغاريم[21].		 المصدر: Gheitury, M., Heshmati, M., Noroozi, A., Ahmadi, M., Parvizi, Y.

(Mekdaschi & Liniger 2013)

[21] وهي عبارة عن أحواض جريان صغيرة على شكل ماسة، وتحيط بها سدود ترابية منخفضة. يتسلل الجريان السطحي إلى أدنى قمة، حيث يتم زرع الأشجار. تتراوح أحجام النجاريم المبلغ عنها ما يصل إلى 400 مترًا مربعًا في الهند. (Mekdaschi & Liniger 2013)

الحواجز الهلالية			
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
الهياكل الدائرية ذات الوجه الحجري، والتي يمكن تطبيقها في سفوح التلال شديدة الانحدار والمتدهورة المجتمعات المحلية (Farahani et al., 2016). التي تزود الأشجار أو الشجيرات المنفردة بالجريان السطحي على سفوح التلال تسمى أحيانًا مصاطب هلالية.	وتُعرف أيضًا باسم "حواجز المنصة" حيث تظل المساحة المزروعة بها مستوية. حجم مستجمع المياه هو 5 – 50 متر مربع والمساحة المزروعة 1 – 5 متر مربع. يمكن تطبيق هذه التقنية على المنحدرات بنسبة تصل إلى 50%؛ كلما كان الانحدار أكثر انحدارًا، كلما زادت الحاجة إلى تعزيز السدود بالحجر (حيثما كان ذلك متاحًا). يمكن تطبيق المصاطب الهلالية في المناطق التي يتراوح معدل هطول الأمطار السنوي فيها بين 200 و 600 ملم.	يتسرب الماء إلى التربة في موقع الشجرة.	 تراس هلالي من الجانب ومن الأعلى (Schauwecker, 2010).

(MedChi & Liniger 2013)

أحواض من نوع فاليراني (نصف دائرية ميكانيكية)			
نوع النظام **النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)**	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
يمكن إنشاء هذه الأحواض النصف دائرية الميكانيكية باستخدام نوعين من محاريث الجرارات المعدلة: "القطار" و"الدلفين".	ينتج المحراث الدلفيني أحواضاً صغيرة على شكل هلال بمعدل 5000-7000 بركة يومياً أو 400 بركة صغيرة/هكتار. يبلغ طول الحوض 4-5 م وعرضه 40 سم وعمقه 40 سم. تبلغ سعة تجميع المياه حوالي 600 لتر. معدلات إنشاء الأشجار المبلغ عنها مرتفعة للغاية. يمكن أن يكون استخدام هذا المحراث الخاص اقتصاديًا إذا كان من الضروري معالجة مساحات كبيرة وإذا كان من الضروري اتخاذ إجراءات سريعة في المناطق ذات الكثافة السكانية المنخفضة: على سبيل المثال لتجنب التصحر الوشيك. تم استخدام المحراث للتشجير وتحسين المراعي في دول البحر الأبيض المتوسط وأفريقيا وآسيا.	يتسرب الماء إلى التربة في موقع الشجرة.	 أحواض صغيرة ميكانيكية بالكامل من فاليراني.(Prinz, 1996) https://www.vallerani.com/en/vallerani-system-en/

	يمكن تطبيق هذا النظام في المناطق التي يتراوح معدل هطول الأمطار السنوي فيها بين 100-600 ملم وعلى المنحدرات التي يتراوح انحدارها بين 2-10%.		

(MedChi & Liniger 2013)

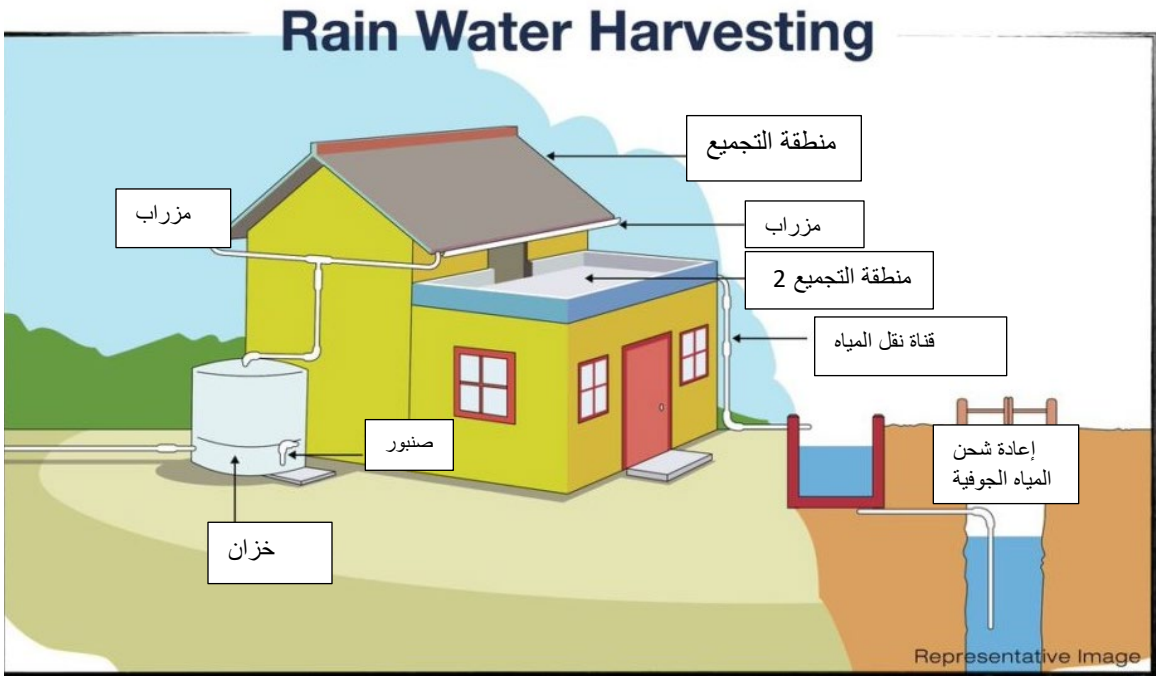
نوع النظام النوع (النظام الزراعي، مياه الشرب، الاستخدام المنزلي/المجتمعي، الخ...)	**تفاصيل النظام**	**حلول تخزين المياه المرتبطة بها**	**أمثلة**
وهي عبارة عن حواجز أو حواف مبنية على طول الخط الكنتوري، وعادة ما تكون متباعدة بين 5 و 20 مترًا.	أول متر أو مترين فوق التلال مخصص للزراعة، بينما الباقي مخصص لمستجمعات المياه. ويختلف ارتفاع كل سلسلة تبعاً لانحدار المنحدر والعمق المتوقع لمياه الجريان السطحي المحتجزة خلفه. يمكن تعزيز السدود بالحجارة إذا لزم الأمر. تعتبر المقاصة تقنية بسيطة يمكن للمزارعين تنفيذها. يمكن تشكيل التلال يدويًا، أو باستخدام أداة تجرها الحيوانات، أو بواسطة الجرارات ذات الأدوات المناسبة. ويمكن بناؤها على نطاق واسع من المنحدرات، من 1% إلى 50%. إن مفتاح نجاح هذه الأنظمة هو تحديد موقع التلال بأكبر قدر ممكن من الدقة على طول المحيط.	يتسرب الماء إلى التربة في موقع الشجرة.	 التلال الكنتورية التي تم بناؤها في مزرعة أبحاث إيكاردا في تل حديا، شمال سوريا.

	وبخلاف ذلك، سوف يتدفق الماء على طول التلال، ويتراكم عند أدنى نقطة، وفي النهاية يخترق ويدمر نظام المنحدر بأكمله.		

(Oweis, Th, 2001)

توفر هذه الأنظمة المياه بالقرب من المنازل. يتم جمع هطول الأمطار من سطح المنزل أو أسطح المرآب التي تعمل كمناطق مستجمعات وتتحرك في الأنابيب والمزاريب وغيرها من الهياكل المستخدمة كمناطق جريان في النظام.

الشكل 9. رسم تخطيطي لنظام تجميع مياه الأمطار على السطح



Source: Mahajan, M, 2022[22]

تختلف المواد المستخدمة في منطقة مستجمعات المياه حسب المنطقة وهيكل المباني، ولكن يجب أن تكون آمنة الاستخدام وغير متداخلة مع المياه المجمعة، ومن أمثلة المواد الألومنيوم والشبك الأسود والحديد المموج المجلفن والأسمنت.

في سوريا، معظم أسطح المنازل مصنوعة من الخرسانة. يمكن تنظيفها واستخدامها مباشرة، إلا أنها قد تسبب بعض المشاكل للبناء. بالإضافة إلى ذلك، فإن كفاءة الخرسانة ليست الأفضل في تجميع المياه، ومع مرور الوقت يمكن أن تبدأ في إطلاق الأوساخ والتآكل في الماء. الحل الجيد الذي يمكن تطبيقه في منطقة مستجمعات المياه هو استخدام مواد إضافية لتغطية السقف. تقوم معظم العائلات في سوريا بتزفيت الأسطح لتجنب تسرب المياه إلى المنزل، وهذا يمكن أن يكون مفيداً أيضاً للأسطح المستخدمة كمنطقة تجميع، لكنه ليس المادة الأفضل للاستخدام. والأهم في كافة المواد هو الحفاظ على نظافة الأسطح. في دراسة أجراها ديفيد بريت مارتينسون في جامعة بورتسموث (الشكل 10) أدرجت أفضل المواد المستخدمة لتغطية منطقة مستجمعات المياه على السطح، ويعتمد استخدام هذه المواد على توفرها في منطقة التطبيق، وفي سوريا العامل الاقتصادي يلعب دوراً كبيراً في اختيار المادة، أي مادة صلبة لا تمتص الأمطار أو تلوث الجريان السطحي. ولذلك فإن البلاط والصفائح المعدنية ومعظم المواد البلاستيكية مناسبة.

الشكل 10. خصائص أنواع الأسطح

النوع	كفاءة الجريان السطحي للمادة	ملاحظات
صفائح الحديد المجلفن	>0.9	مياه ذات نوعيا ممتازة السطح أملس، ودرجات الحرارة المرتفعة تساعد على تعقيم المياه
بلاط (مزجج، مموج)	0.6 – 0.9	مياه ذات نوعية جيدة من البلاط المتموج البلاط الأملس قد يؤدي لتشكل العفن قد تتجمع الأوساخ والتلوث غي شقوق البلاط
صفائح الأسبستوس	0.8 – 0.9	توفر الأغطية الجديدة مياه بنوعية جيدة لايوجد أدلة على وجود مواد مسرطنة الأسطح مسامية قليلا تحفض معامل الجريان السطحي الأسطح القديمة تحتوي الطحالب والعفن
عضوي (القش، النخيل)	0.2	مياه بنوعية رديئة (/ 200 FC< 100ml) تأثير التدفق الأول بسيط صعوبة ترشيح العكارة العالية بسبب المواد العضوية الذائبة

المصدر: Martinson, D, B. 2007 :

يعتمد حجم منطقة مستجمع المياه على حجم السطح، ويؤدي ذلك أيضًا إلى تحديد حجم كل من الجريان السطحي والخزانات المجمعة في النظام، ويمكن حساب المياه المجمعة عن طريق ضرب هطول الأمطار السنوي في حجم السطح، مع الأخذ في الاعتبار أن تكون الأسطح المستخدمة سهلة الوصول إليها وربطها بالأنابيب الموجودة في النظام، وألا تحتوي المياه المجمعة على أي مواد كيميائية ملوثة أو مذابة من الهواء أو من فضلات الطيور.

يمكن أن تكون المياه المخزنة من هذه الأنظمة إما فوق الأرض أو تحت الأرض على شكل خزانات أو صهاريج، أو مزيج من كلا النوعين من التخزين.

للحفاظ على جودة المياه، يمكن إضافة مرشحات إلى النظام عند مداخل الميزاب أو الأنابيب، ومن خلال عملية "التدفق الأول"، حيث لا يتم جمع حدث هطول الأمطار الأول من النظام، يمكن استخدام المياه المجمعة للشرب، للاستخدام المنزلي أو البستنة الصغيرة بجوار المنزل، يعد تجميع المياه على الأسطح أكثر أمانًا وراحة ولكنه مصدر محدود لمياه الشرب.

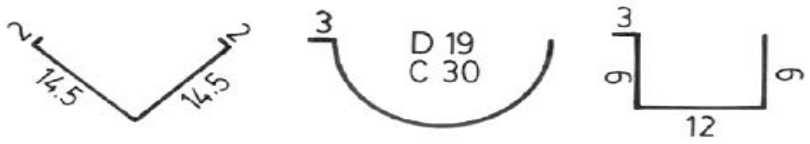
المزاريب

يعتبر الناقل والمرشح مهمين للغاية في تجميع المياه على الأسطح، في سوريا نظام المزاريب بسيط جداً وأحياناً لا يتم تطبيقه على الأسطح، لذلك لا بد من إضافة الأنابيب الواصلة بين السطح و خزانات التخزين،ويمكن أن تكون الأنابيب والمزاريب بأشكال مختلفة:

- الشكل V: يمكن صنعه من الألمنيوم، وذلك عن طريق طي ورق الألمنيوم لعمل الشكل، ويمكن ذلك باستخدام قطعتين خشبيتين لعمل زاوية 90 درجة وتشكيل الأنبوب، ولكن هذا النوع يسهل حجبه بأوراق الشجر والأغصان.
- الشكل نصف الدائري: أسهل طريقة لعمل هذا الشكل هو استخدام البلاستيك وتشكيل الشكل، أو حتى قطع الأنابيب البلاستيكية إلى نصفين، مما يجعل هذه المادة رخيصة الصنع وسهلة التنظيف.
- المزاريب ذات المقطع المربع: كما يمكن صنعها من الألمنيوم عن طريق تشكيلها بنفس شكل الميزاب على شكل حرف V
- الخيزران والمزراب الخشبي: هذا هو الأرخص استخدامًا من النباتات المحلية والخيزران (إذا كان ينمو في المنطقة)، ولكنه يحتاج إلى استبدال منتظم ويصعب تنظيفه.

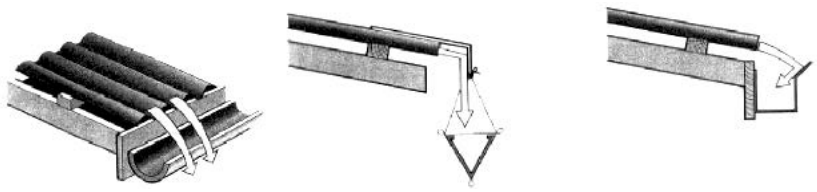
(MedChi & Liniger 2013)

الشكل 11. أبعاد الميزاب على شكل حرف V والميزاب المربع والميزاب نصف الدائري بالسنتيمتر



المصدر: (D: diameter, C: circumference) (Nissen-Petersen, 2007).

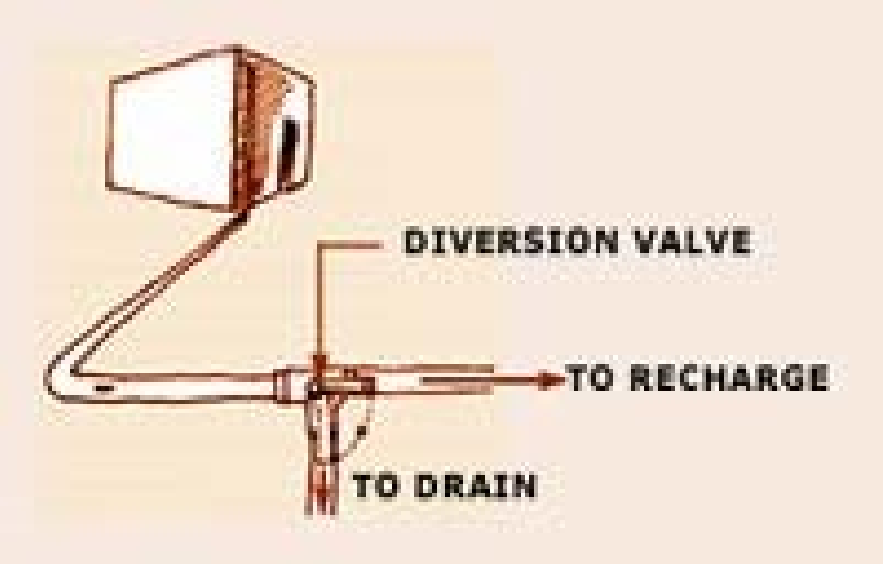
الشكل 12: تجاوز المياه للمزراب (يسار) وخيارات لتجنب الانسكابات الزائدة للمياه



(Skinner, 2003 in Doyle, 2008)

الجزء الثاني من المزاريب هو الذي ينقل المياه للتخزين، كما يمكن صنعه من مواد مختلفة كثيرة ويجب أن تكون ذات كفاءة في تحويل المياه، في سوريا تستخدم الأنابيب البلاستيكية في جميع أنحاء البلاد لأنظمة الري والعديد من الاستخدامات الأخرى ، ويمكن استخدامها في أنظمة حصاد المياه على الأسطح، بعض الأشكال والنماذج مذكورة أدناه.

الشكل 13. مخطط نظام الأنابيب لنظام حصاد المياه على السطح



[23]

- المزراب الممتد: يتم بناء هذه المزاريب عادة بميل طفيف نحو الخزانات، وعادة ما يتم تركيب الخزانات خلف المنزل، بالقرب من المزراب وأحيانا يتم تركيب الخزانات على جوانب المزراب، واحد إلى اليسار والآخر إلى اليمين.(MedChi & Liniger 2013)
- قناة مفتوحة منفصلة: بهذه الطريقة يكون المزراب أطول ويصل قليلاً إلى خارج نهاية زاوية المبنى، وبهذه الطريقة لا داعي لأن يكون الخزان متوازياً مع السقف، فهو مصنوع من البلاستيك أو المعدن أو أي مواد محلية متوفرة..(MedChi & Liniger 2013)
- الأنابيب السفلية: يجب أن تحتوي على مزاريب ذات أبعاد متقاطعة متساوية.
- الأنابيب الفائضة: يتم توصيل هذه الأنابيب بالجزء العلوي من الخزان للسماح بتصريف المياه الزائدة في الخزان في حالة هطول الأمطار الغزيرة والطويلة، وفي الطرف السفلي من هذه الأنابيب، يتم تركيب شبكة لمنع الفئران والحشرات من دخول الخزان. (MedChi & Liniger 2013).

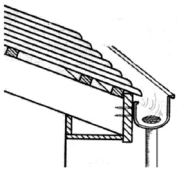
الفلترة:

يتم استخدامها لمنع التلوث المادي للمياه ومنع الأوراق والأحجار والمواد الأخرى من الدخول إلى النظام، ويمكن أن تكون من مواد مختلفة.

- الفلاتر الخشنة: يتم تركيبها بين الميزاب وأنابيب التدفق، ويبلغ سمكها حوالي 5 ملم ويجب إزالتها وتنظيفها بانتظام للسماح بتدفق المياه..(MedChi & Liniger 2013)

[23] https://procivilengineer.com/rainwater-harvesting-components/

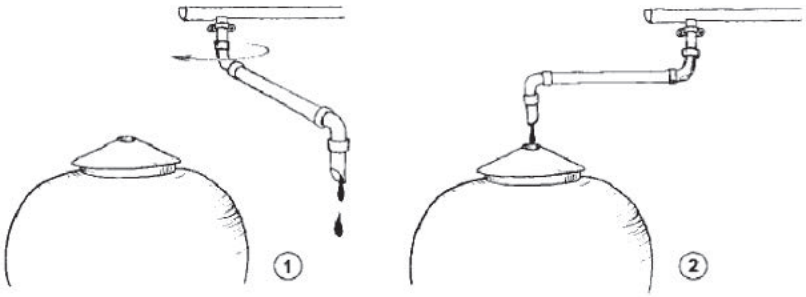
الشكل 14 مرشح خشن



(Worm and Hattum, 2006).

- فلتر الماء بالفحم: يتكون الفلتر من الحصى والرمل والفحم، وجميعها متوفرة بشكل عام ويمكن صنعها في أسطوانة أو وعاء من الفخار.[24]
- المرشحات الرملية: يستخدم فيها الرمل المتوفر بكثرة في المنطقة، وهو رخيص الثمن وسهل الصنع، ويساعد هذا المرشح على إزالة الجزيئات مثل الطين والطمي، كما أنه مفيد في تصفية الكائنات الحية الدقيقة والألوان من المياه. تبدأ طبقة هذا الفلتر من الرمل الخشن في الأعلى ثم الحصى بسمك 5-10 ملم يليه 5-25 سم أخرى من الحصى والصخور[25].
- تحويل المجرى الأول: في هذه العملية يتم إزالة أول حدث لهطول الأمطار - وعادةً ما يحتوي الجريان السطحي على رواسب من السطح، ولا يسمح بدخول المياه إلى الخزانات. MedChi) & Liniger 2013)

الشكل 15 الطريقة اليدوية لفصل التدفق الأول.

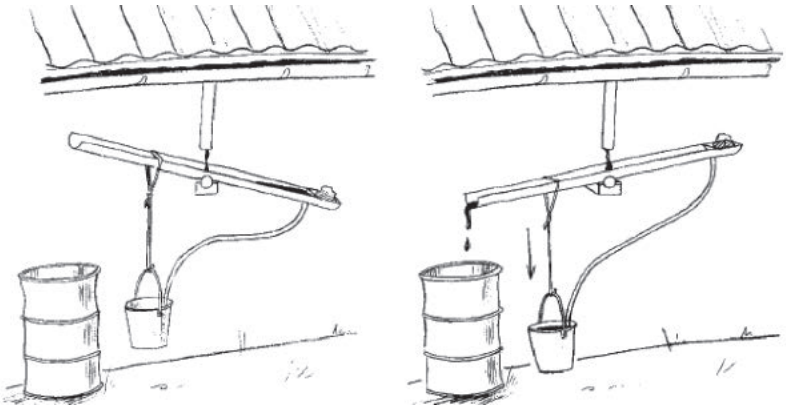


(Worm and Hattum, 2006).

- نظام الكتلة الثابتة: يحل هذا النظام أحيانًا محل نظام التدفق الأول، ولا يتطلب وجود المستخدم لتدفق المياه، بل يعتمد على كيفية عمل نظام الكتلة كأرجوحة.

[24] https://procivilengineer.com/rainwater-harvesting-components/
[25] https://procivilengineer.com/rainwater-harvesting-components/

الشكل 16 الطريقة اليدوية لفصل التدفق الأول



(Worm and Hattum, 2006).

بالنسبة لسوريا، يمكن للأهالي استخدام المواد المحلية أيضاً كمرشحات، مثل شبكات الحشرات المستخدمة على النوافذ، والشاش كمرشح دقيق فوق فتحات الأنابيب، مع الرمل ومرشحات الفحم لأن هذه المواد متوفرة في البلاد.

مرافق التخزين

يمكن أن تختلف أحجام الخزانات من متر مكعب (1000 لتر) إلى مئات الأمتار المكعبة للخزانات الكبيرة.

وبشكل عام يتراوح الحجم من 10 إلى 30 متر مكعب كحد أقصى لنظام منزلي على مستوى الأسرة، ومن 50 إلى 100 متر مكعب لنظام على مستوى المجتمع أو المدرسة، ويعتمد بالطبع بشكل كبير على نمط هطول الأمطار المحلي طوال العام.

تكون الخزانات ذات الشكل الدائري أمتن بشكل عام من الخزانات ذات الشكل المربع. علاوة على ذلك، تتطلب الخزانات ذات الشكل الدائري مواد أقل مقارنة بسعة تخزين المياه في الخزانات المربعة (Worm, J. Hattum, T, V 2006).

يمكن أن تكون مرافق التخزين الموجودة فوق الأرض مصنوعة من الخرسانة أو البلاستيك أو الخشب أو الطوب أو أي مواد متاحة.

يوجد في سوريا ثلاثة أنواع رئيسية من الخزانات المستخدمة لتخزين المياه وهي صالحة للاستخدام في أنظمة حصاد المياه، انظر الشكل 18 لصور بعض الأمثلة على الخزانات في سوريا. نأخذ أيضاً في عين الاعتبار أنه كلما اقتربت الخزانات التي يتم تركيبها من السطح لاستخدامها كمنطقة تجميع، كان ذلك أفضل لتقليل فقدان المياه أثناء النقل عبر الأنابيب في أنظمة حصاد المياه.

الشكل 18. أمثلة على الخزانات الموجودة فوق الأرض المستخدمة في سوريا

يتم حفر مرافق التخزين تحت الأرض في الأرض بأحجام تتراوح من 6000 إلى 10000 لتر، وتكون اسمنتية أو بلاستيكية أو ببساطة في التربة لتغذية المياه الجوفية..(MedChi & Liniger 2013)

من النقاط المهمة في المخازن الجوفية أو آبار المياه في حالة تخزين المياه في التربة هي المسافة الأفقية (مسافة الفصل) للمياه النظيفة عن شبكات مياه الصرف الصحي، وهذه المسافة ليس من السهل قياسها، مشروع اسفير ;((2011) تم إدراج معهد روبنز (1996) على أنه 30 مترًا، في حين أنه وفقًا لـ WaterAid (2011)لا يقل عن 50 مترًا، والقاعدة العامة هي أنه كلما زادت المسافة انخفض خطر التلوث، ومع طول فترة انتقال المياه، سيموت المزيد من مسببات الأمراض أو سيتم ترشيحها بواسطة التربة وتشكل خطرًا أقل، والعامل الآخر الذي يجب أخذه في الاعتبار هو اتجاه التدفق في الأرض، ويمكن اختيار موقع منطقة التخزين في الاتجاه المعاكس للتدفق من مياه الصرف الصحي أو المياه الملوثة، إذا كان قياس المسافة صعبًا أو لا يوجد نظام صرف صحي فعال حيث يذهب التخلص من المياه القذرة إلى التربة مباشرة، كما هو الحال في المخيمات على سبيل المثال، فإن الخيار الأفضل هو استخدام الخزانات الموجودة تحت الأرض. بالنسبة لجميع الخزانات ينصح بتنظيفها قبل الاستخدام الأول، ومن الأفضل أن تكون الخزانات مصممة لمياه الشرب إذا كان هذا هو هدف النظام، فيمكن فركها من الداخل قبل الاستخدام وغسلها بالماء النظيف، كما أنها تحتاج إلى أن تكون محكمة الإغلاق ضد الغبار وأشعة الشمس لمنع أي تلوث.

انظر الشكل 19 للحصول على أمثلة.

الشكل 19. أمثلة على الخزانات تحت الأرض.

معالجة المياه

إن المياه المجمعة تبدو نظيفة للعين المجردة، لكنها لا تزال بحاجة إلى المرور بعمليتي الترشيح، وهي جزء من النظام المذكور أعلاه.

والتطهير، إن إحدى الطرق للتطهير هي إضافة الكلور إلى الماء، ويمكن القيام بذلك في سوريا، ولكن يجب أن يتم ذلك بعناية حتى لا يسبب مشاكل صحية، قبل إضافة الكلور، هناك بعض الأشياء التي يجب وضعها في الاعتبار: أضف الكلور دائمًا إلى الماء ولا تقم بإضافة الماء أبدًا للكلور، وتجنب ملامسة الكلور للجلد، وكن حذرًا في تخزين الكلور (الأفضل تخزينه في مكان مظلم وبارد بعيدًا عن الأطفال) والآن قم بمعالجة المياه المجمعة إما بإضافة؛ 7 جرام من هيبوكلوريت الكالسيوم (قوة 60 إلى 70%) لكل 1000 لتر من الماء؛ أو 40 مل من هيبوكلوريت الصوديوم (محلول 12.5%) لكل 1000 لتر ماء، وتترك المياه المعالجة لمدة 24 ساعة على الأقل حتى يتلاشى طعم ورائحة الكلور.

للحفاظ على إمدادات المياه الصالحة للشرب بعد الجرعة الأولية، أضف إما: 1 جرام من هيبوكلوريت الكالسيوم (60-70%) لكل 1000 لتر؛ أو 4 مل هيبوكلوريت الصوديوم (12.5%) لكل 1000 لتر إن أمكن كل أسبوع ويترك قبل الاستهلاك بساعتين[26].

[26] https://www.health.wa.gov.au/~/media/Files/Corporate/general-documents/water/Drinking-water/Guidelines-for-the-Bulk-Cartage-of-Drinking-Water.pdf

وهناك طريقة أخرى يمكن تطبيقها وهي غلي الماء لمدة دقيقتين أو ثلاث دقائق إذا توفر الوقود، واستخدام ضوء الشمس في الأيام الحارة وذلك بوضع الماء في أواني زجاجية مغلقة وتركه في الشمس المباشرة لعدة ساعات وتعرف هذه الطريقة تطهير المياه بالطاقة الشمسية .(SODIS)

تعمل هذه العملية بطريقتين: يتم قتل البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة عن طريق التعرض للإشعاع المباشر، وإذا تم تسخينها بدرجة كافية، عن طريق درجات حرارة الماء التي تتجاوز 70 درجة مئوية. يكون هذا أكثر فعالية عندما يكون الماء مؤكسجًا بالكامل، لذا فإن ترك بعض الهواء في الزجاجات ورج الزجاجة من حين لآخر سيسرع العملية. طلاء الزجاجات باللون الأسود يزيد من امتصاص الإشعاع ويزيد الحرارة[27].

صيانة أنظمة حصاد المياه

بالنسبة لجميع أنواع حصاد المياه، يجب الحفاظ على مناطق مستجمعات المياه نظيفة، وبالنسبة لنظام مستجمعات المياه الكبرى والصغرى، يجب أيضًا تسويتها للتأكد من عدم انقطاع تدفق المياه.

وبالنسبة للخزانات، وخاصة إذا كانت تستخدم لمياه الشرب مثل أنظمة تجميع المياه على الأسطح، فيوجد عدة خطوات من أجل تنظيف وصيانة النظام، ففي موسم الجفاف عندما تكون الخزانات فارغة، يجب تنظيفها.

في حالة وجود فلتر رملي، يجب غسل الفلتر بالماء النظيف أو تجديده. يجب فحص الأنواع الأخرى من المرشحات.من الضروري إزالة الرواسب من قاع الخزان بشكل دوري، ويفضل أن يكون ذلك سنوياً. كما يجب فحص وإصلاح الأسطح والمزاريب والأقواس الداعمة وأنابيب التدفق إذا لزم الأمر.

وفي نهاية موسم الجفاف، عندما يصبح الخزان فارغًا، يجب إصلاح أي تسرب تمت ملاحظته.

بعد إجراء الإصلاحات داخل الخزان وإزالة الرواسب، يتم فرك الجزء الداخلي بمحلول مكون من 3 مقادير من الخل إلى 1 جزء من الماء، أو 1 كجم من مسحوق خميرة الخبز إلى 9 لترات من الماء، أو 1 كوب. (75 مل) كلور مبيض 5% إلى 45 لتر ماء. بعد الغسيل، يترك الخزان لمدة 36 ساعة ثم يشطف بالماء قبل استخدامه مرة أخرى لتخزين المياه (Worm, J. Hattum, T. 2006) .

إذا كانت الخزانات تحتوي على مياه من مواسم سابقة يتم تصريفها من الخزان، مع مراعاة أنه إذا كانت المياه ملوثة فيجب نقلها بأمان إلى محطة المعالجة، وإذا كانت نظيفة يمكن استخدامها لسقي الحدائق أو الغسيل السيارات أو التنظيف.

مثال تحديد حجم النظام للاستخدام المنزلي

يمكن حساب إجمالي كمية المياه اللازمة للأسرة من خلال معرفة عدد الأشخاص في المنزل واحتياجاتهم، ويمكن حسابها على النحو التالي.

[27] www.sodis.ch

الطلب = استخدام المياه × أفراد الأسرة × 365 يومًا

على سبيل المثال، لعائلة مكونة من 8 أفراد بمتوسط استهلاك يومي قدره 20 لترًا للشخص الواحد، سيكون الطلب هو

الطلب = 20×8×365 = 58400 لتر/سنة = حوالي 4867 لتر/شهر = حوالي 162 لتر/يوم

الأمر الثاني هو حساب المياه من نظام حصاد المياه، ويتم معرفة العرض من خلال حساب مساحة مستجمع المياه (السطح)، وهطول الأمطار، وكفاءة الجريان السطحي.

العرض (م3) = هطول الأمطار (م) × المساحة (م2) × كفاءة الجريان السطحي

على سبيل المثال العرض = 0,4 × 15 م2 × 0,8 = 4.8 م3/سنة = 4800 لتر/سنة = 13,15 لتر/يوم

لمعرفة حجم الخزان الذي نحتاج لأجل تخزين المياه يتم الحساب من خلال ضرب الطلب بفترة الجفاف، على سبيل المثال أعلاه إذا استمر موسم الجفاف حوالي 5 أشهر فإن الطلب لمدة 5 أشهر (150 يوم) هو الطلب الشهري مضروباً بعدد أشهر الجفاف وتكون الحاجة للتخزين 4867 × 5 شهر = 24335 لتر = 24،3 م3 وهي أقل سعة نحتاج إليها، ويتم حساب حجم الخزان المناسب لهذه الكمية من خلال ضرب الطول*العرض*الإرتفاع للخزانات المستطيلة والمكعبة أو الإرتفاع بمساحة القاعدة للخزانات الأسطوانية.

مثال 2: توافر المياه من حصاد المياه على الأسطح في منطقة يبلغ متوسط هطول الأمطار السنوي فيها 600 ملم، فإن إمكانات المياه السطحية لقطعة أرض مساحتها 200 متر مربع (بافتراض أن 50٪ من مساحة قطعة الأرض هي مساحة السطح) ستكون 60.000 لتر (0.5*200 *600). لنفترض أنه تم تخزين 50% فقط من مياه الأمطار (تشمل الخسائر التبخر والفيضان)، فإن كمية المياه المتاحة في السنة ستكون 30.000 لتر سنويًا (0.5*60.000). تبلغ كمية المياه المتوفرة يوميًا حوالي 82 لترًا لكل قطعة أرض (30,000/ 365) (معتمدة من برنامج الأمم المتحدة للموئل وغير مؤرخة).

التحديات في أنظمة حصاد المياه

التحدي الرئيسي أمام حصاد المياه هو الاعتماد الكلي على هطول الأمطار، فهو حدث غير متوقع وغير منضبط، ويمثل التلوث تحديًا آخر ويمكن أن يدخل إلى الأنظمة من مصادر مختلفة، بما في ذلك المبيدات المستخدمة في المحاصيل وتساقط الطيور في مناطق مستجمعات المياه. مصدر آخر للتلوث يمكن أن يكون من المعادن الموجودة في المياه الجارية والتي يمكن أن تتسرب إلى الأرض وتصل مع الوقت إلى مستويات سامة في التربة.

الاستنتاج والتوصيات

لقد تم استخدام حصاد المياه منذ مائة عام، وقد ثبت أنه وسيلة مهمة لمساعدة المزارعين والسكان في المناطق القاحلة وشبه القاحلة على توفير المياه لري الأشجار والمحاصيل، وكذلك في المناطق الرطبة والحفاظ على التربة من التآكل والتدهور.

يعد حصاد المياه في سوريا إحدى طرق مواجهة تغير المناخ وطريقة مفيدة لتعزيز سبل العيش الريفية للناس والتي يمكن استخدامها في أجزاء مختلفة من البلاد باستخدام المواد المتاحة محليًا.

هناك حاجة إلى مزيد من الدراسات والأبحاث الأعمق على المستوى دون الوطني إلى جانب دعم التمويل للمزارعين في بناء النظام بالإضافة إلى ورش عمل لبناء قدرات الناس، وهذا يتطلب الدعم من المنظمات العاملة على الأرض ماليًا وفنيًا والمؤسسات في المدينة وعلى مستوى القرية للحصول على فهم أفضل للأنظمة واختيار النوع والحجم المناسبين للتنفيذ في المنطقة المستهدفة والهدف المقصود من نظام حصاد المياه.

المصادر

OECD. OECD Environmental Outlook to 2050. OECD Publishing, 2012.

UN-HABITAT, Recovery of services and infrastructur in Syria “not if, but how?” 2022, https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/09/infrastructure.pdf

HNAP, Water Access Mapping, June 2022

IFAD (2010). Syrian Arab Republic: Thematic study on land reclamation through defrocking.International Fund for Agricultural Development. Rome, Italy.

Ülker, D., Erguven, O., & Gazioglu, C. (2018). Socio-economic impacts in a Changing Climate: CaseStudy Syria. International Journal of Environment and Geoinformatics, 5(1), 84-93.

M. Salman, W. Mualla, The utilization of water resources for Agriculture in Syria: analysis of current situation and future challenges, in Proceedings of the International Seminar on Water Issues of the World Federation of Scientists, Erice, Sicily, Italy, IPTRID (2003)

Varela-Ortega C, Sagardoy J. Analysis of irrigation water policies in Syria: current developments and future options. In The Syrian agriculture at crossroad. Rome, Italy: FAO. 2003.

N.H. BATJES and W.G. SOMBROEK, 1997, International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), P.O. Box 353, 6700 AJ Wageningen, The Netherlands

S. Mohammeda, A. Khalloufc, e, S. Kiwanc, S. Alhenawic, H. Alic, E. Harsányia, J. Kátaid, and H. Habibb. 2019, Characterization of Major Soil Orders in Syria. DOI: 10.1134/S1064229320040109

Ministry of Local Administration and Environment MLAE), Classification of the Syrian soil, 2006. http://www.mola.gov.sy.

https://www.ruvival.de/macro-catchment-rainwater harvesting/#:~:text=Rainwater%20harvesting%20from%20macro%2Dcatchments,that%20vary%20highly%20over%20time.

T. Y. Oweis, “ Rainwater Harvesting for Alleviating Water Scarcity in the Drier Environments of West Asia and North Africa,” A presentation at the International Workshop on Water Harvesting and Sustainable Agriculture, Moscow, Russia, 2004.

Critchley, W., Siegert, K. and Chapman, C. (1991) Water Harvesting, A Manual Guide for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production. FAO, Rome. www.fao.org/docrep/u3160e/u3160e07.htm

Atnafe, Addisu & Maru, Husen & Adane, Demeku. (2015). Determinants of adopting techniques of soil and water conservation in Goromti Watershed,

Western Ethiopia. https://www.researchgate.net/figure/A-Water-way-and-B-Cutoff-drain_fig2_323732833

Oweis, T., D. Prinz and A. Hachum. 2001. Water Harvesting: Indigenous Knowledge for the Future of the Drier Environments. ICARDA, Aleppo, Syria. 40 pages.

International Centre for agricultural research in the dry areas (ICARDA). Water harvesting, indigenous knowledge for the future of the drier environment by theib oqeis, dieter prinz, ahmed hachum. http://www.rainwaterharvesting.org/international/dryland.htm

Heshmati M, Gheitury M, Hosseini M (2018) Effects of runoff harvesting through semi-circular bund on some soil characteristics. Glob J Environ Sci 4(2) : 207–216. https ://doi.org/10.22034/gjesm.2018.04.02.008

Geyik, M. (1986). FAO watershed management field manual. Gully control. FAO Conservation Guide (FAO).

Desta, L., Volli C., Asrat W-A., and Yitayew A., 2005. “Community-based participatory watershed development. A guideline. Annex.”

Nissen-Petersen, E. 2007. Water from Roofs: a handbook for technicians and builders on survey, design, construction and maintenance of roof catchments. ASAL Consultants Ltd., Nairobi, Kenya. For the Danish International Development Agency (DANIDA) in Kenya. http://www.waterforaridland.com/Books/book7%20 Water%20from%20roofs.pdf

Doyle, K.C. 2008. Sizing the First Flush and its Effect on the Storage-Reliability-Yield Behavior of Rainwater Harvesting in Rwanda. Master Thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology.

Worm, J. and T. van Hattum. 2006. Rainwater harvesting for domestic use. AGROMISA and CTA / RAIN (Rainwater Harvesting Implementation Network). Wageningen, The Netherlands.

J. Ross, L. Hardy National Engineering Handbook: Irrigation Guide USDA, Beltsville, MD (1997).

USEPA (Ed.), Guidelines for Water Reuse (2012).

J.Y. Lee, G. Bak, M. Han Quality of roof-harvested rainwater–comparison of different roofing materials Environ. Pollut., 162 (2012), pp. 422-429

Aydın-Kandemir, Fulya & Yildiz, Dursun. (2022). WATER CONFLICTS AND THE SPATIOTEMPORAL CHANGES IN LAND USE, IRRIGATION, AND DROUGHT IN NORTHEAST SYRIA WITH FUTURE ESTIMATIONS. 1. 5-36.

Document of the International Fund for Agricultural DevelopmentThe Syrian Arab Republic Country Programme Evaluation Evaluation Report August 2001 Report No. 1178-SY. https://www.ifad.org/documents/38714182/39715119/syria.pdf/33d9865a-5344-42e0-ad80-eaa7ff0592ee

Managing the Water Buffer for Development and Climate Change Adaptation Groundwater Recharge, Retention, Reuse and Rainwater Storage. https://www.gwp.org/contentassets/396c023d522441c28b57113134617854/managing-the-water-buffer-for-development-and-climate-change-adaptation.pdf

Varela-Ortega, C., and Sagardoy, J.A. (2002). "Analysis of irrigation water policies in Syria: Current developments and future options". Proceedings of Irrigation Water Policies: Micro and Macro Considerations Conference, Agadir, Morocco, June 2002.

IMMAP, (2022). The influence of Climate Change on Wheat Production, A review study on Northeast Syria. https://immap.org/wp-content/uploads/2016/12/Review-Study_Climate-Change-and-its-influence-on-Wheat-Production-in-NES.pdf

FAO. (2021). Syria: Agriculture and Food Security Monitoring System (AFSMS), Bulletin, January–February 2021. In: Food Security Cluster [online]. Rome. [Cited 23 September 2021]. https://fscluster.org/syria/ document/fao-agriculture-and-food-security.

Thomas, T.H. & Martinson, David. (2007). Roofwater harvesting: a handbook for practitioners. https://www.researchgate.net/publication/273337841_Roofwater_harvesting_a_handbook_for_practitioners.

Sphere Project (2011), Minimum standards in water supply, sanitation and hygiene promotion. In: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Disaster Response. Geneva:The Sphere Project, http://www.ifrc.org/PageFiles/95530/The-Sphere-Project-Handbook-20111.pdf.

Robens Institute (1996). Fact Sheets on Environmental Sanitation. Fact Sheet 3.4: Simple Pit Latrines. University of Surrey, UK and WHO, Geneva, CH. Available at: http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/emergencies/fs3_4.pdf

Water Aid (2011), Technology Notes. http://www.wateraid.org/documents/plugin_documents/technology_notes_2011.pdf.

Annex

مزيد من القراءات حول هذا الموضوع

1- RED HILL FACILITY TANK INSPECTION, REPAIR, AND MAINTENANCE REPORT ADMINISTRATIVE ORDER ON CONSENT (AOC) STATEMENT OF WORK (SOW), SECTION 2.2
2- Roofwater Harvesting A Handbook for Practitioners T.H. Thomas and D.B. Martinson
3- A Beginner's Guide to Rainwater Harvesting, https://www.treehugger.com/beginners-guide-to-rainwater-harvesting-5089884
4- Guidelines for the bulk cartage of drinking water
5- SuSanA document How to keep your groundwater drinkable: Safer siting of sanitation systems VERSION January 2015
6- Water from Small Dams A handbook for technicians, farmers and others on site investigations, designs, cost estimates, construction and maintenance of small earth dams
7- RAINWATER HARVESTING SYSTEM DESIGN Ir Hj Ismail Abd Rahman Cawangan Kejuruteraan Awam dan Struktur Ibu Pejabat JKR Malaysia
8- Pollution in rainwater harvesting: A challenge for sustainability and resilience of urban agriculture
9- Course "Appropriate environmental technologies for resource-limited countries" rainwater harvesting
10- Rainwater harvesting for domestic use, Janette Worm, Tim van Hattum
11- Water Harvesting Guidelines to Good Practice, Rima Mekdaschi Studer and Hanspeter Liniger (Centre for Development and Environment, CDE)
12- https://www.unescwa.org/sites/default/files/pubs/pdf/micro-catchment-rainwater-harvesting-training-manual-arabic.pdf