من الغيوم إلى المجتمعات: تسليط الضوء على حصاد مياه الأمطار في سوريا.

Save_Tigris

حـول مؤسسة انقـاذ نهـر دجلة

أنقاذ نهر دجلة هي منصة مناصرة للمجتمع المدني تهدف إلى تعزيز العدالة المائية في حوض بلاد ما بين النهرين. تسعى منظمة إنقاذ نهر دجلة إلى ربط الجماعات والحركات من العراق وتركيا وسوريا وإيران المعنية بحماية نهري دجلة والفرات.

توفر منصتنا التضامن الدولي وتدعم تبادل المعرفة. نحن ندعو إلى سياسات تضمن العدالة البيئية بما في ذلك الاستخدام العادل والديمقراطي للمياه لجميع الذين يعيشون في منطقة بلاد ما بين النهرين، وتعزيز المياه كأداة للسلام.

savethetigris.org

لا تعني التسميات المستخدمة في هذا المنشور وطريقة عرض المواد الواردة فيه التعبير عن أي آراء من جانب الناشرين فيما يتعلق بالوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو سلطاته، أو فيما يتعلق بحدود أي بلد أو إقليم.

يسمح باستنساخ نص هذا المنشور لأغراض تعليمية أو لأغراض أخرى غير تجارية دون إذن كتابي مسبق من صاحب حقوق الطبع والنشر بشرط الاعتراف الكامل بالمصدر والتأليف.

جميع الصور والخرائط معترف بها في ملاحظات هذا التقرير. صورة الغلاف بواسطة تون بينينز، أنقاذ نهر دجلة.

للتعليقات والتوضيحات يرجى الاتصال بـ: coordinator@savethetigris.org

إنتاج: هبة محمد. © مؤسسة أنقاذ دجلة 2023.

الملخص التنفيذي

تعاني سوريا من جفاف حاد منذ الأشهر الأخيرة من عام 2020، ويتجلى هذا الجفاف الحالي في دولة تعرضت قدرتها الزراعية من قبل للدمار بسبب عقود من سوء إدارة الزراعة والمياه، فضلاً عن الصراع المستمر منذ 11 عامًا، مما جعلها أقل استعدادًا للتعامل مع الجفاف أكثر من أي لحظة أخرى في تاريخها الحديث.

ربما قد وصلت الأراضي الزراعية في سوريا إلى نقطة اللاعودة بسبب الفشل الزراعي الذي طال أمده، لدرجة أنها غير قادرة، أو على الأقل هشة، على التعافي من مواسم نقص هطول الأمطار.

في سياق هذه الكارثة الزراعية الرهيبة التي يسببها هذا الجفاف وتشتد حدته، نناقش أهمية حصاد مياه الأمطار لمعالجة ظروف الجفاف وندرة المياه.

بهدف تسليط الضوء على البحث حول حصاد المياه الأمطار الذي تم إجراؤه في سوريا، نقوم بمراجعة الأدبيات المكتوبة باللغة العربية فقط للحصول على لمحة عن الاهتمام بحصاد مياه الأمطار في سوريا.

يظهر البحث اهتماماً متزايداً بحصاد مياه الأمطار في مناطق مختلفة من سوريا، حيث يتلقى 60٪ من الأراضي أقل من 250ملم من الأمطار سنوياً، وتعتبر 55٪ من الأراضي رعوية (بادية) بأمس الحاجة إلى حصاد كل قطرة مطر بكفاءة.

تعد فقط 23.25٪ من الأراضي المزروعة في سوريا أراض مروية، والباقي أراض بعلية. نظرا للتهديد المستمر للجفاف الذي يهدد المحاصيل البعلية، هل يمكن أن توفر الحقول المروية في سوريا نوعًا من شريان الحياة الزراعي؟ يبدو أن هذا غير وارد.

رسالتنا هي تعزيز الاستفادة من حصاد مياه الأمطار في سوريا من أجل معالجة القضايا المجتمعية (الهجرة والنزوح) المرتبطة بفترات الجفاف من خلال تمكين المجتمعات المحلية، وتعزيز الروابط، وتوحيد المعرفة لضمان عدم تخلف أحد عن الركب كما هو متوقع من قبل أهداف التنمية المستدامة.

هبة محمد
مرشح لنيل درجة الدكتوراه، جامعة بريشيا، إيطاليا.
الإدارة المستدامة للموارد المائية في أحواض الأنهار الكبيرة.
hibamohammad388@yahoo.de

جدول المحتويات

المياه والزراعة في سوريا: أزمة في الأفق؟	5
مسوغات حصاد مياه الأمطار في سوريا	10
إمكانات حصاد مياه الأمطار في سوريا	18
دراسات عربية متعلقة بحصاد مياه الأمطار في سوريا	22
مناهج مجتمعية لتبني حصاد مياه الأمطار	29
رسائل مستخلصة	34
المصادر	37
الملاحظات	38

المياه والزراعة في سوريا: أزمة في الأفق؟

تحتل سوريا المركز السابع في مؤشر المخاطر العالمي لـ 191 دولة الأكثر عرضة لحدث كارثي إنساني أو طبيعي قد يستنفد القدرة على الاستجابة، ويرجع ذلك جزئيًا إلى الحرب المستمرة، مما يعيق الإجراءات التحضيرية المناسبة.

كذلك تحتل سوريا المرتبة الثالثة من بين البلدان التسعة المعرضة "لخطر شديد جدًا" للجفاف.

انخفضت معدلات هطول الأمطار خلال عام 2020 بنسبة 50-70٪ حسب المحافظة.[1]

لم تزرع 80٪ من حقول القمح البعلية في سوريا في عام 2021، والتي عادة ما تشكل نصف إجمالي حقول القمح في البلاد، بسبب نقص هطول الأمطار في عام 2020.

أدى ذلك إلى تحول 40٪ من إجمالي حقول القمح في سوريا إلى أراض بور في عام 2021.

"لم تشهد سوريا مثل هذا الجفاف منذ سنوات. في السنوات السابقة، تعرضت منطقة واحدة أو اثنتين فقط للجفاف، بينما تأثرت جميع المحافظات هذا العام، مما أثر بشدة على الزراعة، حيث تأثرت المحاصيل الشتوية الاستراتيجية (القمح والشعير) بشدة، لا سيما في المناطق البعلية ".

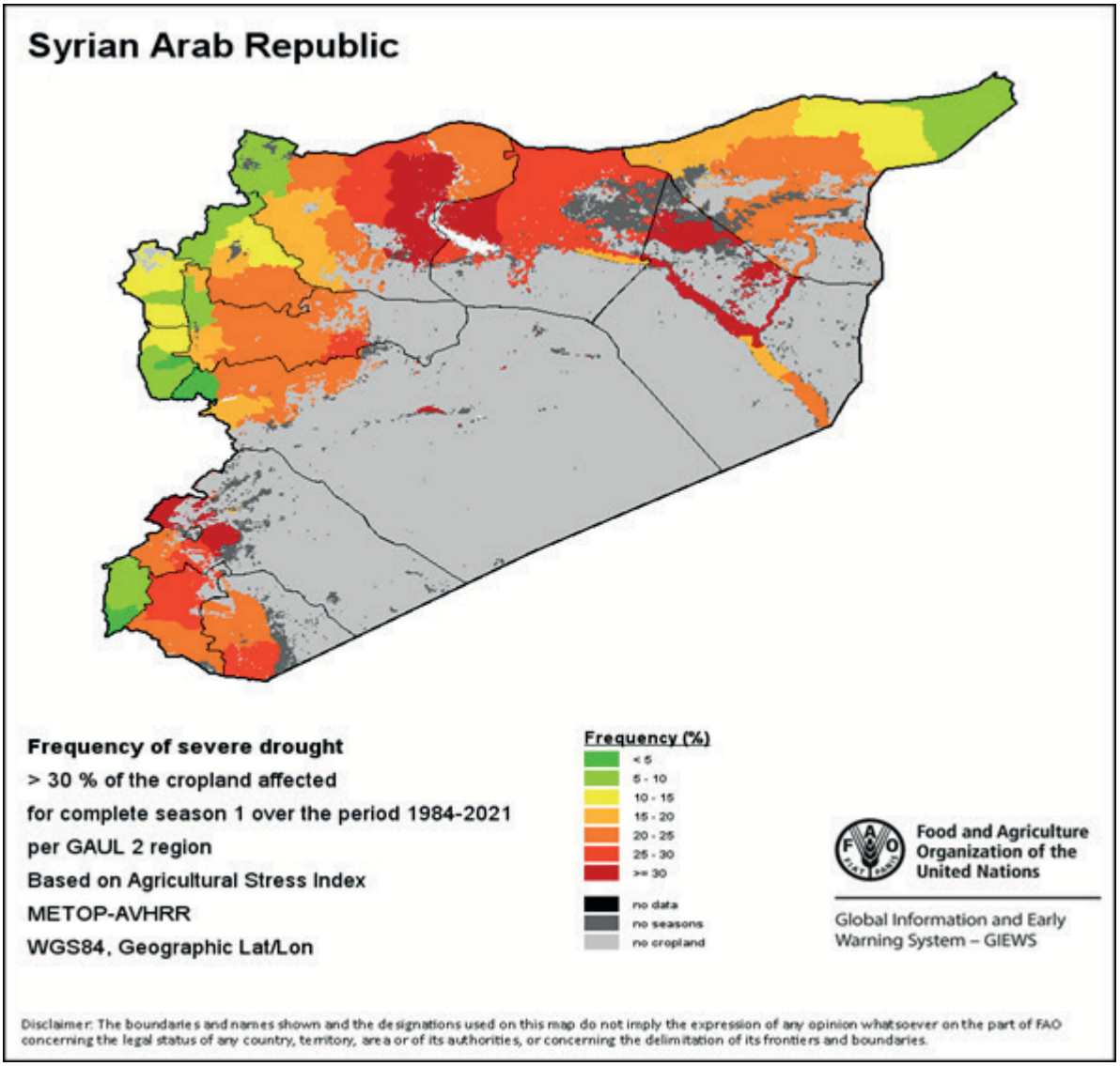
محمد حسن قطنا (2021)[2]
وزير الزراعة والإصلاح الزراعي السوري

يبين مؤشر تكرار الجفاف تاريخياً على النحو المحدد في مؤشر الإجهاد الزراعي لمنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) خلال الفترة 1984-2021، تواتر الجفاف الشديد في الأماكن التي تضرر فيها أكثر من 30٪ من الأراضي المزروعة، ويوفر مزيدًا من الدقة في قياس البيانات (الشكل 1).

اتسمت الغالبية العظمى من المنطقة الشمالية الشرقية من سوريا بحالات الجفاف المتكررة التي تزيد شدتها عن 10٪، كما هو موضح في الشكل أدناه.

يشير ذلك إلى أن تأثر محاصيل القمح والشعير بشدة بفترات الجفاف وستستمر في ذلك.

بالإضافة إلى ذلك، يظهر مؤشر الإجهاد الزراعي السنوي لمنظمة الأغذية والزراعة (ASI) النسبة المئوية للأراضي الصالحة للزراعة داخل منطقة إدارية، والتي تأثرت بظروف الجفاف على مدار موسم المحاصيل بأكمله. كما هو موضح أدناه في خرائط مؤشر الإجهاد الزراعي السنوي (2021-2021)، على الرغم من أن جفاف عام 2021 يعد أحد أسوأ حالات الجفاف على الإطلاق، إلا أنه كان أيضًا رابع أسوأ عام بالنسبة لهطول الأمطار في السنوات العشر الماضية. لذلك واجه المزارعون تكاليف مدخلات عالية وعدم القدرة على التعامل مع محصول آخر ضائع.



الشكل 1: تكرر الجفاف تاريخياً للفترة الزمنية 1984-2021، منظمة الأغذية والزراعة. المصدر: الفاو

وزُعـم أن هذه الأحداث لها تـأثير كبير على الهجرة الداخلية، وتوافر المياه، وفشل المحـاصيل[3] (الشكل 2).

تعد سوريا واحدة من أكثر دول العالم المعرضة لشح المياه، حيث تقدر مواردها المائية المتجددة بـ 16.8 كم3 سنويًا وبلغت نسبة الإعالة [4] 72.36٪ في عام 2003. [5] يُحفِّز شح المياه أساسا بالظروف المناخية والعوامل الاجتماعية - الاقتصادية المتصلة بزيادة النمو السكاني.

يتلقى أكثر من **60٪** من مساحة البلاد أقل من 250 ملم/سنة من الأمطار. ينخفض معدل هطول الأمطار السنوي من 900 ملم في الساحل إلى 60 ملم في المناطق الشرقية.[6]

يمكن تقسيم سوريا إلى سبعة أحواض مائية رئيسية (الشكل 3): بردى والأعوج، واليرموك، والعاصي، ودجلة والخابور، والفرات وحلب، والصحراء، والحوض الساحلي.[7] تعد بحيرة الأسد أكبر البحيرات في سورية (674 كم2)، بينما تعد بحيرة مسعدة الأصغر (1 كم2). يوجد في سوريا سد كبير واحد (الفرات)، وسبعة سـدود متوسطة (الـرستن، قطينة، تشريـن، البعث، الكبير الشمـالي، باسل الأسـد، والمحردة)،

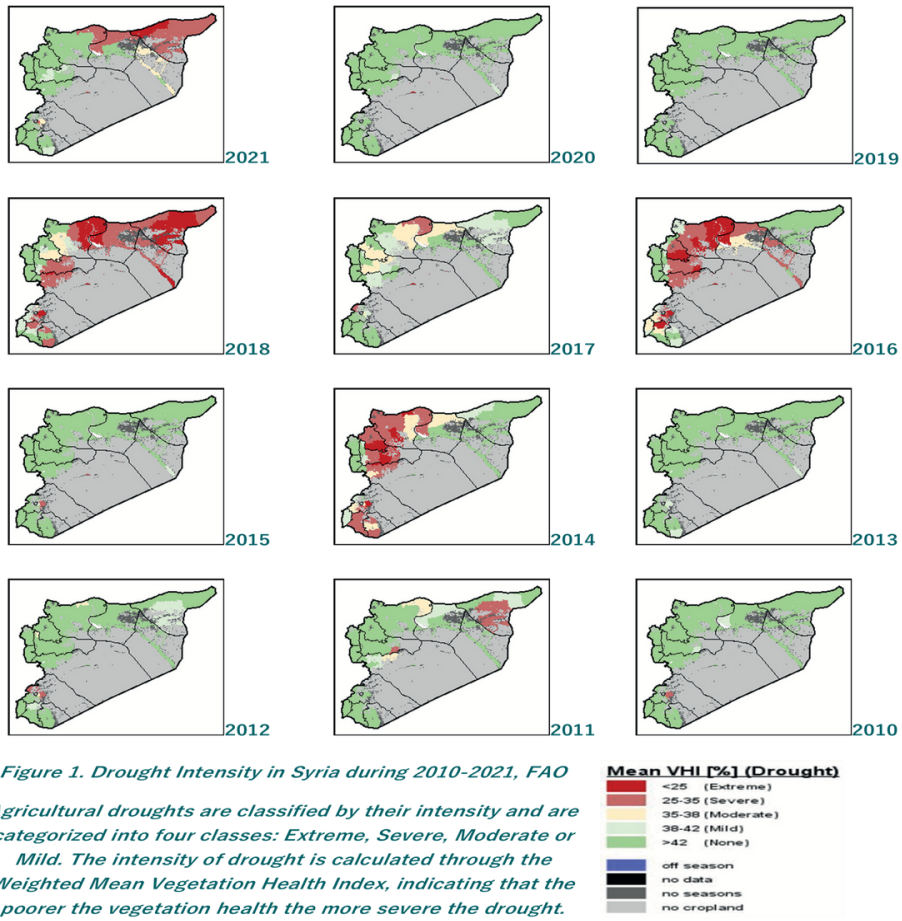


Figure 1. Drought Intensity in Syria during 2010-2021, FAO

Agricultural droughts are classified by their intensity and are categorized into four classes: Extreme, Severe, Moderate or Mild. The intensity of drought is calculated through the Weighted Mean Vegetation Health Index, indicating that the poorer the vegetation health the more severe the drought.

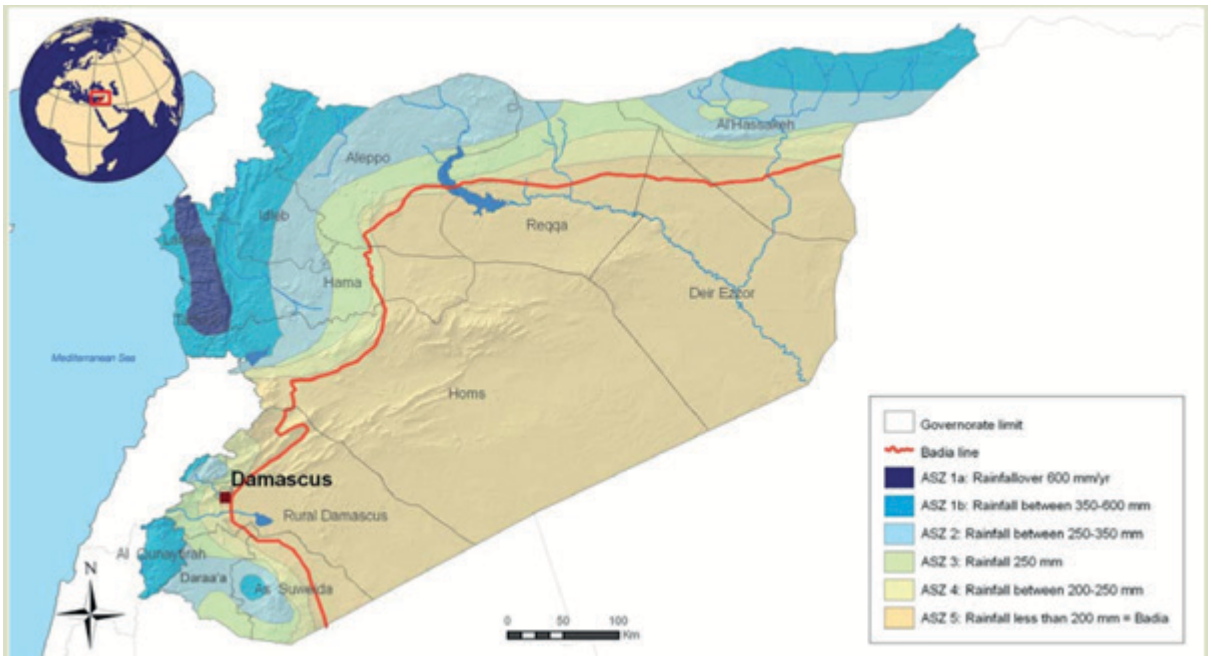
الشكل 2: مؤشر الإجهاد الزراعي السنوي (2010-2021). المصدر: الفاو

وحوالي 60 سد سطحي متناثرة على عدة أحواض بسعة تخزينية لا تقل عن 400,000 م3 في سد قاره، والتي تحصد مياه الأمطار لاستخدامها في الأغراض المنزلية والزراعية.[8] تبنى السدود في الأنهار والجداول لزيادة قدرتها على تخزين المياه، والتي تستخدم لأغراض أخرى في وقت لاحق. تبنى السدود في مناطق جريان المياه، في حين تستخدم المستودعات المائية الصغيرة بشكل أساسي لجمع وتخزين الجريان السطحي من الأمطار في المناطق القريبة. قد تجف هذه المستودعات المائية خلال فترات الجفاف، على عكس خزانات السدود. لم يعد ذلك ممكنًا في ظل تزايد الطلب على المياه واستنفاد الموارد التي يمكن تعبئتها بسهولة.

وبالتالي، في حال استمرار زيادة الطلب على المياه بأسعار السوق الحالية، قد تواجه سوريا قريبًا فجوة كبيرة في الموارد.[9] حيث دمرت أكثر من 10 سنوات من الصراع في سوريا مرافق المياه في جميع أنحاء البلاد.

يفتقر ملايين السوريين إلى مياه الشرب الآمنة، بنسبة 40٪ أقل من عقد مضى.[10]

الشكل 3: أحواض المياه السورية



الشكل 4: مناطق الزراعة الإيكولوجية في سوريا

تقسَّم سوريا إلى خمس مناطق زراعية إيكولوجية وفقًا لمستوى هطول الأمطار السنوي الوارد (الشكل 4).[11]

تعتبر الزراعة قطاعًا اقتصاديًا حيويًا ومصدر دخل مهم للأسر السورية، لا سيما في المناطق الريفية.

استحوذ قطاع الزراعة على 60٪ من استخدامات المياه في سوريا عام 2018، مقارنة بحوالي 17٪ عام 2010.

زعمت منظمة العمل الدولية التابعة للأمم المتحدة عمل 23٪ من سكان البلاد في الزراعة في عام 2017.[12] على الرغم من أن ما يقدر بنحو 30٪ من إجمالي الأراضي المزروعة في سوريا (أو حوالي 1.4 مليون هكتار) كانت أراضٍ مروية قبل الأزمة، فإن غالبية زراعة الحبوب في سوريا هي زراعة بعلية، وبالتالي فهي معرضة لصدمات الطقس وعدم الاستقرار المناخي.

يُلاحظ أن ما لا يقل عن 90٪ من المساحة المستخدمة لزراعة الشعير بعلية، وأن 60٪ من الأراضي المستخدمة لزراعة القمح بعلية.[13]

أبلغت 18 ناحية في شمال شرق سوريا عن خسائر في مساحة المحاصيل المحصودة بنسبة 75٪ أو أكثر بسبب فشل المحاصيل البعلية؛ من بينها 13 ناحية في محافظة الحسكة، حيث بلغت نسبة الخسائر في 7 منها حوالي 90٪ فأكثر. لقد أثر ذلك على ما يقدر بـ 60,087 شخصًا تعتمد سبل عيشهم على الزراعة، وحوالي 50,474 من أصحاب المزارع، وحوالي 228,496 شخصًا يعتمدون على الزراعة للحصول على الغذاء.[14] في الحسكة، انخفضت غلة القمح اللين المروي بنسبة 50٪، وانخفضت في الرقة بنسبة 37٪، بينما أبلغ المزارعون الذين زرعوا محاصيلهم البعلية عن غلة دنيا.

على الرغم من تناقص مساحة الأراضي المروية، فإن البلاد تعاني تمامًا من إجهاد مائي بسبب تغير المناخ، وممارسات الري غير الفعالة، والتقاسم غير العادل للمياه من الأنهار العابرة للحدود، ولا سيما نهر الفرات.[15]

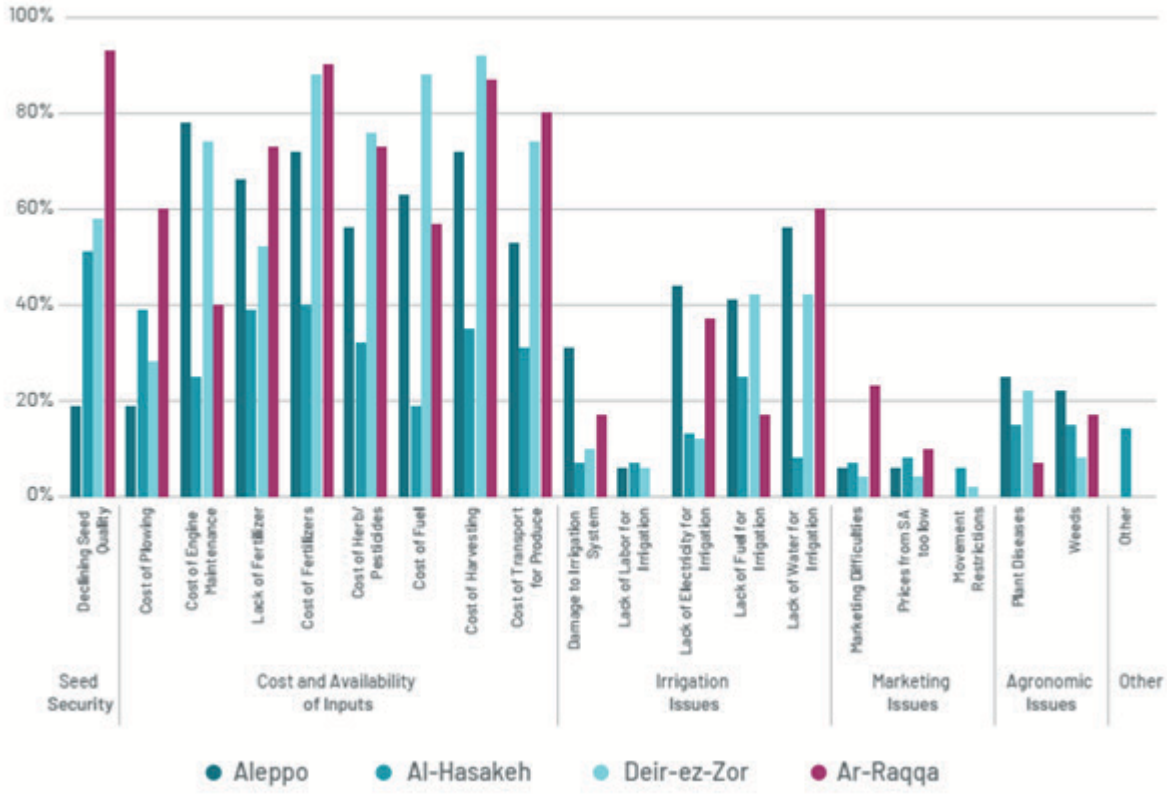
تتنبأ النماذج المناخية بوصول شح المياه إلى أكثر من 3,500 هكتو متر مكعب(hm3) في عام 2050، مما يسلط الضوء على ضرورة إنشاء تقنيات جديدة أو أشكال جديدة من التعاون أو استراتيجيات إدارة محسنة للمياه من أجل التخفيف من هذا النقص. بحلول عام 2050، قد يؤدي تغير المناخ إلى تقليل كمية المياه التي تتدفق من نهر الفرات ودجلة والعاصي بمقدار 695 و 132 و 34 هكتو متر مكعب على التوالي. كما ستتأثر موارد المياه الأخرى بسبب نزعة انخفاض هطول الأمطار وزيادة التبخر.

من المتوقع أن يكون هناك انخفاض بنحو 700 متر مكعب بحلول عام 2050.[16]

يهدف هذا التقرير إلى مراجعة الأدبيات الحديثة المكتوبة باللغة العربية حول تقنيات حصاد مياه الأمطار وتطبيقها المحتمل في إنتاج المحاصيل مع التركيز بشكل خاص على سوريا. يستعرض هذا التقرير أساليب وتصميم وآثار أنظمة حصاد مياه الأمطار المعتمدة في سوريا.

مسوغات حصاد مياه الأمطار في سوريا

بسبب فترات الجفاف الطويلة، أثرت عواقب تغير المناخ بشكل واضح على غلات المحاصيل.[17] يرجع الانخفاض في مساحة الحبوب القابلة للحصاد إلى عدة عوامل، مثل عدم كفاية وعدم انتظام هطول الأمطار في الموسم الزراعي، إلى جانب العديد من موجات الحرارة، وارتفاع تكاليف المدخلات، وتقييد توافر مياه الري، وارتفاع تكاليف وقود المضخات. تمثل التكلفة العالية للمدخلات والحصاد، فضلاً عن تراجع جودة البذور، أكثر القضايا إلحاحًا للفلاحين في المنطقة الشرقية في سورية مقارنة مع الري (خاصة في الرقة) (الشكل 5).



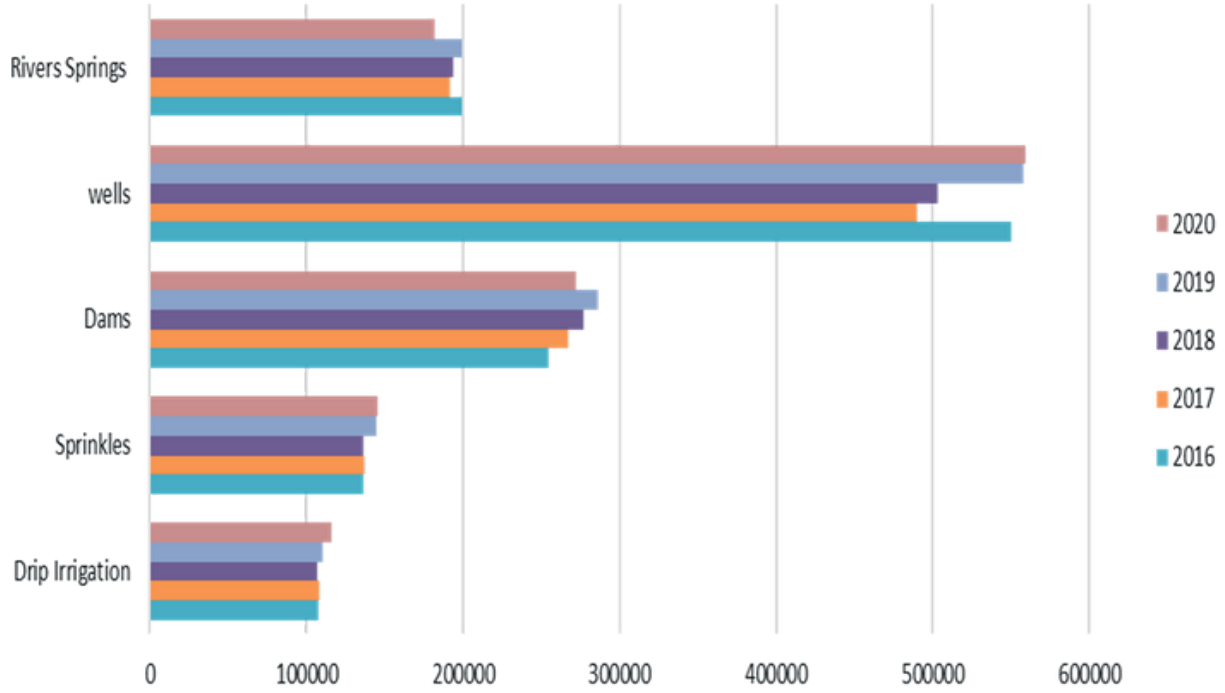
الشكل 5: الصعوبات التي واجهها المزارعون في عام 2021 (مقاسة بنسبة المزارعين الذين يتفقون على وجود هذه الصعوبة). المصدر. الفاو، 2021

في عام 2021، قدر إنتاج الشعير بنحو 268000 طن بنسبة 10٪ من المساحة المزروعة في عامي 2019 و 2020.

بلغ إنتاج القمح حوالي 1.05 مليون طن في عام 2021، منخفضًا عن 2.8 مليون طن في عام 2020، وهو مجرد ربع وسطي الإنتاج خلال الأعوام 2002-2011 البالغ 4.1 مليون طن.[18]

في سوريا، يعد نظام الري برنامجاً تديره الدولة. بالإضافة إلى ذلك، يضخ المزارعو المياه من البحيرات أو الخزانات أو الأنهار أو الآبار بشكل فردي أو في مجموعات. يشكل وادي الفرات حوالي 45٪ من شبكة الري العامة، وتتركز نسبة 55٪ المتبقية في وادي العاصي ومحافظة درعا والمنطقة الساحلية.[19]

يعتمد معظم الري الخاص على المياه الجوفية من الآبار (الشكل 6)، حيث لم تتم الموافقة على نصفها في الماضي. ازداد حفر الآبار غير القانونية في الأزمة بعد تدمير شبكة الري. يُفترض أن يؤدي الاستغلال المفرط للمياه الجوفية من الآبار إلى خفض منسوب المياه الجوفية في مختلف المحافظات، على الرغم من انعدام إجراء مراقبة منتظمة مباشرة لمنسوب المياه الجوفية مؤخرًا بسبب نقص معدات القياس.[20]

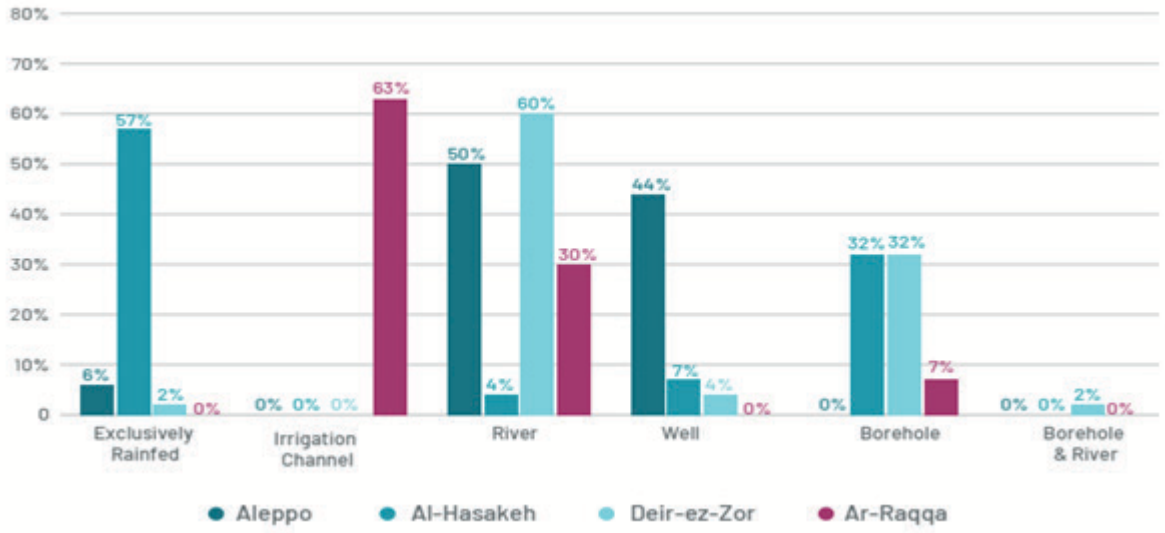


الشكل 6: الأراضي المروية من خلال شبكة الري ، 2016-2020. http://www.cbssyr.sy/index-EN.htm

في عام 2021، اعتمد غالبية المزارعين الذين تم استبيان أرائهم في محافظات حلب ودير الزور والرقة على ريّ المحاصيل، بينما قام غالبية المزارعين بزراعة المحاصيل البعلية بنسبة 57٪ في محافظة الحسكة. كانت إدارة المحافظة مسؤولة عن تحديد مصدر مياه الري (الشكل 7).

يتطلب تنويع مصادر إمدادات المياه الزراعية تطوير طرق بديلة أقل تكلفة.

كما ذكرنا سابقًا، يعتمد الجزء الأكبر من زراعة الحبوب السورية على الأمطار، حيث تزرع 60٪ من الأراضي بالقمح و 90٪ بالشعير، مما يجعلها عرضة لصدمات الطقس وعدم الاستقرار المناخي، وعدم انتظام هطول الأمطار وتوافر المياه. سيؤدي تناقص هطول الأمطار وارتفاع درجات الحرارة إلى تغيير موسم المحاصيل في السنوات التالية. اعتاد المزارعون والرعاة في سوريا على نوبات الجفاف، ولكن ليسوا معتادين على نوبات الجفاف المتكررة والشديدة نتيجة للاحتباس الحراري. توضح الروابط بين تغير المناخ (نقص الأمطار) والحرب في المناطق الريفية في شمال شرق سوريا كيف يضر الضغط المتزايد على الموارد الطبيعية بالحياة، مما قد يؤدي إلى تفاقم التوترات الاجتماعية والسياسية في مجتمع سئم الحرب والفقر.[21]



الشكل 7: نسبة المزارعين الذين يستخدمون مصادر ري مختلفة

في هذا السياق، يمكن استخدام بعض الإجراءات والسياسات مثل تحسين إدارة الموارد المائية وأنظمة نقل الري وممارسات الري الزراعي لزيادة توافر المياه والوصول إليها على المدى القصير والمتوسط. من المهم كذلك تفضيل الزراعة الموفرة للمياه.[22]

يعد حصاد مياه الأمطار أحد الأمثلة على هذه البدائل.

يُعرَف حصاد مياه الأمطار على أنه "جمع وإدارة مياه الفيضانات أو جريان مياه الأمطار لزيادة تـوافر الميـاه للاستخدام المنزلي والـزراعي بالإضافة إلى دعم النظام البيئي".[23] يصف تعريف آخر حصاد مياه الأمطار بأنه "عملية تركيز الترسيب من خلال الجريان السطحي والتخزين، من أجل استخدام مفيد".[24]

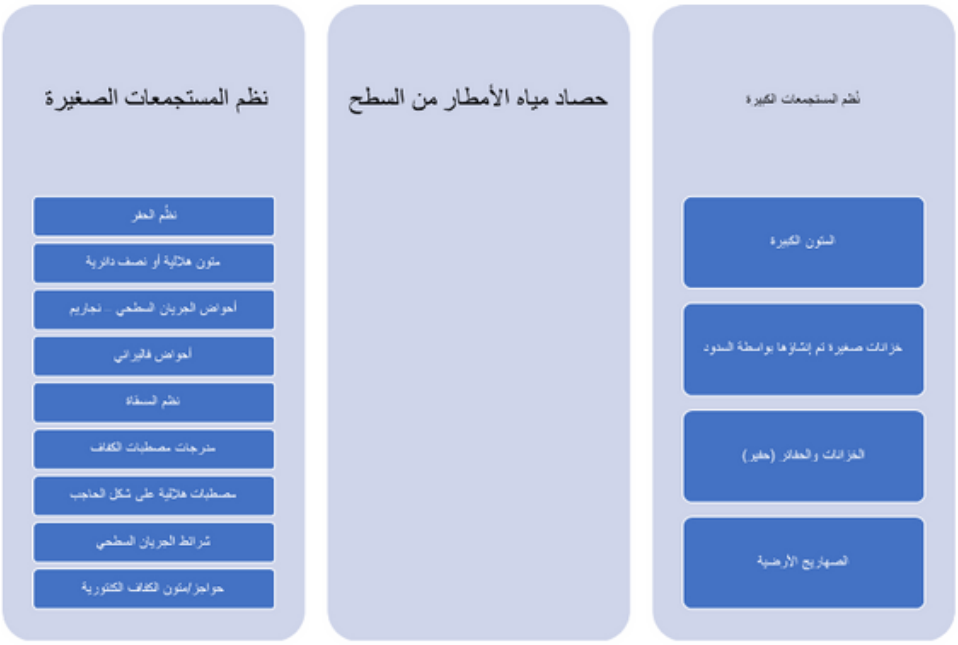
تشكل العناصر التالية المكونات الرئيسية التي تتكون منها أنظمة حصاد المياه:

منطقة مستجمعات المياه: جزء من التضاريس يوفر بعض الأمطار أو كلها لمنطقة خارج حدودها. قد تتراوح مساحة مستجمعات المياه من بضعة أمتار مربعة إلى عدة كيلومترات مربعة في الحجم. قد تكون تضاريس زراعية أو صخرية أو هامشية أو سطحًا أو حتى طريقًا ممهدًا.

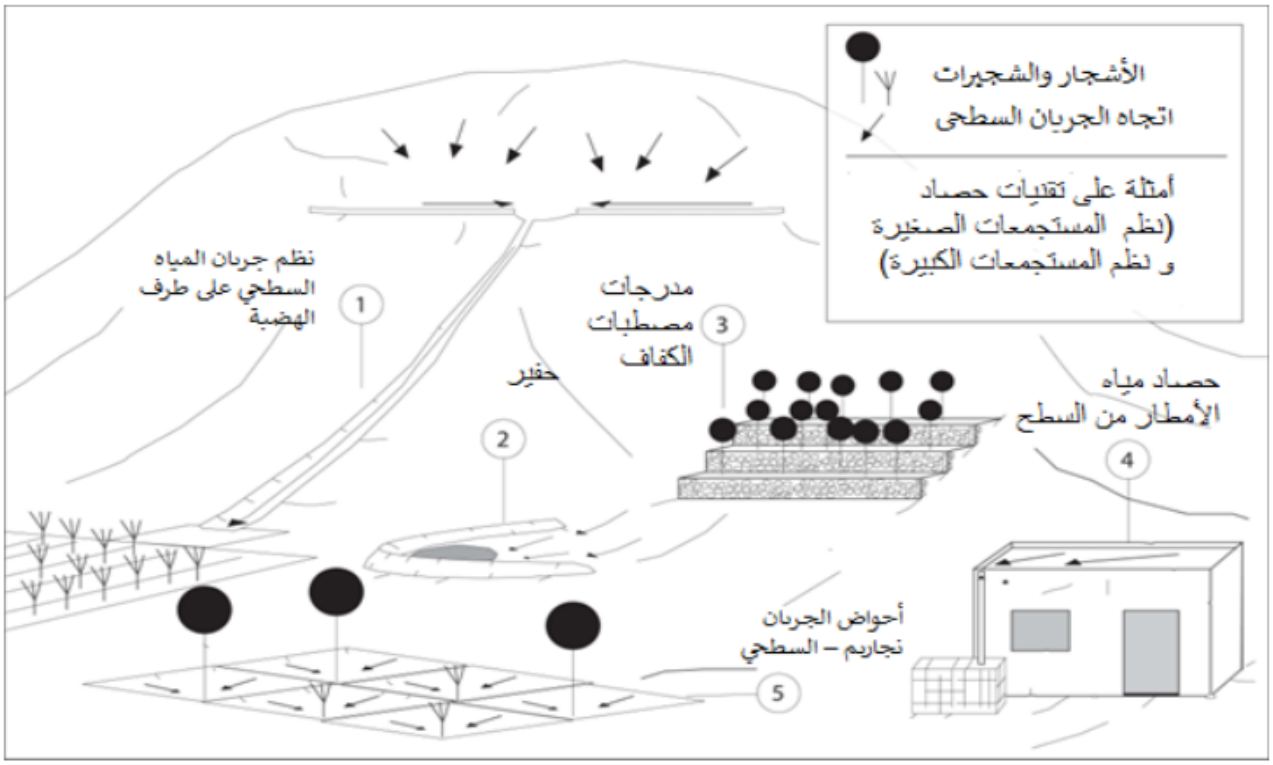
منشأة التخزين: الموقع الذي يتم فيه تخزين الجريان السطحي من لحظة جمعه حتى استخدامه. تعتبر الخزانات السطحية والخزانات الجوفية مثل الصهاريج، وخصائص التربة مثل رطوبة التربة، وخزانات المياه الجوفية مواقع صالحة لتخزين المياه.

المنطقة المستهدفة: حيث يتم استخدام المياه المجمَّعة. في الإنتاج الزراعي، يكون النبات أو الحيوان هو الهدف، ولكن في الاستخدام المنزلي، يكون التركيز على الناس أو الأعمال التجارية ومتطلباتهم.

توجد عدة طرق مختلفة لتصنيف تقنيات حصاد المياه، وأكثرها شيوعًا يعتمد على حجم مستجمعات المياه وليس نوع الاستخدام أو التخزين (الشكل 8، 9) والجدول 1.



الشكل 8: تصنيف أنظمة حصاد المياه



الشكل 9: أمثلة على تقنيات حصاد (نظم المستجمعات الصغيرة ونظم المستجمعات الكبيرة)[25]

الجدول 1: تعتمد الأنواع الرئيسية لأنظمة تجميع مياه الأمطار على نوع مستجمعات المياه [26] [27]

أنواع مختارة لنظم المستجمعات الصغيرة وميزاتها الرئيسية

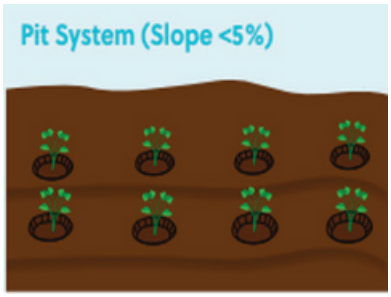
تتألف هذه الطريقة في حصاد مياه الأمطار من تقنيات زراعية تعتمد في المزارع لاستحداث ثقوب وحفر وأحواض وشرائط وحواجز ومصطبات وغيرها في التربة تسمح بجمع مياه الجريان السطحي من المستجمعات الصغيرة المجاورة للمحاصيل/النباتات.

متـون هلاليـة أو نصف دائريـة

هي حـواجز مصنوعـة من التربة أو الصخور في شكل شبه دائـرة أو هـلال حيث تكـون أطـرافها المحيطية مواجهة لأعلى المنحدر.

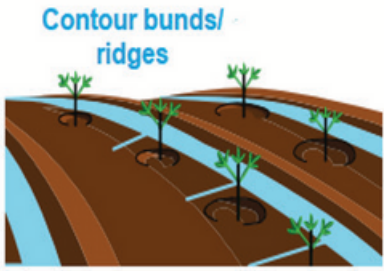
نظُم الحفر

تكـون الحفـر عـادة بعـرض 30-20سم وعمق 20-30سم وتبـاعد 60سم-1متر عن بعضها البعض.



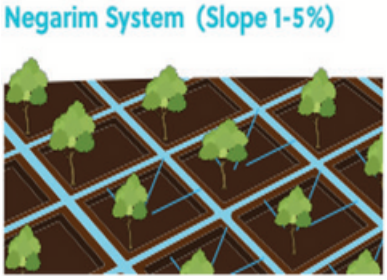
حواجـز/متـون الكفـاف الكنتـورية

هي عبارة عن حواجز ترابية متوازيـة محيطية (منشـأة طـول خطـوط الكفـاف/الكنتور) تتباعد بين 5-20م.



أحـواض الجريـان السطحي – نجـاريم

أحـواض صغرية لها شكـل المـاس وتحدهـا حـواجز ترابية قليلة الارتفاع.

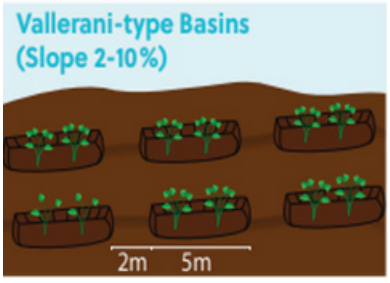


شرائط الجريان السطحي

تنقسم الأرض إلى أحزمة أو شرائط على طـول الكفـاف، يستخـدم الشـريط العلوي كمستجمع مـائي غيـر مزروع، بينما يزرع الشريط السفلي.

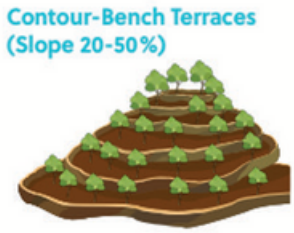
أحواض فاليراني

شبه دوائر يتم خلقها في التربة بواسطة محراث جر مخصص خصيصًا لذلك.



مدرجـــات مصطبـــات الكفـــاف

هـي مصطبـات مسطحة أو منحدرة بشكل بسيط (إلى الوراء أو إلى الأمام).

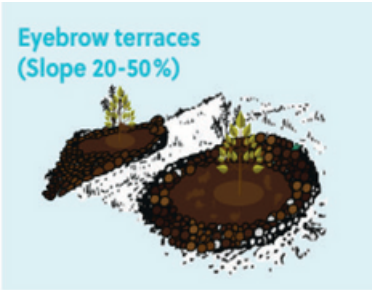


نظم المسقاة

هـي أحـــواض جريـــان مستطيلة تتكـون مـــن مستجمع مـائي (المسقاة) يبلغ حجمه حوالي 500م2 ومن مساحة زراعية واحدة أو أكثـر (مانكى) تبلـــغ مساحة كـل منها حـوالي 250 م2.

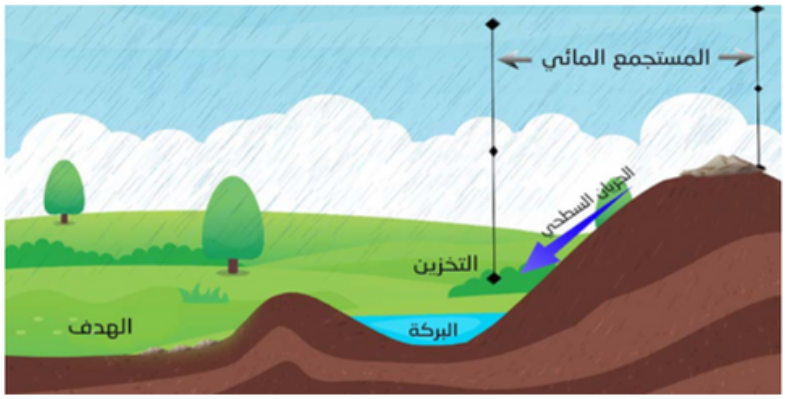
مصطبـات هلاليـة على شكل الحـاجب

أحواض صغرية على شكل الحـاجب، وغالبًا مـا تكـون مصنوعـة مـن التـــربة والحجارة.



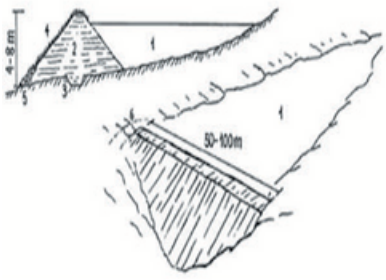
نُظم المستجمعات الكبيرة

إن نظم المستجمعات الكبيرة هي نظم أكبر حجما حيث يمكن أن تكون منطقة مستجمعات المياه خارج حدود المزرعة ويتراوح حجمها بين 0.1هكتار و 200هكتار في بعض الحالات.



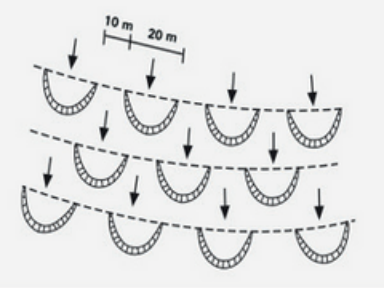
خزانات صغيرة

تـــم إنشـــاؤها بـــواسطة السدود في حال مرور واد عبر مزرعة، يمكن بناء سد صغير في الـــوادي لتخزين المياه. الحجم: 500,000-1,000م3.



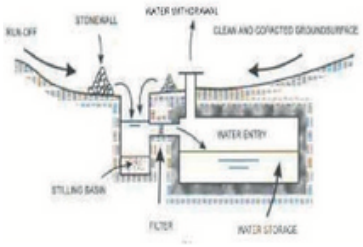
المتون الكبيرة

حـواجز تـرابية كبيرة (نصف دائـــرية، أو شبه منحرفـة، أو على شكـــل حـــرف **V** موزعة في خطوط متعرجة.



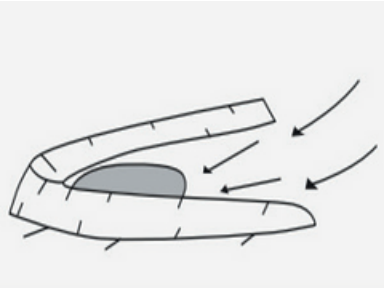
الصهاريج الأرضية

هي صهاريج محفورة تحت الصخور أو مغطاة لمنع التبخر. الحجم: 1,000-10م3.



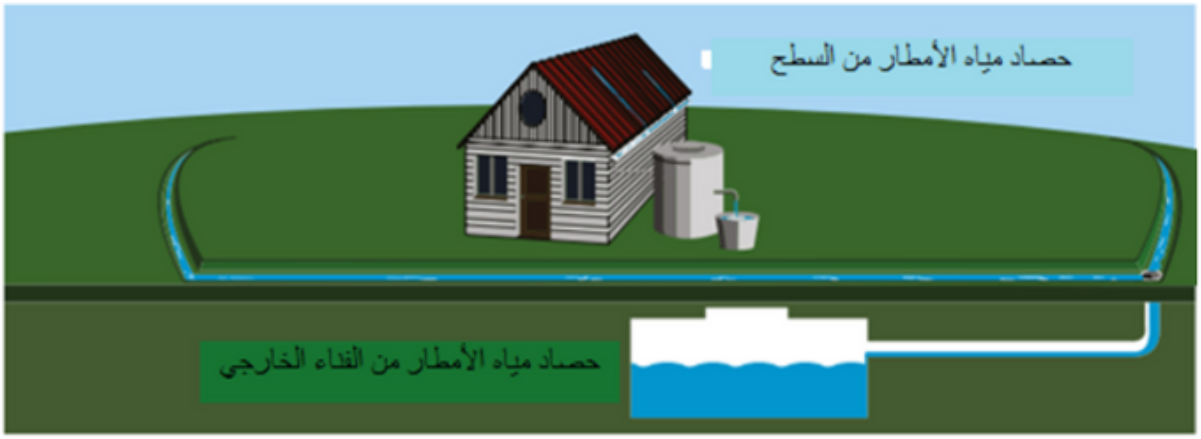
الخزانات والحفائر (حفير)

برك محفورة في الأرض بمناطق المنحدرات البسيطة وتتلقى مياه الجريان السطحي عن طريق التحويل من الوديان أو من منطقة مستجمعات كبيرة. حجمها بين 500-200م3 للاستخدام الفردي و10,000م3 للاستخدام الجماعي.



حصاد مياه الأمطار من السطح

في عملية حصاد المياه من السطح، يتم تجميع المياه من سطح منشأة (منزل، مدرسة، دفيئة، مزرعة...) وتخزينها في خزان لاستخدامها في المستقبل. وتعتبر هذه الطريقة الأفضل في المناطق التي يزيد فيها هطول الأمطارعن 200 ملم. يتألف النظام أساسًا من المكونات التالية: المستجمع المائي، ونظام التجميع أو التصريف (مزراب، وماسورة تصريف،) ونظام التخزين ونظام التوزيع.



سيؤدي انخفاض هطول الأمطار على المدى الطويل في سوريا إلى زيادة تعطيل الزراعة البعلية في مناطق شاسعة، وسيؤدي استمرار مواسم الجفاف إلى تقليل وقت الرعي في المراعي.[28] تُفقد هذه المياه في الغالب عن طريق التبخر والجريان السطحي، مما يؤدي إلى نوبات جفاف متكررة طوال موسم النمو. يتراكم معظم المطر الهاطل هنا على شكل برك قبل أن يلتقي بالجداول وفي النهاية يصب في المستنقعات أو "أحواض الملح"، حيث تفقد المياه جودتها وتتبخر؛ ويتسرب جزء صغير فقط إلى المياه الجوفية. قد يؤدي ذلك إلى حت سيلي (أخدودي) على طول مسار جريان المياه.[29] في مثل هذا السياق، يعد حصاد مياه الأمطار خيارًا قابلاً للتطبيق لاستكمال إمدادات المياه المتاحة لتمكين الري التكميلي (عندما يفشل هطول الأمطار في توفير الرطوبة الكافية لنمو النباتات بانتظام).[30]

يلعب حصاد مياه الأمطار دورًا مهمًا في الأنشطة المخطط لها في إطار الاستراتيجية الوطنية وخطة العمل لمكافحة التصحر لعام 2006. يساهم حصاد المياه في زيادة رشح المياه قبل استخدامها أو تبخيرها، مما يؤدي إلى تخفيف الضغط على طبقات المياه الجوفية في سورية وتعزيز معدلات إعادة تغذية المياه الجوفية.

تعتبر مياه الأمطار مصدر مياه متجدد ونظيف؛ تعتمد جودته في المناطق الريفية مع القليل من تلوث الهواء على أسطح الاستقبال وخزانات التجميع.

يمكن أيضًا حصاد مياه الأمطار في الحقل عن طريق تحويل الجريان السطحي إلى خزان مياه الأمطار أو المناطق الزراعية. قد تساعد بعض أنظمة حصاد مياه الأمطار أيضًا في الحد من تآكل التربة.[31]

لقد طورت المجتمعات البشرية في المناطق القاحلة بما في ذلك سوريا استراتيجيات للتعامل مع شح المياه، مع تطور تلك المجتمعات وأساليب حياتها جنبًا إلى جنب في كثير من الأحيان. تدعم هذه المعرفة التقليدية السلوكيات المقبولة عمومًا من قبل المجتمع، وتعزز أشكال الوحدة المجتمعية بين أتباعها، واستخدام وإدارة الموارد الطبيعية بطريقة مستدامة. تعد النقطة الأخيرة عملاً مهماً في الأراضي الجافة خاصة، حيث يشكل شح المياه والتقلبات الموسمية والسنوية وإمكانية الصراع والتنافس بين المستخدمين تهديدات خطيرة لحياة الإنسان.

تسمح الإدارة المستدامة لموارد المياه، والتي تقع في في صميم الأساليب التقليدية لتجميع المياه وإدارتها، بالتغلب على هذه الصعوبة.

يعد تطوير حلول جديدة بالإضافة إلى تحسين التقنيات الموجودة منذ فترة طويلة أمراً حاسماً. رغم تجذر المعارف التقليدية في الماضي؛ إلا أنها تعد معارف ديناميكية متطورة. يؤمَل أن يستفيد تنفيذ حصاد مياه الأمطار بلا شك من المعرفة العلمية الممزوجة بالتدفق التاريخي للطرائق التقليدية، مع ربطها بالمجتمعات المحلية وتضمين خيارات سبل العيش المستدامة.

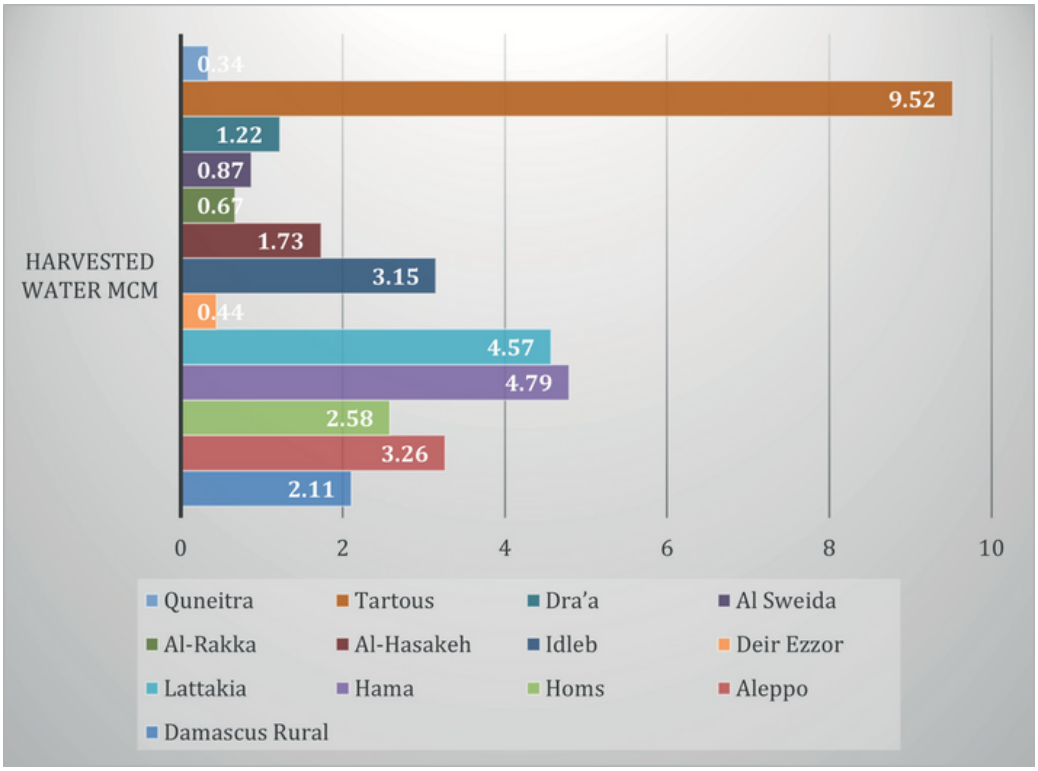
إمكانـات حصـاد ميـاه الأمطـار في سوريا

قد تستفيد **60٪** من سوريا من البنية التحتية لحصاد مياه الأمطار.

يمكن أن تنقذ سوريا أكثر من **600 هكتومترمكعب/ السنة** من خلال حصاد مياه الأمطار[32] حيث سيصل شح المياه إلى حوالي 1500 متر مكعب في عام 2050.[33]

سيؤدي حصاد **35 مليون مترمكعب** من مياه الأمطار في المناطق الريفية في سوريا إلى زيادة توافر المياه.[34]

يمكن أن يضيف حصاد مياه الأمطار على الأسطح ما يصل إلى **3٪** لموارد المياه الوطنية المتاحة (الشكل 10).[35]



الشكل 10: الجريان السطحي من الأسطح في مناطق ريفية مختلفة في سوريا

يمكن أن يصل إجمالي إمكانية حصاد المياه من الأسطح في المناطق الريفية السورية إلى 35 مليون مترمكعب. علماً يبلغ عدد السكان السوريين القاطنين في الريف حوالي 9.4 مليون نسمة، ستبلغ هذه المياه المحصودة 3.7 متر مكعب للفرد في السنة.

نفذ المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) ولا يزال يدير العديد من مشاريع حصاد المياه في سوريا، بما في ذلك مشاريع التنف ودير عطية والمحسة، بالإضافة إلى مشروع "مراقبة التصحر ومكافحته في جبل البشري – البادية السورية".[36]

اهتم المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا) بأبحاث المياه الذي يشمل تخطيط واختيار تقنيات حصاد مياه الأمطار والتنفيذ المناسب لها، بالإضافة إلى السعي إلى إشراك المزارعين في هذا العمل.

إن دمج حصاد مياه الأمطار من المستجمعات الصغيرة في حل متكامل مع الأنواع النباتية المناسبة وإدارة الرعي المختصة لديه القدرة على تعزيز تنمية الغطاء النباتي بشكل كبير والمساعدة في إصلاح النظام البيئي من خلال تجميع وتخزين نسبة كبيرة من هذه الأمطار في التربة وإلا ستفقد. أظهر برنامج إيكاردا البحثي لإعادة تأهيل البادية في سوريا إمكانية تطبيق حصاد مياه الأمطار على نطاق واسع في البيئة الجافة.[37]

إلى جانب ذلك، أجرى باحثو إيكاردا تجارب في منطقة "المحسة" بالقرب من تدمر حيث يقل هطول الأمطار سنوياً عن 150 ملم. أشارت نتائج التجارب إلى وفرة المياه التي تم حصادها بشكل كافي لتآمين المياه لأكثر من 90% من النباتات المزروعة حديثًا. في المحسة، قضت ثلاث سنوات من الجفاف على جميع النباتات باستثناء شجيرات سالسولا (الروثا) وأتريبليكس (الرُّغْل) المزروعة في أحواض مستجمعات صغيرة متون نصف دائرية (الشكل 11).[38]

اتخذت الهيئة العامة لإدارة وتنمية وحماية البادية قراراً بنقل هذه التقنية إلى مناطق جافة أخرى، وأظهرت النتائج أن الري التكميلي يعمل على تعزيز الإنتاج الزراعي الذي يستخدم كميات متواضعة نسبياً من المياه.[39] أنجز ذلك من خلال تطوير مشاريع حصاد مياه الأمطار لأغراض الشرب والماشية والري، من خلال إنشاء 37 سد ترابي صغير بأحجام مختلفة لتجميع الجريان السطحي في الشتاء، وتضمنت أيضًا 50 خزانًا صغيرًا، و 7 سدود مائية في السهول الفيضية، والمصاطب، بالإضافة إلى زراعة النباتات المناسبة في بعض المناطق.

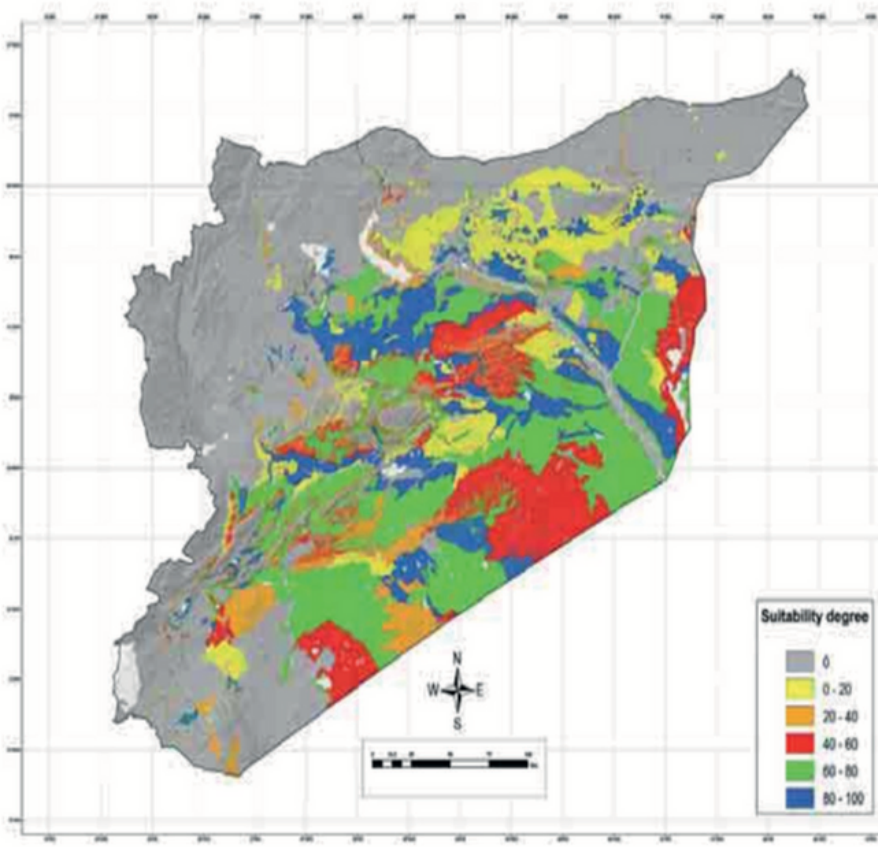
قد يؤدي نظام حصاد مياه الأمطار من المستجمعات الصغيرة والشجيرات والإدارة الجيدة للرعي إلى إعادة نمو هذا الموطن الرعوي المتدهور للغاية في غضون أربع إلى خمس سنوات.

الشكل 11: تتلقى المتون نصف الدائرية المشيَّدة يدوياً والمزروعة بشجيرة الرغل المياه الجارية بعد عاصفة مطرية في عام 2003 في المحسة، سوريا

أجرت الهيئة العامة للموارد المائية في سوريا العديد من المسوحات ومشاريع بناء الأحواض والخزانات والسدود الصغيرة (نظام حصاد المياه من المستجمعات الكبيرة).[40]

لا يستخدم المزارعون في سوريا حصاد المياه في كثير من الأحيان. يعد نقص المعلومات التفصيلية والمنهجية حول المناطق المحتملة والأماكن المقبولة لتجميع المياه في البحوث الزراعية وخدمات المساعدة الإرشادية في سوريا أحد الأسباب في عدم اعتماد المزارعين في سورية تقنيات حصاد المياه. لسد هذه الفجوة، تم تقييم ملاءمة المواقع المحتملة لأنظمة حصاد المياه المختلفة؛ على سبيل المثال، حواجز/متون الكفاف الكنتورية والمتون شبه الدائرية والحفر الصغيرة وشرائط الجريان السطحي ومدرجات مصطبات الكفـاف، في سوريـا من خلال تحليل قـائم على نظم المعلومات الجغرافية (الشكل 12).[41]

قبل اتخاذ القرار باستخدام تقنية معينة، يجب الأخذ بعين الاعتبار الجوانب الاجتماعية والثقافية السائدة في المنطقة المستهدفة. تتمتع هذه العوامل بأهمية قصوى ولها تأثير مباشر على نجاح أو فشل التقنية، بغض النظر عن الطريقة المختارة.[42]



الشكل 12: ملاءمة حصاد مياه الأمطار في مستجمعات المياه الكبيرة في سوريا

إجمالي عدد السدود والبرك الصغيرة **61**

حصاد مياه الامطار في مستجمعات المياه الكبيرة

- **13** منفذة
- **4** قيد التعاقد
- **2** قيد الدراسة
- **10** قيد التنفيذ
- **10** جاهز للتعاقد

تلبي تقنيات حصاد المياه من المستجمعات الكبيرة احتياجات الري، وبالتالي زيادة المساحة المروية، مما ينعكس إيجابًا على الإنتاج الزراعي وظروف المعيشة في مناطق استخدام هذه التقنيات، فضلاً عن إطفاء الحرائق عند الحاجة.

سدة كفر

سدة الصفراء

دراسـات عربيـة متعلقة بحصاد ميـاه الأمطار في سوريا

لتحقيق هدف هذه الدراسة، استخدمت مجلات الجامعات والمعاهد السورية للحصول على عينة من الدراسات المراد تحليلها. اعتمدت جميع المصطلحات المستخدمة المتعلقة بمياه الأمطار والزراعة والري كمعايير البحث. استند اختيارهذه المصطلحات إلى دراسات سابقة حول نفس الموضوع في سوريا. استخدمت هذه البارامترات في حقول البحث الخاصة بالعنوان والكلمة الرئيسية والملخص، بينما اعتمدت فترة الدراسة المختارة من 1990 إلى 2022. تم تضمين جميع نتائج الدراسة كأوراق مؤتمرات وفصول كتب ومقالات في العينة.

يعود تاريخ تقنيات حصاد المياه التقليدية في سوريا إلى 3000 قبل الميلاد وتشمل حصاد المياه السطحية في خزانات في الأبار الرمانية والبرك،[43] والخزانات (مثل الرصافة (الشكل 13)[44]) وكذلك نقل المياه عبر النواعير. وجد أمثلة كثيرة مثل تلك التي عُثر عليها بالقرب من خان العروس في منطقة الثنايا بجبل القلمون، وكذلك في منطقة القليعة بجبل شبيث جنوب شرق حلب، وفي منطقة السحيات شمال تدمر. يوجه الجريان السطحي من خلال الأخاديد السطحية المنحدرة في قنوات المياه الموازية للأخاديد، وبعد ذلك تنقل مياه الأمطار إلى المدرجات ذات الحواف التي يتراوح ارتفاعها من (30-50 سم). في المناطق ذات المنحدرات المتوسطة والمنخفضة، تنقل مياه الأمطار من خلال الجدران الحجرية المنخفضة إلى خزانات تحت الأرض، للاستفادة من المياه المجمعة للأغراض المنزلية والماشية أثناء فترات الجفاف، ومثال على هذه الطريقة موجود في وادي العذيب بحماة.[45]

الجدير بالذكر أن "القنوات" القديمة هي أمثلة على الأنظمة التي تصنَّف على أنها أنظمة حصاد مياه الأمطار على الرغم من أنها لا تستخدم الجريان السطحي. تنقل القنوات المياه الجوفية إلى السطح فقط للاستخدام، ولا يشمل الجريان السطحي.[46]

الشكل 13: "الخزان الكبير" في الرصافة، سوريا. تم ملؤه عن طريق توجيه الفيضانات الدورية من واد غربي المدينة إلى الصهاريج وبسعة 18,000 متر مكعب.

قيَّم **نوفل (2009)** الجمع بين حصاد مياه الأمطار والري التكميلي لزيادة كفاءة استخدام المياه في المدرجات في فاحل ورابح في حمص. كشفت الدراسة عن الدور الحيوي الذي لعبته المصاطب في منع انجراف التربة وتدهور الأراضي في الحقول الزراعية بالمنطقة (الشكل 14). ومع ذلك، تحتاج هذه المدرجات إلى صيانة مستمرة وإدارة مناسبة. اقترحت الدراسة استخدام خزائن وحفائر للري التكميلي لاستخدام كميات محدودة من المياه خلال فترات ندرة هطول الأمطار من أجل زيادة إنتاج المحاصيل (التفاح والقمح).

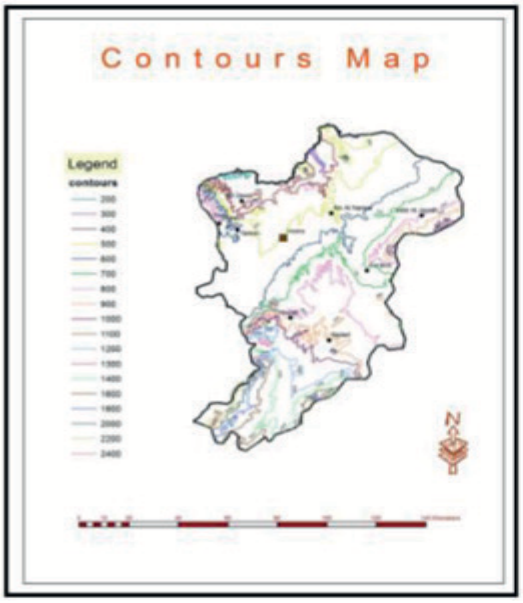
تقنيات نظم المستجمعات الصغيرة للحد من تآكل التربة، وتحسين الغطاء النباتي على المدرجات، ودعم الري التكميلي.

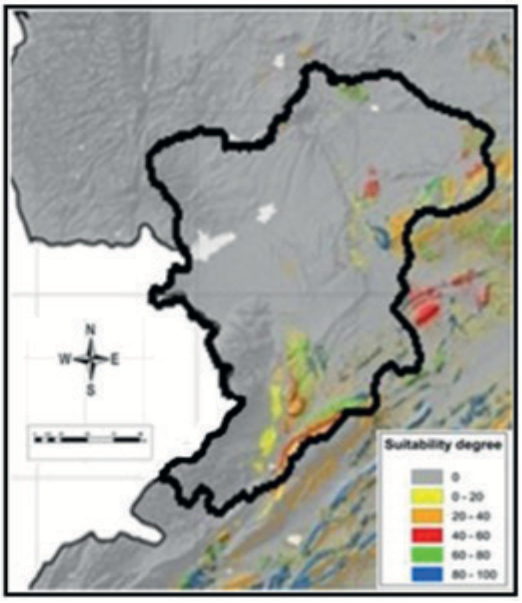
الشكل 14: المدرجات المنفذة في رباح ، حمص ، سوريا (Nofal, etal, 2009).

اسقصت **منلا حسن وزملاؤها (2009)** حصاد المياه الميكانيكي للمستجمعات الصغيرة وربحيتها الاقتصادية. أجريت هذه الدراسة في موقعين تجريبيين في المراعي السورية بالقرب من مجتمعات القريتين والشيخ هلال في الفترة ما بين خريف 2004 وربيع 2007. استخدمت تقنيات مختلفة من حصاد مياه الأمطار مثل المتون نصف الدائرية ومتون الكفاف الكنتورية وزراعة الشجيرات المقاومة للجفاف (شجيرات سالسولا (الروثا) وأتريبليكس (الرُّغْل)). كشفت الدراسة أن تقنية فاليراني كانت أكثر ربحاً مقارنة بالتقنيات الأخرى مثل الجرارات العادية (باكستاني -12 م) و (باكستاني -6 م) أو الطرق اليدوية من حيث صافي القيمة الحالية لفاليراني مقارنة بالتقنيات الأخرى.

أجرت الأسطا (2013) تجربة عملية في اللاذقية لدراسة العوامل التالية لجمع مياه الأمطار من الأسطح: تصنيفاتها، محتوياتها، مكوناتها، فوائدها وبعض معايير نوعية المياه (الناقلية، الرقم الهيدروجيني، الكوليفورم البرازي، الكوليفورم الكلي). ووفقًا لنتائج هذا البحث، يلعب استخدام مياه الأمطار دورًا هامًا في الحد من كمية المياه التي تضيع، مع تلبية احتياجات المياه العذبة للمنزل. تعتمد الكمية المحتملة لمياه الأمطار المجمعة على مساحة سطح السقف وكمية الأمطار المحلية، مع تقديرات تصل إلى نطاق بين 11.4 ٪ إلى 38.17 ٪. قد تصل الادخارات إلى 40 ٪ عند استخدام هذه المياه المجمعة لأغراض غير صالحة للشرب مثل شطف المرحاض، غسيل السلالم، غسيل السيارات وري الحديقة.

طبق **ياغي وآخرون (2015)** نظام محاسبة المياه لحساب التوازن المائي في حوض العاصي العلوي والمتوسط والتنبؤ به حتى عام 2050. استنتجوا أن تدفق المياه عند مدخل الحوض بالقرب من سد الرستن كانت حوالي 55.20 مليون متر مكعب في عام 2010 في محطة قياس غجر الأمير مقارنة بـ 220.03 مليون متر مكعب في عام 2004. يساهم تطبيق تقنيات حصاد المياه في معالجة هذا النقص لتلبية الاحتياجات اللازمة في الحوض (الشكل 15).





الشكل 15: مخطط مواقع حصاد المياه والخطوط الكنتورية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

قيَّم **دوبا (2013)** أداء تقنيات حصاد المياه وزيادة الكفاءة في منظمة إيكاردا (الشكل 16). في منشأة الأبحاث في تل حدية، التي تديرها إيكاردا، تم تطوير حقل إرشادي خصيصًا لغرض تنفيذ واختبار أنظمة حصاد المياه المختلفة. زرعت أشجار الزيتون واللوز ضمن 121 سدة شبه دائرية أنشئت على تلة بحجم 0.5 هكتار وانحدار 9-11٪. بلغ تباعد السدات 5 و 7 و 9 أمتار. يحتوي الموقع الثاني على خزان قديم تحت الأرض بسعة 29 متر مكعب مع مستجمعات مياه كبيرة تبلغ 0.33 هكتار. بعد رص التربة، تمكنوا من زيادة كفاءة الحصاد بنسبة عشرين بالمائة، وزيادة كفاءة التخزين إلى الحد الأقصى بنسبة خمسين بالمائة من خلال توفير الري التكميلي اعتمادًا على متوسط هطول الأمطار. عند دراسة منحنيات رطوبة التربة في السدات نصف دائرية، تبين أن رطوبة التربة أعلى خلال موسم الأمطار حتى نهاية مارس، وتم الحفاظ على نفس القيمة بعد مارس حتى نهاية الصيف بتطبيق الري التكميلي من الخزان.

متون هلالية نصف دائرية

تحضير خطوط الكنتور في الموقع #1

تجهيز الموقع #2

بناء الخزان الأرضي

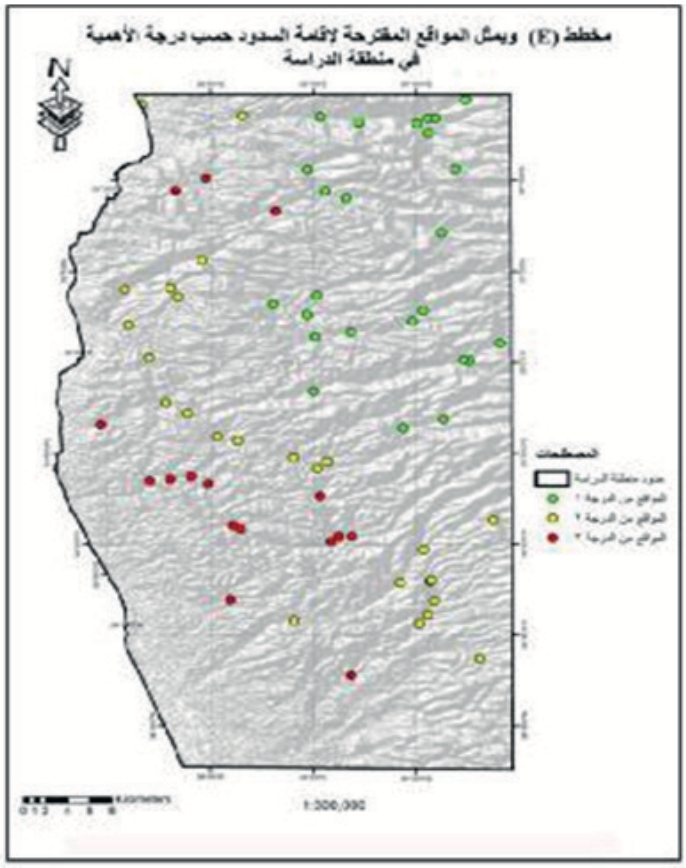
الشكل 16: تجارب تقنيات حصاد المياه التي أُنشئت في مركز أبحاث تل حدية، إيكاردا

في منطقة سلمية قامت مديرية الموارد المائية في حماه بتحديد مواقع الحفائر في بادية حماه (السلمية) اعتمادًا على الدراسة الروسية للبادية السورية التي صدرت عام 1987والتي أنجزت تحرياتها خلال الفترة بين 1983-1986. ومع ذلك، لم يستفد من أي من التقنيات الحديثة المستخدمة حاليًا في تحديد مثل هذه المواقع. لذلك هدف البحث الذي أنجزته **الابراهيم (2014)** إلى إلقاء الضوء على أهمية التقنيات الحديثة في الدراسات الهيدرولوجية من خلال الاعتماد على نظم دعم القرار, للتنبؤ بمواقع ملائمة لتطبيق حصاد مياه الأمطار، والتحقق من مدى ملائمة مواقع الحفائر المنفذة في منطقة السلمية لاستخدامها في حصاد المياه، ومحاولة البحث عن مواقع أخرى استنادا إلى عدد من المعايير والشروط تبعًا للغايات المرجوة، والتطرق بشكل أولي إلى مدى مساهمة هذه الحفائر بمواقعها المختارة في تغذية المياه الجوفية.

نفذت الهيئة العامة للاستشعار عن بعد في سوريا العديد من مشاريع حصاد المياه باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد. تضمنت هذه المشاريع إعداد خرائط مستجمعات المياه ضمن مشروع تنمية المناطق الريفية في محافظة إدلب، ودراسة حصاد المياه في البادية السورية، ودراسة حصاد مياه الأمطار لمشروع التنمية الريفية في المنطقة الشمالية الشرقية، وتحديد المواقع المناسبة لمشاريع حصاد مياه الأمطار في منطقة القلمون.[47]

أجرى **الخليل (2015)** دراسة في موقع الديبة في بادية حماة في سورية لتقييم كفاءة استخدام أنظمة حصاد المياه بالمجمعات المائية الصغيرة في الحد من التصحر وتدهور الأراضي في البادية السورية، حيث تم تطبيق التقنيات التالية (الأقواس الهلالية اليدوية، الخطوط الكونتورية) و اختيرت مسافتان (6و8و 12م) وزرعت ثلاث أنواع من الغراس الرعوية وهي (الرغل، الرغل السوري الملحي و الروثا). مقارنة مع الشاهد دون حصاد مائي، أظهر التحليل الإحصائي أن طرق حصاد المياه في مستجمعات المياه الصغيرة حسنت إنتاج الأرض من خلال زيادة محتوى رطوبة التربة ونمو الشجيرات ومعدلات بقاء الشجيرات. كما أظهرت النتائج أهمية هذه التقنيات في الحد من التعرية والترسيب في اتجاه مجرى النهر. سجل الرغل الملحي المعدل الأعلى في نسب البقاء وحجم النموات الخضرية مقارنة مع الأنواع الأخرى. تبين أن الحزم شبه الدائرية التي يتم إنشاؤها يدويًا، والتلال الكنتورية، والحفر الصغيرة أكثر كفاءة من الحواف الكنتورية.

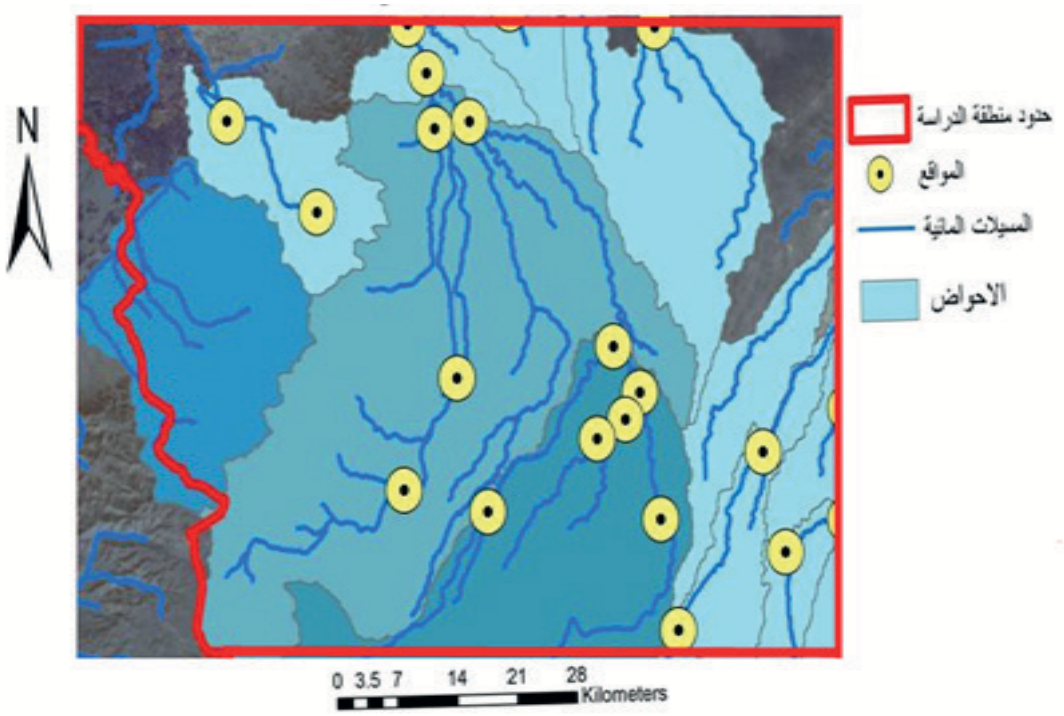
استخدم **عمار (2015)** تقنيات الاستشعار عن بعد لتحديد المواقع المحتملة لتجميع مياه الأمطار في الجزء الجنوبي من سلسلة الجبال الساحلية في سوريا. يعتبر الحوض الساحلي من الأحواض التي بها فائض مائي كبير، حيث يبلغ حجم هطول الأمطار السنوي حوالي 4880 مليون متر مكعب، يستعمل منها 1038 مليون متر مكعب فقط حاليًا، [48] إلا أنه يعاني من عجز مزمن عن تلبية الطلب على المياه في فصل الصيف. [49] حدد عمار 68 موقعًا لتطبيق أنظمة حصاد مياه الأمطار (الشكل 17). أعطيت الأولوية لـ 27 منهم موزعين جغرافياً على منطقة الدراسة بأكملها. تحقق هذه المواقع الغرض من تأمين الطلب على المياه اللازمة للأنشطة الزراعية والرعوية والخدمة المنزلية.



الشكل 17: خريطة المواقع المقترحة مرتبة حسب درجة الأهمية

استخدم **العمر (2016)** الاستشعار عن بعد وأنظمة المعلومات الجغرافية لتحديد المناطق المحتملة لمشاريع حصاد المياه في حسياء والمناطق المجاورة، ضمن مساحة إجمالية تبلغ 1300 كيلومتر مربع. اقترحت الدراسة استخدام السدود الصغيرة والسدات للمساعدة في تلبية الطلب على المياه اللازمة للأنشطة الزراعية والرعوية (الشكل 18).

استخدمت **الصارم (2018)** تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد لتحديد المواقع المحتملة المناسبة لحوض مياه الأمطار في مستجمعات مصياف في حماة (598.15 كم2). يتراوح هطول الأمطار السنوي بين 342 مم إلى 1500 مم، مع توزيع غير طبيعي بسبب التباين الكبير في هطول الأمطار. يظهر التحليل توزع أفضل المواقع في الجزء الغربي وتغطي 8٪ من مستجمعات المياه. بينما كانت ثاني أفضل منطقة في الجزء الشرقي بنسبة 24٪ من مستجمعات المياه. وفي المرتبة الثالثة في الجزء الأوسط بنسبة 68٪ من مستجمعات المياه.



الشكل 18: المواقع ذات الإمكانات العالية لاستخدامها في مشاريع حصاد مياه الأمطار (دوائر صفراء بداخلها نقطة سوداء)

أجرى **دروبي (2018)** بحثًا في مركز أبحاث المحسة خلال الفترة 2006-2012 بهدف تقييم كفاءة استخدام تقنيات فاليراني الآلية لتحسين إنتاج النباتات الرعوية وإعادة زراعة البادية السورية. تضمنت النتائج الرئيسية للبحث زيادة في رطوبة التربة ضعف المتوسط السنوي؛ ومنع تآكل التربة بنسبة 70٪؛ وزيادة نمو النبات بنسبة 80٪. تتمتع هذه التقنية بأهمية كبيرة من حيث الاستخدام في مناطق واسعة مثل بادية حمص (7000 هكتار)، جبل الحص (150 هكتار) والبادية الأردنية (700 هكتار).

استخدم **خوري (2021)** برنامج جيوميديا 6.1 لتحديد أفضل موقع لسدة صغيرة في حوض سلقين، وهو جزء من حوض العاصي الشمالي، من أجل تحسين إدارة الموارد المائية وتحقيق التنمية المستدامة في الحوض. تم تحديد حجم خزان السد بمقدار 1.7 مليون متر مكعب، وهو قدرة يمكن تحقيقها في عام واحد بأبعاد محددة. عند تنفيذ السد، ستكون العائدات الاقتصادية كبيرة بشكل ملحوظ، حيث يصل معامل الكفاءة الاقتصادية إلى 26، وهو أكبر من 8. يهدف تصنيف هذا الموقع ضمن الأهداف البيئية والاقتصادية إلى تعزيز تنمية المجتمع المحلي، بالإضافة إلى تعزيز انتشار تقنيات جمع مياه الأمطار بسبب فوائدها الاقتصادية والاجتماعية.

درس **سعيد ياسين (2022)** تأثير مشاريع حصاد المياه باستخدام السدات المائية الجبلية على تكلفة الإنتاج والكفاءة الاقتصادية لكل محصول مدروس لعينة من المستفيدين في المناطق الجبلية في اللاذقية (سوريا). أثرت السدات في متوسط إنتاجية الأشجار والمحاصيل، فقد ازداد متوسط إنتاجية الحمضيات بمقدار 1686.6كغ/دونم، كما ازداد متوسط إنتاجية الخضار المختلف (433.3 كغ/دونم)، كما أثرت في المساحة المزروعة بالأشجار والمحاصيل، فقد ازداد متوسط المساحة المزروعة بالتفاح 4.6دونم، وانخفض متوسط المساحة المزروعة بالزيتون 4.6دونم، كما ازداد متوسط المساحة للمزروعة بالتبغ 1.7دونم.[50]

وثّق **زيادات (2011)** مشروعًا في عفرين وقرية بيتا في إدلب في سوريا لاستخدام السدات الحجرية شبه الدائرية (الشكل 19) كمنشآت لحفظ التربة وحصاد المياه لتقليل تآكل التربة وتحسين إنتاجية أشجار الزيتون. تتمثل نقطة القوة الرئيسية المكتسبة من خلال تطبيق نظام حصاد مياه الأمطارالحد من تآكل التربة زيادة رطوبة التربة وزيادة الغلة.[51]

وثق **الغسالي (2011)** مشروعًا آخر في أوبيسان، في دلبوح، في حلب حول نظام عمل الحفر في المراعي و إعادة البَذْر.[52] نُفذت بواسطة سيارة بيك آب عادية ذات دفع ثنائي. حُفِرت "الحفر" الصغيرة الضحلة من خلال عمل الأقراص المعدنية المائلة (على غرار أقراص المحراث القرصي). يُطلق قادوس البذور المُركب على الجزء العلوي من الأداة كميات صغيرة من بذور النباتات الرعوية في الحفر ويغطي مشط خفيف البذور بطبقة رقيقة من التربة السطحية الرخوة. يمكن أيضًا استخدام الأداة بدون جهاز البذر. تم استخدام أنواع الشيح والروثا بنجاح لإعادة بذر المراعي.

الشكل 19: المتون الحجرية شبه دائرية داخل حقل أشجار الزيتون

مناهج مجتمعية لتبني حصاد مياه الأمطار

بدأت العديد من أبحاث الحفظ والتنمية في تفضيل استخدام العمل التشاركي الاجتماعي كأداة لتحليل ظروف الموارد. قد تؤدي تقييمات مخاطر تآكل التربة التي تشمل مدخلات المزارعين في المراقبة والتقييم إلى تحسين إدارة الموارد. يعد الوعي المحلي وبناء الثقة والدعم المستمر، الجانب الأكثر تحفيزًا لهذه المبادرات، بالإضافة إلى مزاياها في توفير المياه .

يعد مشروع التنمية المتكاملة لمستجمعات المياه في محسة في سوريا، من أهم المشاريع البحثية المتعلقة بإدارة الموارد المائية والتربة والغطاء النباتي لتنمية الموارد الشحيحة في البادية السورية للحفاظ على المراعي الطبيعية لضمان استدامة رعاة الأغنام الفقراء. شمل التحليل الاجتماعي والاقتصادي لمشروع محسة (1999) المستفيدين من الأراضي. كان الرعاة والرعاة على دراية بأهمية مكونات هذا المشروع (تأمين مياه الشرب للماشية، واستخدام تقنيات تجميع مياه الأمطار، وزراعة الشجيرات الرعوية لإصلاح المراعي النباتية). ومع ذلك، كان معظمهم غير سعداء بسبب استبعاد الرعاة من مراحل تطوير المشروع أو تنفيذه.

أبرز **زيادات (2013)** أن الأسباب الطبيعية والبشرية لتدهور الأراضي أدت إلى انخفاض مطرد في الإيرادات من المحاصيل الزراعية في أماكن معينة في سوريا. يمكن عكس معظم هذه التغييرات السلبية إذا تم تطبيق تدابير الحفظ الملائمة في الوقت والمكان المناسبين. بالإضافة إلى الربحية، يعتبر تصور المزارع لحصاد المياه ومبادرات الحفاظ على التربة من العوامل الحاسمة التي يجب تقييمها بعناية لتبني أي مشروع. من منظور المزارع، تعد الممارسات الواجب اتخاذها لتجنب تدهور الأراضي باهظة الثمن ولا توفر سوى عوائد طويلة الأجل. ومع ذلك، يوفر تنويع العمليات الزراعية، الذي يؤدي إلى الاستخدام المستدام للموارد، إمكانية الحصول على مزايا قصيرة الأجل ويقلل من حساسية المزارع مع الحفاظ على الموارد.[53]

قبل توسيع أي دراسة حالة، يجب تحديد المواءمة. على سبيل المثال، استهدف أحد المشاريع مجتمعين في جبال عفرين وإدلب يضمان مجموعات معزولة ومهمشة والزراعة الأحادية. وبالتالي، قد لا تناسب جميع القرى السورية أو المناطق القاحلة [54] (الشكل 20). تعتم التنمية الواسعة طويلة الأجل لهذه المناطق على مخططات القروض الصغيرة المجتمعية. يطلب المزارعون في هذه المناطق قروضًا بدون فوائد من أجل تنفيذ استراتيجيات التنويع (على سبيل المثال، حصاد المياه، والحفاظ على التربة، وكفاءة استخدام المياه) في مزارعهم.

وزعت القروض من خلال دمج خريطة أولوية تدهور الأراضي المستندة إلى نظم المعلومات الجغرافية مع أحكام المجتمعات وخرائط حيازة الأراضي. تكمن الفائدة المرجوة في صياغة استراتيجية مجتمعية لتحديد أولويات تنفيذ التدخلات المختلفة للحفاظ على محتوى التربة من المياه لتحسين التأثير على البيئة، وتعزيز إنتاجية الأراضي، وزيادة استخدام موارد المياه المتاحة. أظهر المزارعون خلال أنشطة بناء القدرات اهتمامًا شديدًا بفهم حصاد مياه الأمطار وتطبيقاته الفعالة في الزراعة.

الشكل 20: معرض التقنيات (أعلى اليمين) وتدريب المجتمعات على تنفيذ ممارسات المحافظة على التربة والمياه

يشكل المفهوم المتداول بين المزارعين لهذه الأساليب التشاركية من الاستنتاجات المهمة الأخرى المستخلصة من هذا المشروع. نفذ هذا المشروع في قرى مغارة وخلطان في عفرين، وبعد اكتماله تم توسيعه ليشمل قرية بيتا في إدلب. لوحظ وجود علاقة وطيدة بين المجتمعات في قرى مغارة وبيتا. تبادلت المجتمعات تجاربها مع بعضها البعض، واستفاد مجتمع بيتا من تجارب سكان مغارة.

سعى مشروع آخر في شمال غرب سوريا في وادي خناصر (الشكل 21) إلى إشراك المزارعين في توسيع حصاد المياه والحفاظ على التربة وطرق التنويع الفعالة في استخدام المياه لزيادة إنتاجية الأراضي وعائدات المزارعين في القرى الجبلية شمال غرب سوريا. طور المشروع نهجًا تشاركيًا يعمل على تحقيق هدف الاستفادة من التآزر الذي يمكن تحقيقه عندما يتم الجمع بين المعرفة الأصلية والكفاءة العلمية، مع التركيز على تطوير واختبار تقنيات مختلفة لإدارة المياه والأراضي من أجل تحسين إنتاج الزيتون بشكل مستدام في منطقة شبه قاحلة، مع ضمان تكييف التقنيات بشكل مناسب مع الممارسات الزراعية الشائعة في تلك المنطقة.

كان الأثر البيئي إيجابياً. خفضت السدات شبه الدائرية الحت الجدولي بنسبة 40٪ عند مقارنتها بالمناطق التي لا توجد بها مثل هذه التدخلات وقللت من عدد الأخاديد التي تم إنشاؤها. لم يتم العثور على أخاديد في الحقل الذي نفذت به سدات حجرية ممتدة، لكن الحت الجدولي في منطقة قريبة كان مرتفعاً مثل 13.6 طن/هكتار. من الضروري خذ الحيطة والحذر عند توسيع نطاق هذا المشروع والمشاريع التجريبية الناجحة مثله ليشمل مناطق أخرى.

شددت المشاريع المذكورة أعلاه على مشاركة المجتمعات المحلية في المراحل المختلفة للمشاريع (البدء والتحفيز، التخطيط والتنفيذ والمراقبة والتقييم والنشر). يتمثل دور المزارعين في تحديد المشكلات ذات الأولوية والحلول المحتملة، واختبار التقنيات الجديدة في مزارعهم، وتقييم مدى ملاءمتها.

زيـارة ميدانيـــة مشتركـــة تضـــم مـــزارعين وباحثين من إيكاردا إلى حقل مبتكر محلي لتنفيذ سدات مائية في الهربكية، في وادي خناصر شمال غرب سوريا.

تمرين على ترتيب أولويات مشاكل زراعة الزيتون في الهربكية، في وادي خناصر، ويشـــارك فيه مـــزارعو خنـــاصر، وميسّـــر المجتمع، والباحثون.

الشكل 21: تطوير التكنولوجيا بالمشاركة (الجمهورية العربية السورية) [55]

من خلال مسح اجتماعي اقتصادي، استكشف **الخليل (2015)** التصور المحلي لدور تقنيات حصاد مياه الأمطار في تحسين الغطاء النباتي للغطاء الرعوي في سهل حماة (موقع الديبة). لم تطبق تقنيات حصاد مياه الأمطار على نطاق واسع في منطقة الدراسة لأسباب عديدة أشار إليها المستجيبون للمسح.

تشمل هذه العوامل نقص المعرفة الكافية (30٪ من المستجيبين) والتدريب (14٪)، وغياب الدعم المالي لتنفيذ تقنيات حصاد مياه الأمطار (26٪)، وارتفاع تكاليف التنفيذ (12٪)، وسوء الفهم بشأن هذه التقنيات (غير مجدية (6٪))؛ وغير مناسبة للأغراض الزراعية (2٪)). لم يهتم 2٪ من المستجيبين بالتقنيات وقال 6٪ أن نقص الأمطار الكافية هو السبب وراء عدم تكييفهم لتقنيات حصاد مياه الأمطار.

تعد هذه النتائج ذات أهمية بالغة، لأن استدامة تطبيق تقنيات حصاد مياه الأمطار ترتبط بتعميمها بشكل صحيح من خلال التعاون المعزز بين المزارعين والباحثين، الأمر الذي يمكّن المزارعين من التعرف على حصاد مياه الأمطار من الباحثين، بينما يحدد الباحثين التطورات المحتملة من السكان المحليين.

لا يكفي بناء أنظمة جديدة. يحتاج السكان المحليون إلى المعرفة والمهارات لتشغيل هذه الأنظمة بشكل مستدام وفعال.

من الضروري توفير التدريب للأشخاص المسؤولين عن التصميم الصحيح للنظام واستخدامه وصيانته للحفاظ على أقصى قدر من الكفاءة لضمان انتشار حصاد مياه الأمطار على نطاق واسع بين المزارعين الريفيين. يشمل هؤلاء المسؤولون السكان المحليين الذين يعتبرون المستخدمين النهائيين لأنظمة حصـاد مياه الأمطـار بالإضافـة إلى المـوظفين (مهندسين، رؤسـاء العمال، عمـال ... إلخ). على سبيل

المثال، في (الشكلين 22 و23)، اختتمت الأنشطة التدريبية حول حصاد مياه الأمطار التي نظمتها الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية في سوريا حول تصميم وتنفيذ تقنيات حصاد مياه الأمطار بأشكال مختلفة من خلال عرض ميداني.

الشكل 22: يوم تدريب على حصاد مياه الأمطار، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سوريا، 2016

الشكل 23: يوم تدريب على حصاد مياه الأمطار، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سوريا، 2017

في فبراير 2023، نظمت منظمة نيكستب مناقشة جماعية مع خبراء ومزارعين في شمال شرق سوريا (الأشكال 24، 25)، حيث سلطوا الضوء على العديد من تقنيات حصاد المياه مثل السدود الرملية والسدات الكبيرة/الحفائر. تندرج كل هذه التقنيات تحت تصنيف مستجمعات المياه الكبيرة. تتمثل مجالات التحسين في تنفيذ مستجمعات المياه الصغيرة كحفر زراعة صغيرة، وأحواض صغيرة (نيجاريم، أحواض فاليراني، متون هلالية أو نصف دائرية، نظم المسقاة، سدود نصف دائرية صغيرة، مدرجات مصاطب الكفاف)، مصطبات هلالية على شكل الحاجب، شرائط الجريان السطحي، حواجز/متون الكفاف (الكنتورية)، بالإضافة إلى حصاد المياه من السطح. سيتطلب ذلك عقد ورشات تدريبية وزيادة الوعي حول جميع الأنواع المختلفة.

أبرز الخبراء والمزارعون نقطة مهمة وهي نضوب المياه الجوفية. يمكننا أيضًا استخدام طرق تجميع المياه لإعادة تغذية المياه الجوفية.

شجع الخبراء على استخدام تقنيات الري الحديثة. لذلك يعد عقد دورة تدريبية للتعريف حول استخدام حصاد مياه الأمطار لدعم الري التكميلي أمرًا بالغ الأهمية.

نظرًا لطبيعة المباني في المناطق الريفية، يعد حصاد مياه الأمطار من الأسطح استراتيجية مهمة لضمان إمدادات مياه موثوقة.

على الرغم من أن السدود الرملية هي تقنيات متطورة، إلا أن هناك حاجة ملحة لتدريب المهنيين والمزارعين لضمان بنائها وصيانتها بشكل صحيح.

أكد الخبراء والمزارعون آثار التقليد على تبني المشاريع. تعد هذه النقطة نقطة حاسمة لأنها تعني أن قلة من الناس ستفصح عن القرار بشأن مشاريع حصاد المياه في المستقبل.

الشكل 24: مناقشة جماعية مع الخبراء

الشكل 25: مناقشة جماعية مع المزارعين

رسائـل مستخلصة

ستقع سوريا في شرك بلد تندر فيه المياه. توفر طريقة حصاد مياه الأمطار إجابة محتملة لتلبية الطلب المتزايد. سيزيد حصاد مياه الأمطارعلى السطح من توافر المياه بنسبة 3%، ويمكن لأنظمة حصاد مياه الأمطارأن تتحمل متطلبات تصل إلى 600 hm3.

يعد حصاد مياه الأمطار موضوعًا للبحث من مجموعة متنوعة من المجالات البحثية في السنوات الأخيرة نظرًا لإمكاناته كخيار جذاب في البيئات الزراعية التي تتميز بمحدودية توافر الموارد المائية. وفقًا للنتائج، يلعب هذا المجال الفرعي من الدراسة دورًا متزايد الأهمية في مجال أبحاث الري.

من خلال البحث والتحليل التجريبي الأكثر تركيزًا، يمكن إنشاء تقنيات حصاد مياه الأمطار، وباستخدام الاقتراح الصحيح، يمكن تخزين كميات المياه، ويمكن بناء مجتمع خالٍ من الأزمات في المستقبل القريب.

على الرغم من التقدم الكبير الذي تم إحرازه في هذا المجال، لا تزال هناك حاجة ملحة لإجراء بحث إضافي حول الموضوعات التالية: قدرة أنظمة تجميع مياه الأمطار على تلبية متطلبات الري لمجموعة متنوعة من المناخات الزراعية، والعوامل التي تؤثر على اعتماد هذه النظم من قبل المزارعين؛ والجدوى الاقتصادية والمالية لتنفيذها؛ ومساهمتها في الحد من آثار تغير المناخ العالمي.

من الصعب تحديد المواقع المحتملة لحصاد مياه الأمطار بسبب وجود عوامل متنافسة مثل الهيدرولوجية (علاقة هطول الأمطار بالجريان السطحي)، والمناخ (درجة الحرارة)، والطوبوغرافية (انحدار الأرض)، ومعايير التربة (االتركيب، والبنية، والعمق)، والمعايير الاجتماعية والاقتصادية (عدد السكان، وأولويات الناس وتفضيلاتهم مع أنظمة حصاد المياه والصرف الصحي والمياه). نتيجة لذلك، يمكن أن يؤدي الاستخدام الكبير لنظم المعلومات الجغرافية إلى تأمين الأدوات اللازمة لتسهيل تكامل البيانات.

مع العلم أنه عند تنفيذه بانتظام، قد يمثل حصاد مياه الأمطار أيضًا مصدر دخل موثوق. ومع ذلك، لا تزال الدراسات حول الفوائد الاقتصادية لامتلاك المزيد من وسائل حصاد مياه الأمطار في متناول اليد غير متوفرة.

سيساعد نشر تقنيات حصاد مياه الأمطار على رفع مستوى الأمن المائي والمرونة، وسيكون الوعي العام الكافي، جنبًا إلى جنب مع المعرفة والمهارات المحلية بشأن أنظمة تخزين المياه وإدارتها، عاملاً مساهماً هاماً.

سوف يتحسن موقف المزارعين تجاه الفوائد البيئية والاجتماعية والاقتصادية المكتسبة بعد تنفيذ حصاد مياه الأمطار من خلال الاستثمار في التدريب المجتمعي والالتزام بدعم ما بعد التثبيت والذي سيؤدي بدوره إلى أنظمة إدارة مجتمعية قوية.

علاوة على ذلك، تعد دورة التعلم التكراري التي يتم تسهيلها من خلال مراقبة المشاريع السابقة والجارية أمرًا بالغ الأهمية للتعرف على نقاط القوة والضعف واغتنام الفرص المحتملة لحصاد مياه الأمطار أثناء متابعة المشاريع المستقبلية.

نوصي بما يلي:

هناك حاجة ملحة لإجراء مزيد من البحوث حول الموضوعات التالية في سياق حصاد مياه الأمطار:

- مساهمة تقنيات حصاد مياه الأمطار في تنمية التماسك الاجتماعي والمجتمعات الخالية من الأزمات في سوريا. وهذا يتطلب بحثًا مركّزًا وتحليلاً تجريبيًا وصياغة مقترحات مناسبة توفر زيادة أحجام المياه المخزنة وفرص العمل.
- تحديد وتحليل الأصول والتحديات المرتبطة بمشاريع حصاد مياه الأمطار الحالية والسابقة.
- اعتماد نهج تشاركي يضع آراء وتصورات المجتمعات المقيمة في المناطق المستهدفة في طليعة عمليات صنع القرار. يهدف هذا النهج إلى التغلب على العقبات التي تحول دون تبني ممارسات حصاد مياه الأمطار، وتلبية الاحتياجات المحلية، واختيار مواقع المشاريع المناسبة، وضمان نجاح المشروع.
- تقييم قدرة أنظمة حصاد مياه الأمطار على تلبية متطلبات الري لمختلف المناخات الزراعية.
- تقصّي العوامل التي تؤثر على تبني المزارعين لأنظمة حصاد مياه الأمطار.
- فحص الجدوى الاقتصادية والمالية لتنفيذ ممارسات حصاد مياه الأمطار، وكذلك مساهمتها في التخفيف من آثار تغير المناخ العالمي.
- استخدام نظم المعلومات الجغرافية لتحديد المواقع المحتملة لتنفيذ حصاد مياه الأمطار، وتسهيل تكامل البيانات.
- إجراء مسوحات ميدانية في مواقع حصاد مياه الأمطار المحتملة لتحديد أولويات التنفيذ على أساس الظروف البيئية والجوانب الاجتماعية.

زيادة الوعي وتعزيز ممارسة حصاد مياه الأمطار:

- عقد جلسات عامة لتبادل المعلومات وتوثيق المعرفة المحلية وإبراز تأثير تجارب حصاد مياه الأمطار.
- تنظيم دورات تدريبية للمزارعين والتعاونيات والسلطات المحلية لتعريفهم بمبادئ وممارسات حصاد مياه الأمطار.
- ترتيب الزيارات الميدانية وفرص تبادل المعرفة لعرض مبادرات حصاد مياه الأمطار الناجحة الكلية والجزئية.
- من خلال الاستفادة من المعرفة المتراكمة، من الضروري وضع خطط لمشاريع حصاد مياه الأمطار الصغيرة والكليّة. يجب أن تشمل هذه الخطط المجتمعات المحلية والسلطات المحلية ومنظمات المجتمع المدني والمزارعين، وأن تستند إلى تقييمات اجتماعية وبيئية شاملة.

فيما يتعلق بالشراكات، نوصي بالمشاركة الفعالة والتعاون مع منظمات المجتمع المدني لتنفيذ البحـوث وحملات التـوعية والتجـارب العملية المتعلقة بمشـاريع حصاد ميـاه الأمطار الصغيرة. تلعب السلطات المحلية دورًا محوريًا في تسهيل البحث والتوعية والتخطيط وتنفيذ مبادرات حصاد مياه الأمطار. لا ينبغي للمجتمعات المحلية والمزارعين أن يكونوا متلقين فحسب، بل يجب أن يكونوا أيضًا مشاركين نشطين وأصحاب مصلحة في كل هذه الأنشطة. من الضروري تعزيز التعاون مع الأكاديميين والباحثين الميدانيين عند القيام بمبادرات البحث والتخطيط. أخيرًا، لدى المانحين الدوليين فرصة ثمينة للمساهمة في مبادرات حصاد مياه الأمطار كوسيلة لتعزيز الصمود طويل الأمد والسلام المستدام في سوريا.

المصـادر

Alasta, D. (2013). Reusing Rooftop Rainwater Harvesting In Households. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series, 35(0), 115-127.

Alibraheem, A. (2014). Contributing to management and enrich of water resources using water harvesting techniques with the help of modern technologies in Salmia (master's thesis, Department of Water Engineering and Irrigation, the Faculty of Civil Engineering, Tishreen University).

Alkhaleel, S. (2015). The Role of Water Harvesting Techniques In Improving Grazing Cover Vegetation In Hama Steppe (Debah Site) (Doctoral dissertation, Department of Natural Resources and Ecology, Faculty of Agriculture, Aleppo University, Syria).

Al Omar, A. (2016). Identifying the Potential Areas for Water Harvesting Projects by Using Remote Sensing and Geographic Information System. Al Baath University Journal, 38(6), 51-80.

Ammar, R., Jabr, R., & Al-Kofari, A. (2015). Using the remote sensing technologies and the support systems in managing the rainwater and locating the ideal locations to apply the harvest systems in the southern part of the coastal mountains chain. Damascus University Journal of Basic Sciences, 31(2), 201.

Douba, A. (2013). Assessing the Performance of Water Harvesting Techniques and Maximizing Efficiency at ICARDA (Master's thesis, Rural Engineering Department, Aleppo University).

Droubi, A. (2018). Evaluation of Mechanized bunds (Vallerani water harvesting system) for improving range production in the Syrian steppe. Proceedings of the 12th Scientific Conference of the General Commission for Scientific Agricultural Research.

Khoury, W. (2021). Locating and designing a dam in Salqin Basin (Orontes Basin) using GeoMedia professional 6.1. Syrian Journal of Agricultural Research – SJAR, 8(2), 116-131.

MunlaHasan, A., Ismail, I., & Shideed, K. (2009). Financial Feasibility of Rainwater Harvesting (Vallerani Technique) in Syrian Rangelands. Damascus University, Journal of Agricultural Science, 25(2), 391-405.

Nofal, I. (2009). The Integration Between Water Harvesting and supplemental Irrigation for improved Water use efficiency In the Terraces of Fahel and Rapah areas (Master's thesis, The Department of Renewable Natural resources and Ecology, Faculty of Agricultural Engineering at Aleppo University).

AL-Saram, A. (2018). Determination of Suitable Sites for Rainwater Harvesting (RWH) in Masyaf catchment Using GIS/RS Technique. Proceedings of the 12th scientific conference General Commission for Scientific Agricultural Research.

Yaghi, T. (2015). WEAP modeling-based study of Water Accounting System and levels of water productivity in the Upper and Middle Orontes River Basin. Al-Baath University Journal.

Yasin, M., & Said, A. (2022). The Effect of the Water Harvesting Projects on some of the Economic Indicators Population in some Mountain Villages in Latakia (Syria). Arab Journal of Arid Environments, 13(1), Article 14.

الملاحظات

1. OCHA, 2021
2. "Minister of Agriculture, Mohamed Hassan Qatana, for Sham FM" (in Arabic), Sham FM Facebook Page, May 21, 2021.
3. Kelley, C. P., Mohtadi, S., Cane, M. A., Seager, R., & Kushnir, Y. (2015). Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought. Proceedings of the National Academy of Sciences, 112(11), 3241–3246.
4. https://www.unescwa.org/sd-glossary/dependency-ratio-water
5. FAO 2019, AquaStat: Syria Country Fact Sheet, FAO: Rome.
6. CBS-SYR. Central Bureau of Statistics of Syria, population and demographic indicators. 2011.
7. MoI-SYR. Ministry of Irrigation in Syria. Agreements with neighboring countries.
8. Mourad, K. A., & Berndtsson, R. (2011). Syrian Water Resources between the present and the Future. Air, Soil and Water Research, 4, ASWR.S8076.
9. Salman, M., & Mualla, W. (2008). Water demand management in Syria: Centralized and decentralized views. Water Policy, 10(6), 549–562.
10. https://www.icrc.org/en/document/syria-water-crisis-after-10-years-war
11. IFAD (2010). Syrian Arab Republic: Thematic study on land reclamation through defrocking. International Fund for Agricultural Development. Rome, Italy.
12. FAO. 2019. Special Report - FAO/WFP Crop and Food Security Assessment Mission to the Syrian Arab Republic. Rome
13. FAO. 2021. Syrian Arab Republic: Precipitation analysis, 1980–2021. Rome. https://doi.org/10.4060/ cb7 151en
14. FAO,2021. Crop Monitoring and Food Security, Situation Update. North East Syria (NES), 2020/2021 Winter Season Post-Harvest Overview, North East Syria Agriculture Working Group (AWG), IMMAP, Food Security and Livelihood Unit (FSLU) & Geoinformatics Unit.
15. FAO. 2021. Special report: 2021 FAO Crop and Food Supply Assessment Mission to the Syrian Arab Republic – December 2021. Rome. https://doi.org/10.4060/cb8039en
16. Mourad, K. A., & Alshihabi, O. (2016). Assessment of future Syrian water resources supply and demand by the WEAP model. Hydrological Sciences Journal, 61(2), 393–401.
17. Kelley et.al., 2015
18. FAO. 2021. Special report: 2021 FAO Crop and Food Supply Assessment Mission to the Syrian Arab Republic – December 2021. Rome. https://doi.org/10.4060/cb8039en
19. Food and Agriculture Organization of the United Nations, "Special Report: FAO/WFP Crop and Food Security Assessment Mission to the Syrian Arab Republic," 5 September 2019, https://bit.ly/3LFOd4N
20. Increased salinity has been reported in Deir al-Zor, al-Hasaka and parts of the coastal governorates. FAO, Special Report. FAO Crop and Food Supply Assessment Mission. 27
21. Schwartzstein, P, Zwijnenburg, W. 2022. "We fear more war, we fear more drought": How climate and conflict are fragmenting rural Syria. PAX.
22. Daher, J., European University Institute, Water scarcity, mismanagement and pollution in Syria, European University Institute, 2022, https://data.europa.eu/doi/10.2870/99423
23. Mekdaschi Studer, R. and Liniger, H. 2013. Water Harvesting: Guidelines to Good Practice. Centre for Development and Environment (CDE), Bern; Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN), Amsterdam; Meta Meta, Wageningen; The International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome.
24. Oweis, T., D. Prinz and A. Hachum. 2001. Water Harvesting: Indigenous Knowledge for the Future of the Drier Environments. ICARDA, Aleppo, Syria. 40 pages.
25. Beckers, B., Berking, J., & Schütt, B. (2013). Ancient Water Harvesting Methods in the Drylands of the Mediterranean and Western Asia. eTopoi. Journal for Ancient Studies.
26. Mekdaschi Studer, R. and Liniger, H. 2013. Water Harvesting: Guidelines to Good Practice. Centre for Development and Environment (CDE), Bern; Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN), Amsterdam; MetaMeta, Wageningen; The International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome.
27. https://depar.unescwa.org/book-page/rainwater-harvesting

28. Evans JP (2009): 21st century climate change in the Middle East. Climatic Change (2009) 92:417–432
29. Oweis, T., Prinz, D. and Hachum, A. 2001. Water Harvesting: Indigenous Knowledge for the Future of the Drier Environments, ICARDA: Aleppo, Syria.
30. FAO. 2016. Assessment of the water harvesting sector in Jordan.
31. Oweis T.Y. Rainwater harvesting for restoring degraded dry agro-pastoral ecosystems: a conceptual review of opportunities and constraints in a changing climate. Environmental Reviews. 25(2): 135-149. https://doi.org/10.1139/er-2016-0069
32. https://acsad.org/
33. million m3
34. Mourad, K.A. & Alshihabi, O. (2016) Assessment of future Syrian water resources supply and demand by the WEAP model, Hydrological Sciences Journal, 61:2, 393-401, DOI:10.1080/02626667.2014.999779
35. million m3
36. https://acsad.org/
37. Oweis T. Y. (2017). Rainwater harvesting for restoring degraded dry agro-pastoral ecosystems: a conceptual review of opportunities and constraints in a changing climate. Environmental Reviews. 25(2): 135-149. https://doi.org/10.1139/er-2016-0069
38. Somme, G., Oweis, T., Abdulal, A., Bruggeman, A., and Al, A. 2004. Micro-catchment water harvesting for improved vegetative cover in the Syrian Badia. On-farm water husbandry research reports series No 3. ICARDA, Aleppo, Syria.
39. Oweis, Theib & Hachum, A.. (2012). Supplemental Irrigation, A Highly Efficient Water-use Practice.
40. http://gcwr.gov.sy/?page=show_det&category_id=24&id=369&keyword=%D8%AD%D8%B5%D8%A7%D8%AF&lang=ar
41. E. De Pauw, T. Oweis, and J. Youssef. 2008. Integrating Expert Knowledge in GIS to Locate Biophysical Potential for Water Harvesting: Methodology and a Case Study for Syria. ICARDA, Aleppo, Syria. iv + 59 pp.
42. Bakir, M and Liang, R.L. 2004. Rainwater Harvesting Techniques in Syrian Desert (Badia Basin). Journal Of Lake Sciences. Vol. 17.
43. de Miranda, A.. Water-harvesting Tradition in Syrian Steppe, Procedia Engineering, Volume 89,2014, Pages 1522-1528,ISSN 1877-7058
44. Berking, J., Beckers, B. and Schütt, B. “Runoff in Two Semi-Arid Watersheds in a Geoarcheological Context: A Case Study of Naga, Sudan, and Resafa, Syria”. Geoarchaeology 25 (2010), 815–836.
45. Sankari, Muhammad Nazir (1988). Applied Botanical Ecology. Publications of the Directorate of University Books and Publications, University of Aleppo. Syrian. 321 pages.
46. Oweis, T. and Taimeh, A. 2001. Farm water-harvesting reservoirs: issues of planning and management in dry areas. In Proceedings of a joint UNU-CAS international workshop: Integrated Land Management in Dry Areas, Beijing, China, 8–13 September 2001. Edited by Z. Adeel. United Nations University, Tokyo, Japan. pp. 165-182.
47. General Organization for Remote Sensing. Syria, projects.
48. http://gogreensyria.blogspot.com/2011/02/blog-post.html
49. Sumy, G. 2003. Water Resources Uses in 2003 in The Syrian Arab Republic for agricultural purposes until 2030. GCSAR. Water Resources Science and Technology Conference, the 43rd science week. Damascus University, p.180.
50. 1 donum=0.1 hectares=1000 m2
51. https://qcat.wocat.net/en/wocat/technologies/view/technologies_1549/
52. https://qcat.wocat.net/en/wocat/technologies/view/technologies_1410/
53. Ziadat F. Challenges And Opportunities Of Soil Conservation And Land Management In The Dry Areas. (2013).
54. Ziadat, Feras M. et al. "Soil conservation and water harvesting to improve community livelihoods and fight land degradation in the mountains of Syria." (2013).
55. https://qcat.wocat.net/en/wocat/approaches/view/approaches_2631/